



ORGANIZAÇÃO SOCIAL DO MCTI

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÕES



# RELATÓRIO ANUAL 2020

PARTES 2 E 3

Este relatório foi aprovado pelo Conselho de Administração  
em Reunião Ordinária realizada em  
26/02/2021

PARTE 2



# RELATÓRIO ANUAL 2020



## SUMÁRIO

<b>1. O LABORATÓRIO NACIONAL DE LUZ SÍNCROTRON .....</b>	<b>2</b>
1.1. O LNLS em 2020.....	2
1.2. Projeto Sirius .....	4
1.3. Pesquisa e Desenvolvimento in-house .....	29
1.4. Apoio à Geração de Inovação.....	44
1.5. Treinamento, Educação e Extensão.....	47
<b>2. LABORATÓRIO NACIONAL DE BIOCÊNCIAS.....</b>	<b>52</b>
2.1. O LNBio em 2020 .....	52
2.2. Instalações Abertas a Usuários Externos .....	55
2.3. Pesquisa e Desenvolvimento in-house .....	60
2.4. Apoio à geração de inovação .....	94
2.5. Treinamento, Educação e Extensão.....	96
2.6. Infraestrutura, Operação e Melhorias Técnicas .....	99
2.7. Seção especial força tarefa Covid-19 .....	104
<b>3. LABORATÓRIO NACIONAL DE BIORRENOVÁVEIS.....</b>	<b>121</b>
3.1. O LNBR em 2020.....	121
3.2. Instalações Abertas a Usuários Externos .....	125
3.3. Pesquisa e Desenvolvimento in-house .....	128
3.4. Apoio à geração de inovação .....	158
3.5. Treinamento, Educação e Extensão.....	168
<b>4. LABORATÓRIO NACIONAL DE NANOTECNOLOGIA.....</b>	<b>175</b>
4.1. O LNNano em 2020.....	175
4.2. Instalações Abertas a Usuários Externos .....	177
4.3. Pesquisa e Desenvolvimento in-house .....	181
4.4. Apoio à geração de inovação .....	215
4.5. Treinamento, Educação e Extensão.....	222
4.6. Infraestrutura, Operação, Melhorias Técnicas .....	228
4.7. Seção Especial força tarefa COVID-19.....	241
<b>5. ENGENHARIA E TECNOLOGIA.....</b>	<b>249</b>

<b>5.1.</b>	<b>Engenharia e Tecnologia em 2020 .....</b>	<b>249</b>
<b>5.2.</b>	<b>Projeto Sirius .....</b>	<b>251</b>
<b>5.3.</b>	<b>Projetos de Laboratórios de Nível de Biossegurança 3 e 4 (NB3 e NB4) .....</b>	<b>306</b>
<b>5.4.</b>	<b>Outras iniciativas da Engenharia e Tecnologia .....</b>	<b>310</b>



# 1. O LABORATÓRIO NACIONAL DE LUZ SÍNCROTRON

## 1.1. O LNLS em 2020

O LNLS é responsável pela operação do Sirius, uma fonte de luz síncrotron de 4ª geração baseada em um anel de armazenamento de elétrons de 3 GeV de energia, com 6 linhas de luz em diferentes etapas de construção/comissionamento, e mais 8 linhas com construção prevista até 2022. No escopo atual, o laboratório é responsável pela construção e operação das linhas de luz (dos front-ends em diante, passando por todos os subsistemas óticos, de detecção, incluindo as cabanas e suas infraestruturas de utilidades), pela operação e pela física dos aceleradores. Em 2020, foram feitas mudanças organizacionais e gerenciais no laboratório, permitindo uma maior descentralização de responsabilidades e preparando o laboratório para seus novos desafios. Foram criadas 6 divisões: três divisões ligadas ao desenvolvimento da ciência das linhas de luz; uma divisão ligada à operação e física de aceleradores; uma divisão responsável pela aquisição e processamento de dados das linhas e uma divisão dedicada a todos aspectos de projeto à construção das linhas de luz do Sirius. No que concerne aos aspectos de engenharia de aceleradores, na nova organização do CNPEM, o LNLS trabalha conjuntamente com os grupos da Divisão de Engenharia e Tecnologia, supervisionada pela direção geral do CNPEM.

Em 2020, como na maioria dos lugares, a pandemia nos obrigou a adaptar nossa rotina de trabalho para permitir um nível seguro de distanciamento social. Felizmente, ainda conseguimos manter um progresso consistente no projeto Sirius, graças às nossas equipes altamente talentosas e motivadas. O ano foi concluído com a extração de luz síncrotron para as seis linhas de luz da fase 1-A. Estas linhas de luz se encontram em diferentes fases de montagem e comissionamento: a MANACÁ já está em comissionamento científico com usuários; na CATERETÊ, as primeiras imagens por difração coerente estão alcançando a qualidade necessária para dar início ao comissionamento científico; a MOGNO, ainda em montagem preliminar, coletou tomografia de raios-X com resolução micrométrica em diferentes tipos de amostras; as linhas EMA e CARNAÚBA estão em comissionamento técnico, realizando os primeiros experimentos em condições extremas e nanofoco, respectivamente; a linha IPÊ, em fase final de montagem, recebeu feixe no primeiro elemento de diagnóstico de raios-X. Dentre os desafios destacamos: (i) a conclusão dos front-ends, cabanas e infra estruturas das linhas de luz da fase 1-A; (ii) instalação de todos os onduladores das linhas desta primeira fase (ainda que sejam os elementos provisórios destinados a comissionamento); (iii) instalação e comissionamento dos monocromadores, com destaque para os dois monocromadores de alta estabilidade (HD-DCM), resultantes do que é possivelmente o projeto de maior sofisticação mecatrônica já feito no País; (iv)

instalação de 11 sistemas que realizam o suporte, posicionamento e a refrigeração dos espelhos responsáveis pela focalização do feixe de luz emitido pelo anel; (v) instalação de novos detectores pi-MEGA, nas linhas CATERETÊ e CARNAÚBA; (vi) instalação de equipamentos de infraestrutura de computação paralela; (vi) instalação de novos laboratórios no prédio do Sirius, como o (LCIS) Laboratório de Crescimento In-Situ, o Laboratório de Detectores e o Laboratório de Instrumentação Eletrônica.

Ao final de 2020 tivemos também a reunião bianual do SAC (Scientific Advisory Committee), que dessa vez foi realizada de forma totalmente virtual. Essa avaliação é uma parte essencial da vida de qualquer síncrotron, pois permite um olhar externo, de pesquisadores experientes, que podem examinar as estratégias e decisões tomadas no curso dos desenvolvimentos do laboratório e sugerir mudanças de curso com base na experiência acumulada em outros síncrotrons. Para facilitar a dinâmica da reunião, as apresentações de todos os grupos do LNLS foram gravadas e disponibilizadas online uma semana antes da reunião, para que os membros do comitê pudessem assisti-las de acordo com a sua melhor conveniência. Assim, de forma a contornar as dificuldades intrínsecas relacionadas a grande variação de fuso-horários dos membros (de até 16 horas entre os mais distantes), reuniões com a presença de todos os membros simultaneamente foram limitadas apenas às discussões a respeito dos resultados apresentados.

De forma geral a avaliação do LNLS pelo SAC foi muito positiva, ratificando várias das decisões estratégicas tomadas ao longo do projeto Sirius para as linhas de luz e apontando possíveis melhorias. Nesta última categoria as principais advertências do comitê foram a necessidade de reinstituição do comitê de máquina (MAC), para acompanhar a evolução dos aceleradores, e a necessidade de se consolidar um plano para instalação de onduladores que garantam a competitividade projetada para as linhas de luz. Atualmente, até que a solução definitiva seja implementada, estão sendo utilizados dispositivos que, embora não tenham parâmetros ideais de fluxo, energia e polarização, têm permitindo a continuidade do projeto e comissionamento das linhas. Já em relação ao reestabelecimento do MAC, o LNLS encaminhou à direção do CNPEM uma lista de especialistas internacionais que podem contribuir com as discussões e aconselhamentos sobre o futuro dos aceleradores do Sirius.

Como poderá ser observado neste relatório, 2020 foi um ano muito dinâmico e produtivo na evolução das montagens das linhas de luz e laboratórios de apoio, e no comissionamento dos aceleradores, a despeito das atribulações do ano.

*Harry Westfahl Jr.*  
**Diretor do LNLS**

## 1.2. Projeto Sirius

### 1.2.1. Comissionamento dos aceleradores

O comissionamento dos aceleradores do Sirius evoluiu de maneira bastante satisfatória em 2020. Iniciamos o ano com o anel na condição de capturar apenas um pulso do injetor, com corrente na faixa de poucos  $\mu\text{A}$ , até a condição de comissionamento compartilhado com as linhas de luz, com feixe de 40 mA rotineiramente disponibilizado para as linhas em modo de decaimento e 5 onduladores comerciais instalados. Finalizamos 2020 com 6 linhas de luz em diferentes fases de instalação, comissionamento e até experimentos com usuários externos. Ressaltamos que os parâmetros de projeto dos aceleradores ainda não foram atingidos e o comissionamento deles continua. No entanto, os resultados alcançados até aqui mostram que houve um avanço expressivo, ainda mais se considerarmos as condições de operação que tivemos este ano devido à pandemia e as complexidades naturalmente existentes no comissionamento de milhares de componentes de uma máquina de 4ª geração. Neste ano nos concentramos na otimização do anel de armazenamento, deixando o injetor em segundo plano.

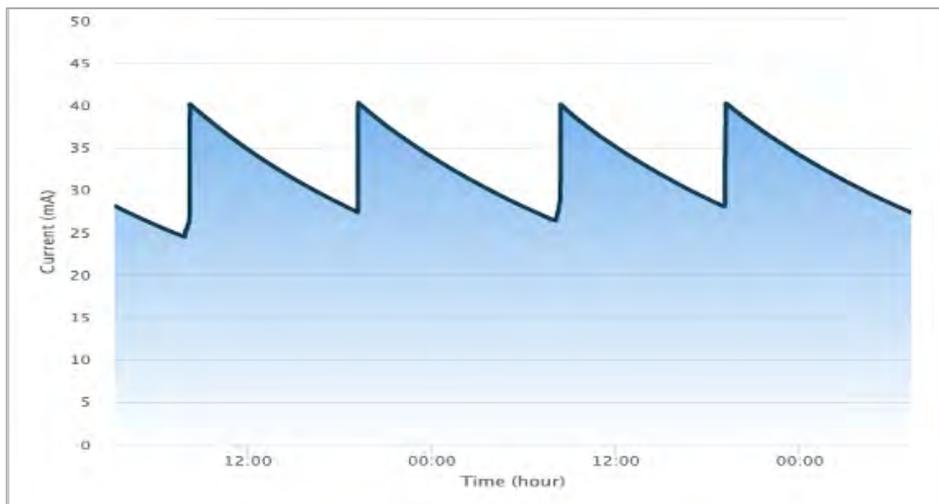


Figura 1. Corrente no anel durante os turnos de feixe para Linhas de Luz de 21 a 23 de outubro de 2020. Corrente inicial de 40 mA em modo decaimento com 2 injeções ao dia. O modo final de operação previsto no projeto deverá chegar em corrente de 350 mA e sem este tipo de decaimento, no dito modo de “top-up”.

No final de 2019, tínhamos conseguido armazenar feixe de poucos  $\mu\text{A}$  no anel com injeção *on-axis* usando o *kicker* dipolar (DipK). Neste modo de injeção, que é mais tolerante a erros de sintonização da ótica do anel, apenas um pulso de baixa corrente do injetor pode ser armazenado de cada vez. No início de 2020, usando esse pulso de baixa intensidade para medir e otimizar parâmetros da ótica do anel, conseguimos acumular feixe no modo de injeção *off-axis*, usando o *kicker* não-linear (NLK). No modo *off-axis* é possível injetar um

novo pulso do injetor sem que se perca o que já está armazenado no anel, possibilitando assim o aumento da corrente armazenada com diversos pulsos. A primeira acumulação de feixe ocorreu no dia 20 de fevereiro. A partir desse dia passamos a operar com corrente de 10 mA, limitada pelo vácuo e com tempo de vida de aproximadamente 2 horas. Em seguida, no mês de março, visando a instalação dos primeiros onduladores, instalamos os *scrapers* horizontais e verticais no trecho de injeção do anel. Esses dispositivos limitam as amplitudes de oscilação do feixe, protegendo os onduladores em caso de algum acidente em que o feixe eventualmente adquira uma grande amplitude de oscilação e possa atingir o ondulador, com risco de desmagnetizá-lo. No entanto, logo percebemos problemas que estavam impedindo a acumulação do feixe. Várias atividades foram realizadas na mesma parada em que os *scrapers* foram instalados, como por exemplo, desmontagem de um sextupolo para correção de problema na saída de luz do trecho 1, alinhamento de alguns berços e alinhamento de algumas câmaras de vácuo. Após muitas checagens e medidas, acabamos por identificar uma obstrução física causada pelo *scraper* horizontal e ele foi retirado do anel no dia 29 de abril. O intervalo entre março e abril foi também marcado pelo início do período de teletrabalho para grande parte dos colaboradores, em virtude da pandemia de COVID-19. O projeto dos *scrapers* foi revisado e uma nova versão está em desenvolvimento, com previsão de reinstalação na máquina somente em 2021.

Os trabalhos de otimização da ótica da máquina nos meses iniciais do ano foram intercalados com outros trabalhos de instalação e comissionamento dos equipamentos e alinhamento preliminar dos berços. Os alinhamentos eram realizados aproveitando-se as paradas da máquina. Por exemplo, na semana de 11 de maio foi instalada a primeira câmara de vácuo do ondulador da linha MANACÁ. Alguns berços foram alinhados nesta parada e a retomada dos testes com feixe na semana seguinte foi bastante difícil, pois perdemos a condição de órbita estável no anel. A órbita do feixe é bastante sensível ao alinhamento dos ímãs. Tendo-se restabelecido o feixe, o ondulador da linha foi instalado alguns dias depois, de 27 a 29 de maio. Nova movimentação de berço foi realizada, desta vez por falha de comunicação. Novamente tivemos dificuldade para recuperação do feixe. Após esse episódio, embora o alinhamento dos berços seja importante para o desempenho da máquina, decidimos que essa atividade deveria ser concentrada em uma parada mais longa, dedicada a esse fim. A atividade foi programada para janeiro de 2021.

Com a instalação da linha MANACÁ, que observou feixe de luz na linha pela primeira vez no dia 03 de junho, passamos a dividir o tempo de comissionamento entre aceleradores e linhas a partir do final de junho.

Com o avanço dos trabalhos de otimização da ótica do anel, com o melhoramento do condicionamento da cavidade de RF para potências mais altas, e com a melhora do

condicionamento de vácuo do anel, testamos aumentar a corrente de operação de 20 mA para 50 mA no dia 26 de junho. Após essa tentativa tivemos novamente problemas em injetar no anel, o motivo detectado foi uma nova obstrução física no trecho de injeção do anel. Suspeitamos do *scraper* vertical e ele foi retirado do anel em 30 de junho. De fato, uma mola que fazia o contato elétrico entre os pistões e o corpo da câmara estava parcialmente fora do canal, obstruindo o feixe. O *scraper* vertical está sendo modificado juntamente com o horizontal. Este *scraper* já devia estar parcialmente obstruindo o feixe pois, após sua retirada, a eficiência de injeção melhorou um pouco e o tempo de vida do feixe em 20 mA passou de 5h para 11h30min.

Retomamos os testes com 50 mA em 09 de julho. Verificamos que o feixe ficava instável a partir da corrente de aproximadamente 20 mA devido a instabilidades longitudinais relacionadas aos modos de ordem superior da cavidade de RF. Em 05 de outubro fizemos um teste de injeção de alta corrente, quando chegamos ao máximo de 90 mA, com feixe bastante instável.

No início de outubro ajustamos os parâmetros do sistema de *feedback bunch-by-bunch* (BbB) (Figura 2) que conseguiu manter o feixe estável até a corrente de 45 mA. Assim, a partir de 06 de outubro, adotamos 40 mA como a corrente nominal de início de turno de feixe para as linhas de luz.

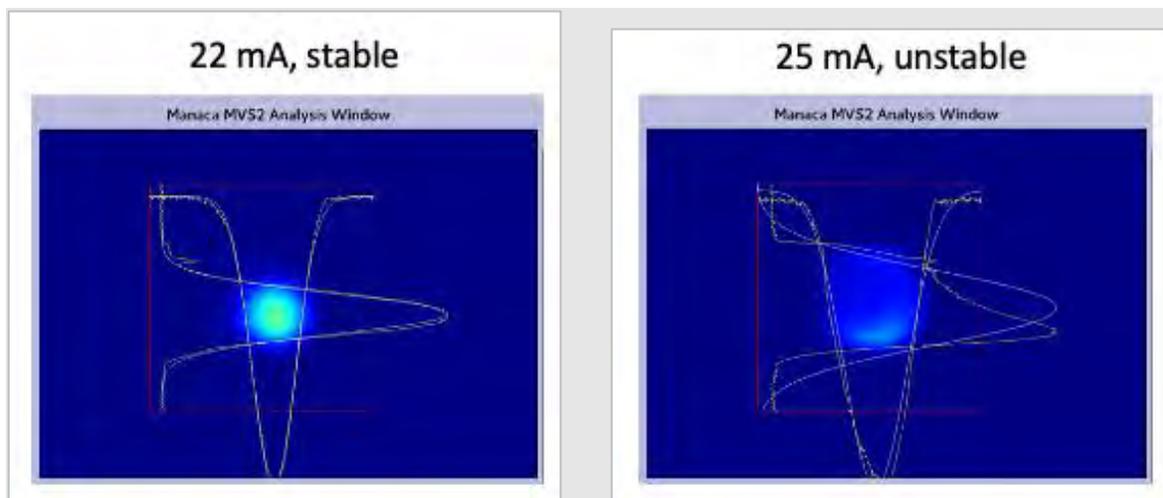


Figura 2. Experimento mostrando o feixe estável em 22 mA e instável em 25 mA sem o sistema de feedback BbB. Com o BbB ativo, é possível estabilizar o feixe até 40 mA, corrente nominal de operação dos turnos de feixe para linhas de luz.

Novos testes realizados no final de novembro e início de dezembro mostram que a força das instabilidades longitudinais pode ser bastante reduzida se a cavidade de RF Petra-7

operar em temperatura mais alta, em torno de 36.5°C. Hoje a cavidade opera em 30°C. O sistema de controle de temperatura da cavidade ainda precisa ser ajustado para poder operar nessa temperatura mais alta de maneira estável.

O cronograma de instalação dos onduladores comerciais seguiu o seguinte planejamento:

*Semana de 27/05:* MANACÁ, trecho 09 (alto beta), tipo APU22

*Semana de 13/07:* CATERETÊ, trecho 07 (baixo beta), tipo APU22

*Semana de 17/08:* EMA, trecho 08 (baixo beta), tipo APU22

*Semana de 14/09:* CARNAÚBA, trecho 06 (baixo beta), tipo APU22

*Semana de 09/11:* IPÊ, trecho 11 (baixo beta), tipo APU58

A cada instalação de ondulador foi realizado trabalho de caracterização do efeito do ondulador e ressimetrização da ótica do anel. Dentre estes, o ondulador com maior efeito de distorção da ótica foi o da MANACÁ, por ter sido instalado em trecho de alto beta. Como estes onduladores foram instalados sem corretoras de *feedforward* para compensação local dos efeitos de distorção da órbita em função da fase, fizemos um *upgrade* na taxa de atuação do sistema de *feedback* de órbita lenta, o SOFB, cuja taxa de atuação efetiva passou de ~0.5 Hz para ~10 Hz no final de julho. Com esta taxa do SOFB a velocidade máxima de movimentação da fase dos onduladores foi estabelecida em 3 mm/s.

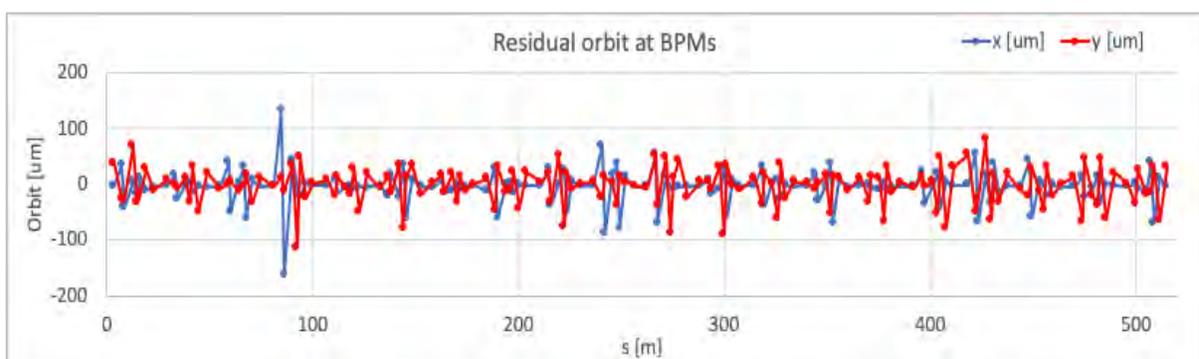


Figura 3. Órbita residual medida nos BPMs em relação à órbita ideal (órbita ideal é aquela que passa pelo centro dos quadrupolos e sextupolos).

O sistema de feedback lento de órbita está operando com uma órbita de referência que possui desvios em relação à órbita que passa pelo centro dos quadrupolos e sextupolos, determinada com medidas de BBA (*Beam Based Alignment*). Não conseguimos corrigir a órbita para o desejado centro dos ímãs devido a atingirmos a força máxima em diversas corretoras (Figura 3). Com isso, a ótica do Sirius fica prejudicada (Figura 4 e Figura 5), pois temos gradientes não-lineares de campo bastante fortes no anel. Algumas consequências são: falta de repetibilidade da eficiência de injeção devido a estarmos injetando no limite da região de abertura dinâmica (Figura 6), limitação do ajuste de posição e ângulo do feixe injetado no anel, falta de simetria das funções óticas, função dispersão vertical não nula (Figura 5, Figura 6) e emitância do feixe maior que a projetada.

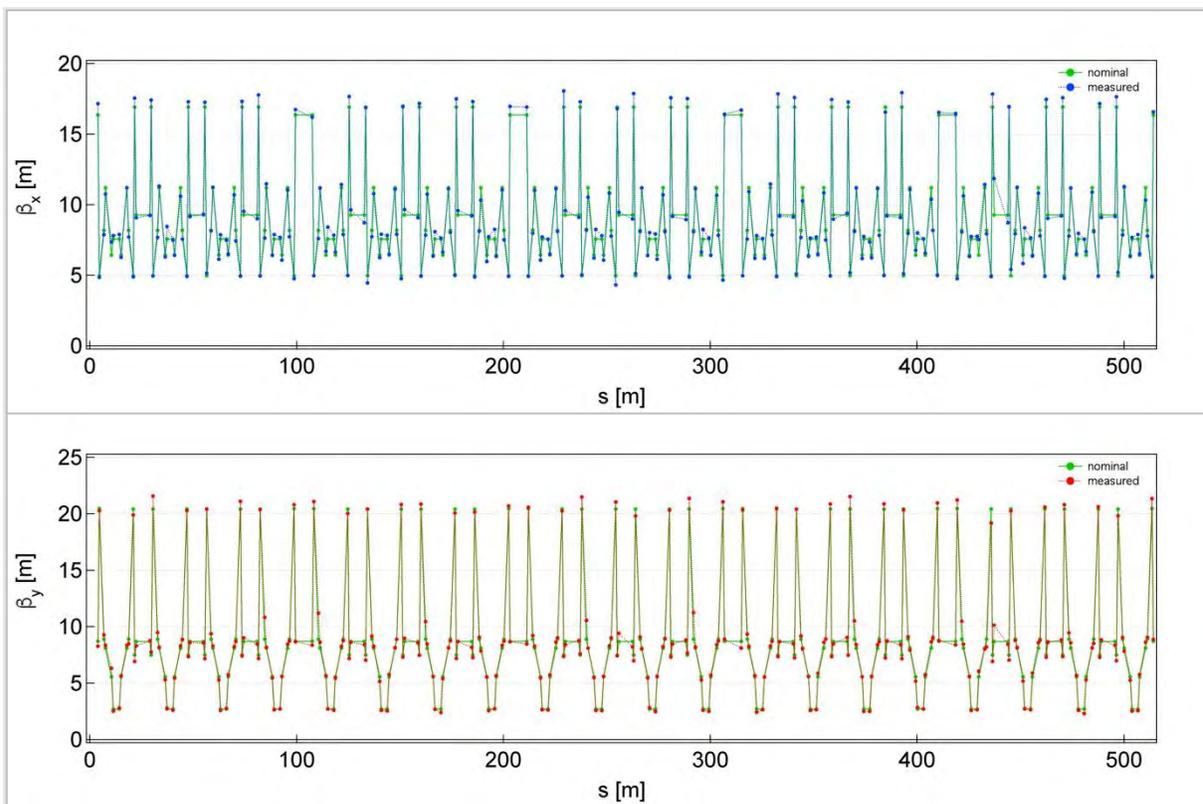


Figura 4. Funções óticas (bétatron) medidas após processo de simetrização. Comparação das diferenças relativas ao valor nominal. Acima: plano horizontal. Abaixo: plano vertical.

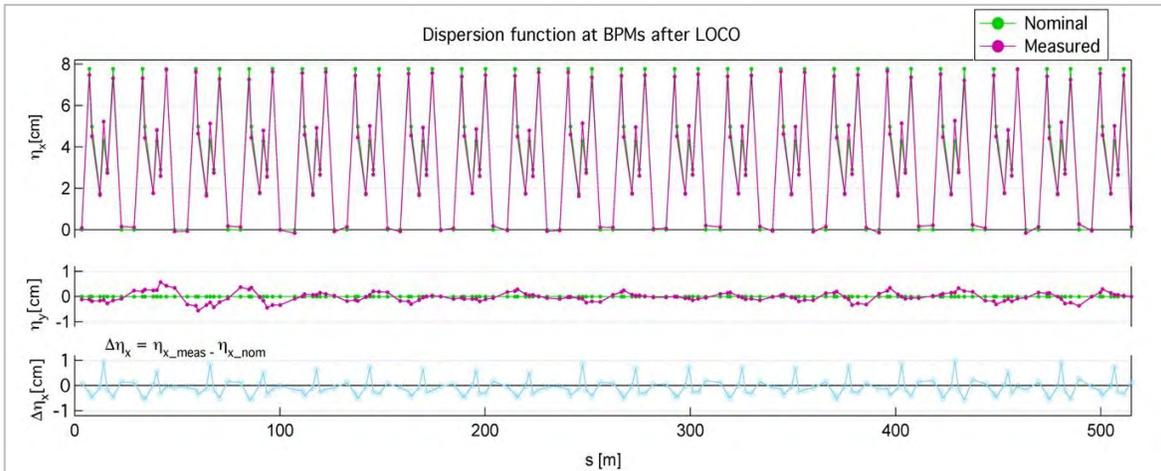


Figura 5. Funções óticas (dispersão) medidas após processo de simetrização, comparadas ao valor nominal. Acima: plano horizontal. Meio: plano vertical. Abaixo: diferença entre medida e nominal no plano horizontal.

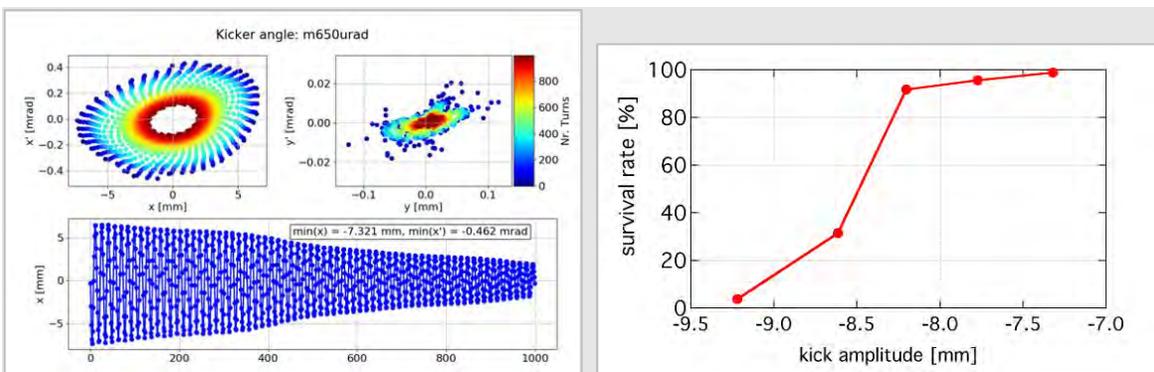


Figura 6. Medida de abertura dinâmica no plano horizontal. (Esquerda) O feixe é excitado através de um kick e começa a oscilar livremente. A posição do feixe é registrada volta a volta. (Direita) Gráfico que mostra as partículas que sobrevivem em função da amplitude

A estabilidade do feixe de operação em mais alta corrente e a otimização do injetor serão trabalhadas em 2021.

### 1.2.2. Montagem e comissionamento das Linhas de Luz

O projeto Sirius prevê a instalação de quatorze linhas de luz, das cerca de 38 linhas que poderão ser instaladas em todas as saídas de radiação disponíveis no acelerador. Esses sistemas são como microscópios complexos, que selecionam a energia e focalizam a luz síncrotron, para que as amostras dos materiais em estudo sejam iluminadas, permitindo a

observação de seus detalhes atômicos e moleculares. De forma geral, podemos dividir cada linha de luz em cinco subsistemas principais: fonte de radiação, *front-end*, ótica, estações experimentais (com seus detectores e porta-amostras) e infraestruturas associadas (cabanas de proteção radiológica, ar-condicionado, redes, utilidades, controles e sistemas de proteção pessoal e de equipamentos).

As linhas de luz do Sirius ainda estão em construção e compõem a última fase do projeto Sirius. Nelas serão feitos estudos sem precedentes no Brasil, em praticamente todas as áreas do conhecimento. Sua construção e comissionamento foi dividida em duas grandes fases, que chamamos de fases 1-A, composta por 6 linhas (MANACÁ, CATERETÊ, EMA, CARNAÚBA, IPÊ e MOGNO), e 1-B, composta por 8 linhas (IMBUIA, CEDRO, SAPÊ, QUATI, JATOBÁ, PAINEIRA, SABIÁ e SAPUCAIA).

PHASE	BEAMLINE	EXPERIMENT	ENERGY	PHASE	BEAMLINE	EXPERIMENT	ENERGY
I – A	MANACÁ	$\alpha$ MX nano-MX	5 – 20 keV	I – B	SABIÁ	PEEM XMCD	250 eV – 2.5 keV
I – A	EMA	XMCD/XRS nano-XRD/XMCD	3 – 35 keV	I – B	QUATI	XAFS/XES	5 – 35 keV
I – A	MOGNO	$\alpha$ CT	20/40/70 keV	I – B	JATOBÁ	PDF	30 – 70 keV
I – A	CATERETÊ	CDI/XPCS	3 – 15 keV	I – B	SAPUCAIA	SAXS	5 – 20 keV
I – A	CARNAÚBA	nano XRF/XRD Cryo nano scanning probe	2 – 15 keV	I – B	PAINEIRA	XPD	5 – 20 keV
I – A	IPÊ	NAP-XPS AP-RIXS	80 eV – 2 keV	I – B	IMBÚIA	nano-FTIR $\alpha$ FTIR	10 meV – 3 eV
				I – B	CEDRO	SRCD	3 – 10 eV
				I – B	SAPÊ	$\alpha$ ARPES	6 – 70 eV

Figura7. Linhas de luz das fases 1-A e 1-B, financiadas dentro do projeto Sirius.

A construção e instalação das primeiras linhas da fase 1-A teve início em 2018, com a montagem da primeira cabana de proteção radiológica no hall experimental do Sirius e dos primeiros componentes do front-end da linha MANACÁ dentro do túnel do acelerador. Entretanto, a velocidade de execução desta fase do projeto foi limitada pela liberação de recursos, que em 2018 foi um gargalo para evolução da construção das linhas. Mas, embora a instalação da fase 1-A tenha se iniciado em grande parte em 2019, o trabalho de projeto, prototipagem e comissionamento dos seus subsistemas avançou bastante em paralelo pois teve início anos antes. Isso permitiu vencer diversos dos desafios tecnológicos inerentes ao estabelecimento do novo estado da arte mundial em vários desses sistemas (como monocromadores, espelhos, detectores e porta-amostras), além de permitir que empresas nacionais se adaptassem a uma nova realidade tecnológica dos desafios colocados pelo Sirius. Assim, a partir de 2019, com a retomada do fluxo de recursos para o projeto, o

volume de instalações se intensificou, até que em março de 2020 o projeto sofreu um novo percalço com a pandemia do COVID-19.

Apesar das dificuldades impostas pela pandemia, que inicialmente reduziu a força de trabalho presencial a cerca de 25% do normal, os trabalhos de instalação e comissionamento das linhas de luz do Sirius prosseguiram. Isso foi essencial para que as regras sanitárias fossem respeitadas e a evolução do projeto fosse mantida, ainda que em menor ritmo. Pela natureza dos experimentos da linha MANACÁ, que permite visualizar detalhes em escala atômica de biomoléculas como aquelas que compõem um vírus, essa força-tarefa de montagem das linhas foi agregada aos demais esforços do MCTI através do CNPEM no enfrentamento ao COVID-19.

Dessa forma, no dia 03 de junho de 2020 o primeiro feixe de luz síncrotron chegou ao primeiro elemento ótico da linha MANACÁ, com parâmetros muito próximos dos esperados por todos os modelos teóricos feitos nos últimos 8 anos de desenvolvimento do projeto. Na sequência, após cerca de um mês de comissionamento técnico e alinhamento fino dos elementos da linha, que permitiram chegar em condições de microfoco compatíveis com o estágio atual de comissionamento (Figura 8), os pesquisadores do CNPEM realizaram as primeiras coletas de cristais de proteínas modelo, e no dia 02 de julho foram coletados dados de cristais da proteína 3CL, ligadas aos processos multiplicação do vírus SARS-COV-2 dentro das células humanas.

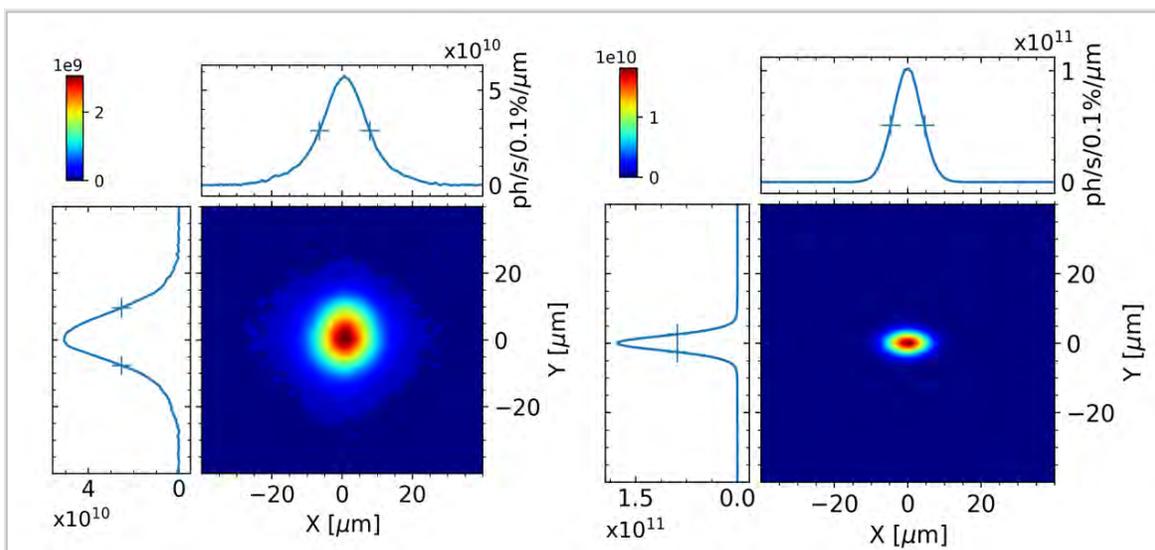


Figura 8. Comparação entre o perfil de microfoco medido, de  $14 \times 17 \text{ mm}^2$  (esq.) e o simulado em condições ideais para a linha MANACÁ, de  $10 \times 5 \text{ mm}^2$ .

Com cerca de 10 dias de análises e processamento dos dados com coletas complementares, no dia 11 de julho os dados foram considerados aptos a divulgação. A estrutura encontrada para a proteína 3CL foi então depositada no banco mundial de estruturas de proteínas e um manuscrito está sendo preparado para publicação. Após um período de comissionamento de subsistemas e alinhamento fino (mirando nas especificações de projeto ótico da linha), o primeiro grupo de usuários foi recebido para medidas de cristalografia de proteínas, ainda dentro da força tarefa de enfrentamento nacional ao COVID-19 (Figura 9). Finalmente, a partir de novembro de 2020 iniciou-se o período de comissionamento científico, onde 16 propostas de usuários externos e internos foram realizadas, coletando cristais de diferentes proteínas para testar a performance real da linha. Estes experimentos já resultaram no depósito de 10 estruturas no *Protein Data Bank*, demonstrando a qualidade dos dados que já podem ser coletados na MANACÁ. Naturalmente, o número de usuários por proposta e os tipos de cristais coletados ainda tiveram que ser delimitados pelo *staff* da linha, visando manter as regras de segurança sanitária e os parâmetros de performance atuais do anel. Com efeito, a resposta de todos os usuários foi muito positiva, com coletas de dados de alta resolução e até melhores que dados coletados em síncrotrons de 3ª geração plenamente estabelecidos, apesar de ainda estarmos em fase de comissionamento. A limitação reportada pelos usuários foi a falta do robô de troca de cristais que permite trocas mais rápidas e um maior número de medidas por dia. Optamos por não instalar o robô ainda nessa fase para permitir o início de comissionamento científico mais rapidamente. Não obstante, o sistema completo de troca automática de amostras está sendo finalizado e será instalado na linha no início do ano que vem.



Figura 9. Primeiros usuários da linha MANACÁ posicionam cristal de proteína de SARS-CoV-2 para análise.

A linha CATERETÊ foi a segunda a ter sua montagem concluída, tendo recebido seu primeiro feixe no início de agosto de 2020. Com cerca de um mês de trabalho de alinhamento, no dia 04 de setembro foi realizado o primeiro difratograma (feixe ainda incoerente) de uma amostra usada como padrão comum para este tipo de linha. Nos meses seguintes foram feitas diversas otimizações durante os períodos de feixe entregues para as linhas e no início de novembro foi coletado o primeiro dado de difração coerente de raios-X, que é o principal foco científico desta linha de luz.

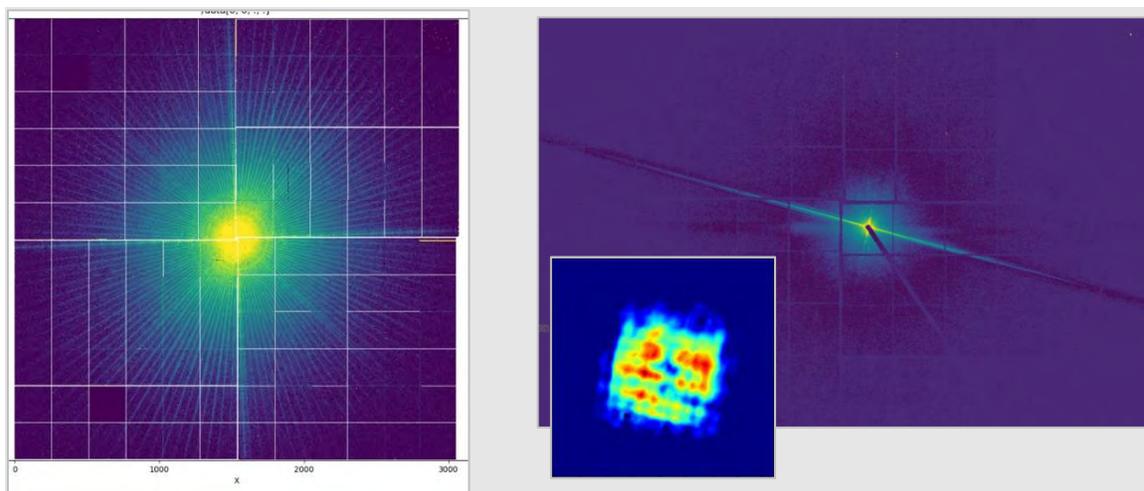


Figura 10. Padrões de espalhamento coerente detectados na linha CATERETÊ com o detector p-MEGA 540 D. (esq.) padrão da Siemens Star. (dir.) Padrão de difração da partícula cúbica de Zeólito de 12 mm com a imagem recuperada iterativamente no inset. O processamento iterativo com dos difratogramas estão em aprimoramento, mas os primeiros resultados são promissores.

Entretanto, por se tratar de uma técnica experimental bem mais desafiadora que a disponível na linha MANACÁ, é esperado que o tempo de comissionamento técnico seja bem maior, até que a primeira imagem 3D por difração coerente de uma amostra real seja coletada e se dê início ao comissionamento científico. Os primeiros resultados são bastante promissores (Figura 10) mas ainda serão necessárias várias otimizações de coleta e processamento para se chegar em imagens com resolução de poucos nanômetros, como esperado. Quando isso for possível, este instrumento científico poderá auxiliar nos esforços de pesquisa para enfrentamento do COVID-19, permitindo imagens 3D de células, com resolução de nanômetros. Dados deste tipo permitirão investigar os danos estruturais causados por vírus como o SARS-CoV-2 em células humanas saudáveis.

Seguindo com os esforços de montagem da fase 1-A, as linhas CARNAÚBA e EMA foram as próximas a iniciar o comissionamento em outubro e novembro, respectivamente. Ambas as linhas já tiveram um primeiro alinhamento de componentes e o feixe de raios-X já chegou na posição da amostra na estação experimental.

No caso da EMA, o primeiro setup experimental para difração de materiais em altas pressões (dos 3 setups previstos para a cabana B) foi montado, ainda de forma provisória para que os primeiros resultados experimentais fossem alcançados ainda em 2020. Um dos desafios grandes nesta montagem foi a calibração do sistema de focalização KB com espelhos flexíveis, que apresentou falhas no mecanismo de curvatura durante a montagem. Este espelho foi um dos primeiros sistemas óticos adquiridos para as linhas de luz do Sirius e estava em uso na linha XDS. Antes de sua instalação foi necessária uma recalibração que só pôde ser feita graças a infraestrutura avançada do Laboratório de Metrologia Ótica, onde um sistema interferométrico foi empregado para medidas de repetitividade do mecanismo antes da instalação na linha de luz. Com isso, correções e medidas paliativas puderam ser realizadas para que nos mantivéssemos próximos aos parâmetros de projeto até que a solução definitiva possa ser implantada em 2021.

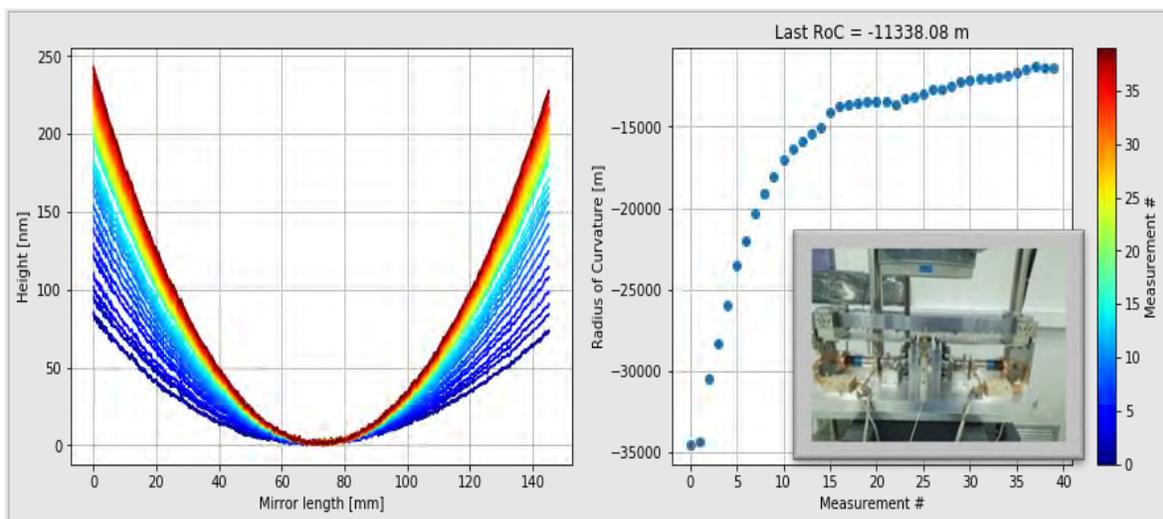


Figura 11. Caracterização do sistema de ajuste de curvatura do espelho de focalização vertical do sistema KB da linha EMA. Inset: sistema interferométrico do Laboratório de Metrologia Ótica.

Os primeiros experimentos na linha EMA tiveram uma ótima performance e resultaram em aquisições extremamente eficientes e rápidas. Para comparação, em uma condição de medida ainda não otimizada, o tempo de aquisição para cada padrão de difração foi de 0.1 s, enquanto na linha XDS do anel UVX era de cerca de 5 minutos, ou seja, temos hoje um instrumento de medida cerca de 3000 mais rápido. Isso se deve ao brilho superior em várias ordens de grandeza obtido na EMA. Quando este experimento estiver otimizado, esperamos chegar a 1 ms por medida.

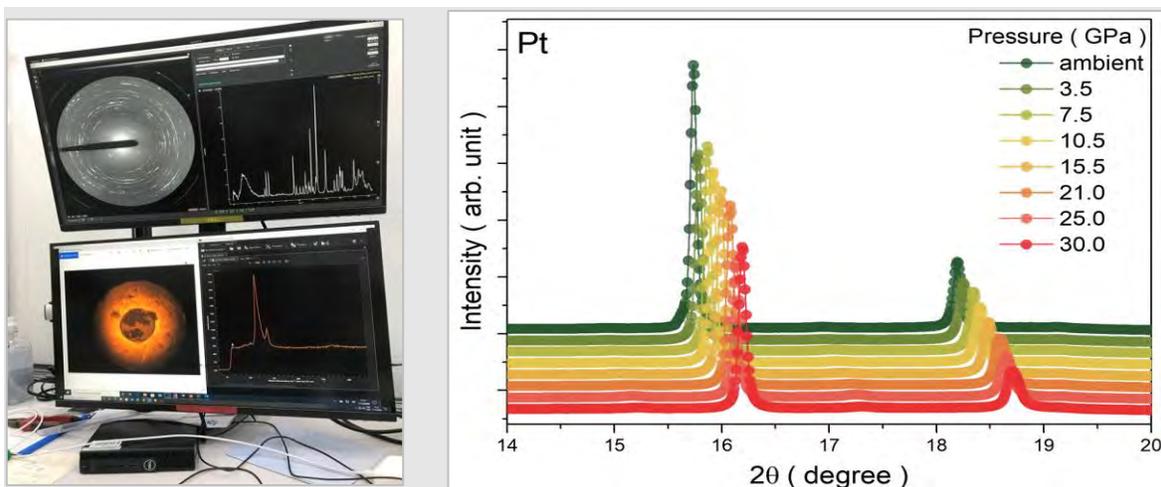


Figura 12. Primeiros dados experimentais da linha EMA, obtidos em dezembro de 2020. (esq.) foto da estação de controle com aquisições simultânea de espectroscopia Raman, imagem e difração dentro da célula de pressão (DAC). (dir) Evolução da estrutura cristalina evidenciada por difração de raios-X em uma amostra de platina sob pressão.

No caso da linha CARNAÚBA, a estação TARUMÃ (300-100 nm de foco) foi instalada e está sendo comissionada com o feixe de raios-X (Figura 13), enquanto a estação experimental SAPOTI (100-30 nm de foco), que permitirá fazer imagens de 1 nm de resolução, está sendo construída e o início da instalação ocorrerá até do final de 2021. O comissionamento técnico da estação TARUMÃ segue como planejado, e as primeiras medidas (Figura 14) do foco do feixe de raios-X (em 12 keV) com 500 nm (H) X 300 nm (V) na posição da amostra demonstram que, para a condição de alinhamento atual do anel de armazenamento, há uma relativa concordância com os valores estimados para a configuração atual de medida, que seria de cerca de 250 nm (H) X 150 nm (V). Essa diferença também é consistente com a observada na linha MANACÁ (Figura 8). Por enquanto o tamanho ótimo do feixe foi ajustado no sistema de focalização KB de forma que o astigmatismo fosse eliminado dentro de 50 mm de resolução, que é menor do que a profundidade de foco da linha nesta estação. Alguns fatores ainda terão que ser melhorados para atingir medidas ideais do foco, tais como: (a) ruído da medida - a medida está relativamente ruidosa, com poucos pontos na subida do *knife-edge*; (b) o alinhamento de perpendicularidade entre os espelhos do KB, que ainda não foi feito; (c) a emitância do acelerador, que ainda está cerca de 50% acima do valor esperado, mas que deve ser significativamente melhorada após a recente

recalibração dos ímãs e da campanha de realinhamento do anel agendada para janeiro de 2021.

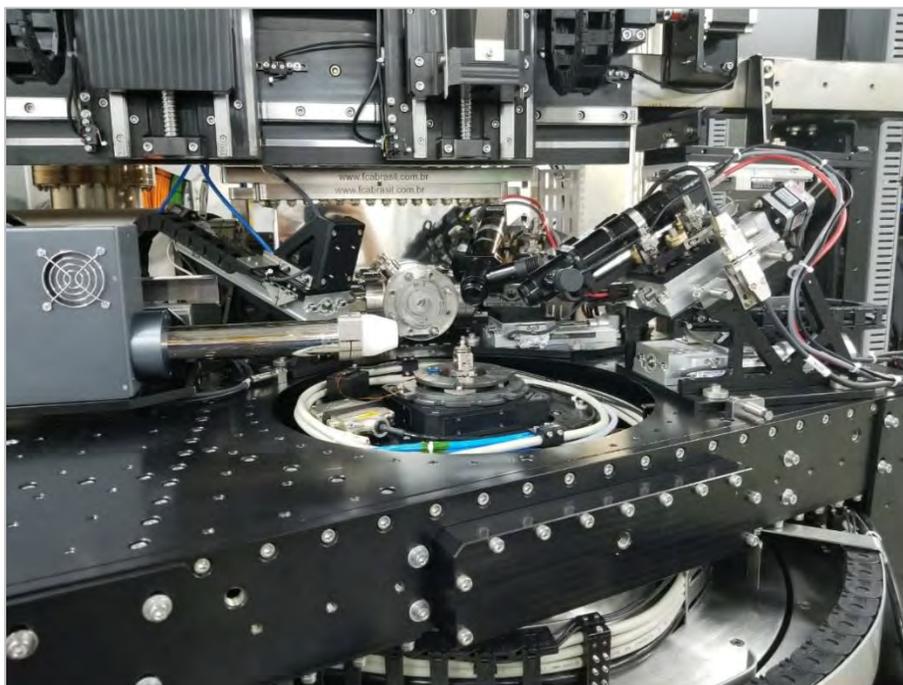


Figura 13. Estação TARUMÃ da linha CARNAÚBA instalada e em comissionamento.

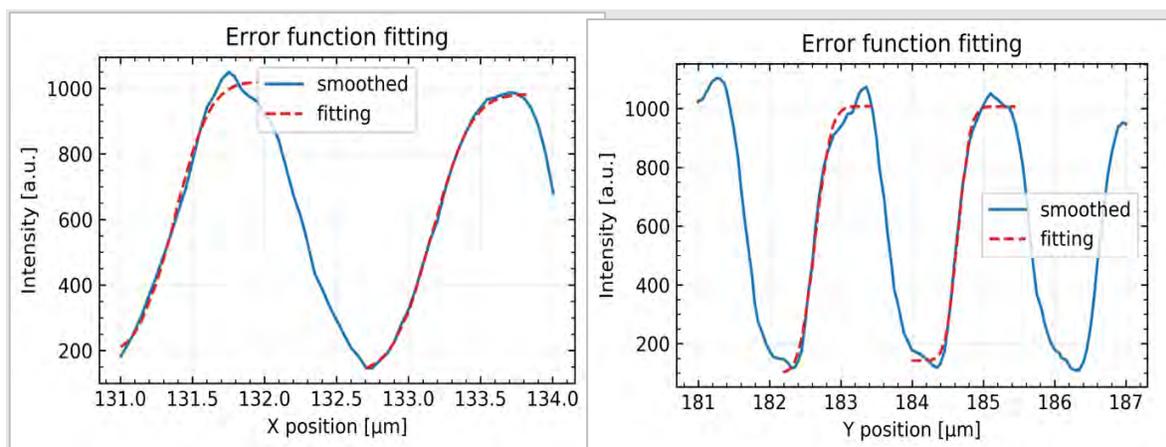


Figura 14. Medidas do tamanho do feixe de 12 keV na posição focal (amostra) da estação TARUMÃ, utilizando o sinal de fluorescência de raios-X em uma varredura do feixe através de linhas finas de Au. O ajuste teórico da convolução entre o perfil do feixe e as bordas abruptas do padrão de Au indicam um foco astigmático e com tamanho de 500 (H) nm x 300 (V) nm.

A linha MOGNO operou ao longo de 2020 fazendo uso da estação de microtomografia transferida da linha IMX do anel UVX, e instalada provisoriamente na cabana A da linha ao final de 2019 para permitir tanto a observação do primeiro feixe de luz do Sirius naquele ano quanto testes e o comissionamento de diversos subsistemas (detectores, rede de alto desempenho, *storage high-throughput*, sistema de reconstrução em GPU e algoritmos associados) necessários para operação final da linha com suas estações experimentais definitivas de nano e microtomografia em *zoom* pudessem ocorrer ao longo de 2020. Paralelamente, o projeto da estação de nanotomografia ocupou grande parte da equipe ao longo do ano, mas se beneficiou com o projeto paralelo da estação Tarumã da linha CARNAÚBA, da qual pôde reaproveitar diversas soluções. Atualmente se encontra na fase de fabricação e sua instalação deve ocorrer no segundo quadrimestre de 2021 em conjunto com a instalação da ótica definitiva da linha. Quanto à estação de microtomografia em *zoom*, esta teve seu projeto conceitual finalizado e aguarda recursos das equipes de engenharia para iniciar o desenvolvimento dos projetos dos subsistemas.

A linha IPÊ, última a ser montada na fase 1-A do projeto, está entrando na fase final de instalação de componentes óticos e em estágio intermediário de instalação dos sistemas experimentais (Figura 15). O efetivo comissionamento com feixe desta linha deve ter início em meados de março de 2021, com a retomada do feixe para comissionamento das linhas. A maior parte dos elementos óticos da primeira cabana ótica foram instalados e já obtivemos o primeiro feixe chegando no primeiro elemento de diagnóstico da linha na cabana ótica.

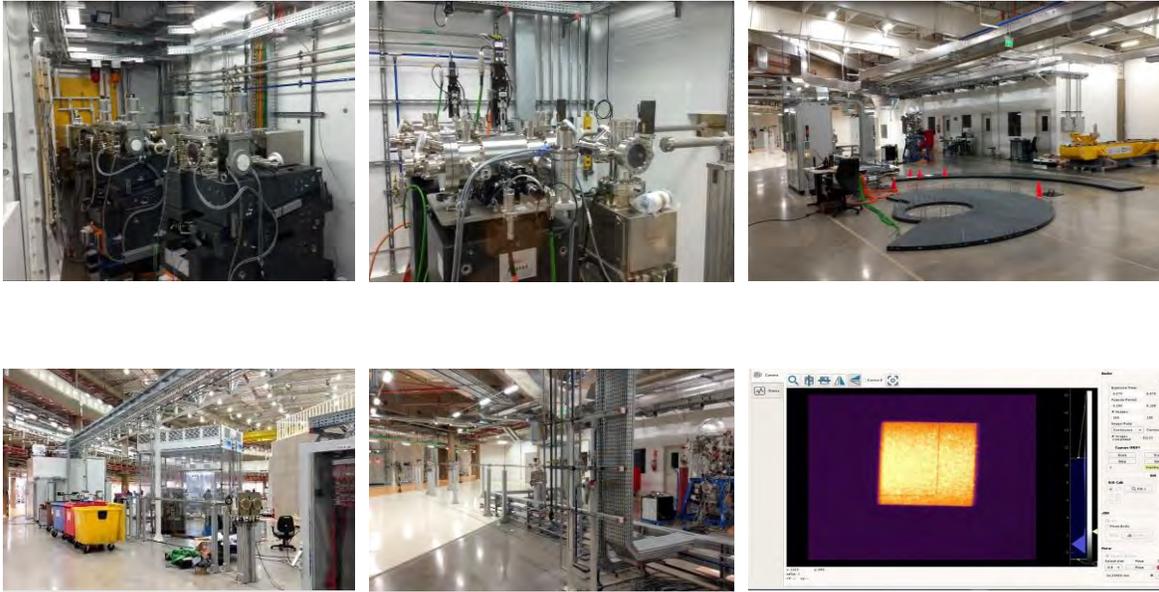


Figura 15. Nas imagens superiores observa-se (esq.) os sistemas de espelhos instalados na cabana A, (meio) fendas de precisão e câmaras de diagnósticos na cabana B, (dir.) trilhos de granito em arco do braço do espectrômetro RIXS e sistema XPS em instalação. Nas imagens inferiores vemos (esq.) a região entre as cabanas ópticas da linha, (meio) a infraestrutura das estações experimentais e (dir.) primeira imagem do feixe de luz observado na cabana A da linha em 16 de dezembro de 2020.

Os subsistemas das linhas da fase 1-B encontram-se em aquisição e fabricação, boa parte das suas instalações deverão ocorrer no segundo semestre de 2021. O principal destaque desta fase é a instalação da linha IMBUIA, cuja instalação das cabanas experimentais foi iniciada em novembro (Figura 16) e os primeiros elementos óticos, localizados no interior do anel, estão em produção e serão instalados no início de 2021. Seu comissionamento com feixe deve ser iniciado ainda no primeiro semestre.



Figura 16. Instalação das cabanas de isopainel da linha IMBUIA, entre as linhas CATERETÊ (à esquerda) e CARNAÚBA (à direita).

### 1.2.3. Subsistemas das linhas de luz

Ao longo de 2020, os *front-ends* das linhas MANACÁ, CATERETÊ, CARNAÚBA, EMA e IPÊ foram concluídos e disponibilizados para operação das linhas de luz, o que conclui a instalação de todos os 6 *front-ends* da Fase 1-A. O comissionamento detalhado desses sistemas foi iniciado com baixa corrente no anel, chegando a 50 mA ao final de 2020, e com 100 mA previstos para o primeiro semestre do próximo ano.



Figura 17 Front-end da linha IPÊ após o término da instalação em novembro deste ano.

O desenvolvimento e produção dos novos *front-ends* das linhas da fase 1-B teve início no segundo semestre deste ano e a experiência obtida na primeira fase tem gerado melhorias nos projetos e processos. Isso será fundamental para as próximas linhas, já que alguns *front-ends* têm projetos mais desafiadores (Figura 18), pois incluirão a instalação de componentes óticos dentro do túnel do anel, como no caso da linha SAPÊ, que inclui dois espelhos, e das linhas IMBUIA e CEDRO que além de incluir elementos óticos no front-end têm pontos de extração de radiação ortogonais aos convencionais e exigem uma nova furação na blindagem de concreto do anel (Figura 19). Parte do sistema de suportação e infraestrutura de utilidades já está no LNLS e será instalado no interior da blindagem no mês de janeiro de 2021 em conjunto com os primeiros componentes da linha IMBUIA.

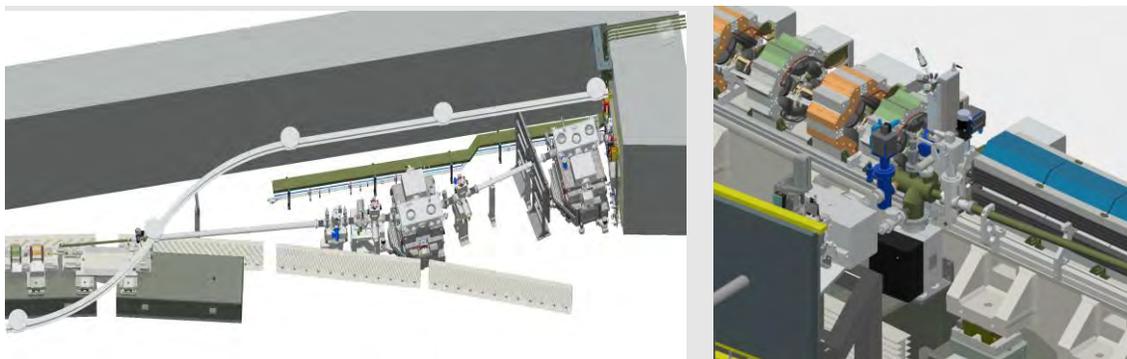


Figura 18. Projetos dos front-ends da linha SAPE (esq.) e das linhas IMBUIA e CEDRO (dir.) que incluem elementos  ticos dentro do túnel do acelerador e extra es diferentes das linhas da fase 1-A.



*Figura 19. Execução furação da blindagem de concreto para extração do feixe infravermelho da linha IMBUIA.*

A instalação e comissionamento dos monocromadores desenvolvidos pelo LNL também foram importantes desafios vencidos em 2020 (Figura 20). Os dois monocromadores de quatro cristais (4CM) da linha CARNAÚBA e CATERETÊ, apesar de menos complexos por terem sistemas de estabilização passivos, tiveram vários desafios a serem superados, em controle e gerenciamento térmico. Já o monocromador de alta estabilidade, HD-DCM, descrito em relatórios anteriores, e possivelmente o projeto de maior sofisticação mecatrônica já feito no país, foi instalado e comissionado esse ano na linha MANACÁ e, na sequência, um segundo exemplar foi instalado na linha EMA. O segundo HD-DCM, dessa vez usado completamente em empresas nacionais, foi um importante marco tecnológico para o projeto, demonstrando a capacidade interna de replicar e aperfeiçoar esta tecnologia de ponta para as demais linhas de luz utilizando recursos produtivos de engenharia totalmente nacionais.



*Figura 20 Visão interna do monocromador 4CM em calibração e foto da instalação do segundo exemplar do monocromador HD-DCM na linha EMA durante as verificações finais do sistema de controle antes do fechamento em vácuo.*

No que se refere o comissionamento do monocromador HD-DCM, em 2020 foram validados diversos dos parâmetros de projeto, que estão na fronteira de engenharia de precisão para opto-mecânica de linhas de luz. A estabilidade do sistema foi medida em condições reais e, embora os resultados indiquem uma ótima função de resposta, o espectro de vibrações do monocromador não pôde ser isolado, já que as contribuições de estabilidade do feixe de elétrons ainda são dominantes. De qualquer forma, embora aparentemente o monocromador não esteja introduzindo nenhuma contribuição detectável para as vibrações do feixe na posição focal, não é possível separar as contribuições individuais do feixe de elétrons das do monocromador nas condições atuais. À medida que o comissionamento do anel evoluir para entrega do feixe de elétrons dentro das especificações de estabilidade de projeto poderemos ter medidas mais acuradas da estabilidade do HD-DCM. Não obstante, outros aspectos do projeto também foram validados neste ano, como a coordenação de movimento entre ondulator e monocromador na linha de luz MANACÁ. Foram realizados testes bem sucedidos de coordenação de movimento para sincronização de energia entre ondulator e HD-DCM, tanto para o ondulator como líder e o HD-DCM como seguidor quanto vice-versa (Figura 21).

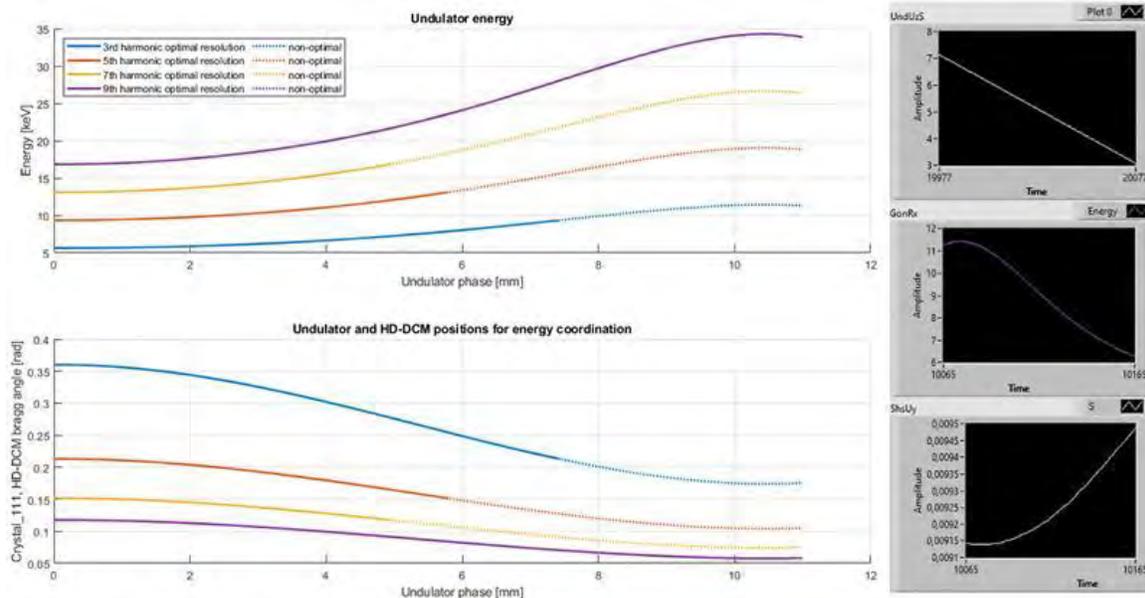


Figura 21. Testes de sincronização do HD-DCM com o ondulator. (a) Movimento líder: fase do ondulator [mm] variando com velocidade de 0.5 [mm/s]. Velocidades tão baixas quanto 0.001 mm/s também foram validadas; (b) Movimento seguidor: energia no HD-DCM [keV]; (c) movimento seguidor: distância entre os cristais do HD-DCM [m].

Em 2020 tivemos um conjunto de 11 sistemas de espelhos instalados (Figura 22) nas linhas da Fase 1-A. Esses sistemas são responsáveis pela suportação, posicionamento e refrigeração dos espelhos responsáveis pela focalização do feixe de luz emitido pelo anel. Seu projeto visa oferecer máxima proteção contra vibrações oriundas do solo, mínima distorção na superfície dos espelhos sob efeitos dos dispositivos de fixação e refrigeração, e ao mesmo tempo temperaturas criog nicas com capacidade de drenar dezenas de Watts dos espelhos. Os sistemas instalados nas linhas em comiss oamento técnico passaram com sucesso pela operacionalização de todos seus subsistemas na presença de luz nos últimos meses e passarão por testes sistemáticos de estabilidade nos meses iniciais de 2021, em conjunto com outras ações para aprimorar a estabilidade do feixe de elétrons. Dez novos sistemas estão previstos para as linhas da fase 1-B no próximo ano.



*Figura 22. Base de granito e câmara de vácuo sob fluxo laminar (esq.) durante montagem do mecanismo interno com espelho e sistema de diagnóstico (dir.) do sistema M1 da linha CARNAÚBA.*

#### 1.2.4. Subsistemas de aquisição e processamento de dados

Em 2019 tivemos um grande avanço no projeto de detectores de raios-X de grande área e foi possível realizar o primeiro experimento de cristalografia de proteínas com o protótipo do detector  $\mu$ -MEGA de 2.4 Mpixel. Isso permitiu que em 2020 tivéssemos a entrega e instalação de 2 novos sistemas completos, um com 4 módulos de 2.4 Mpixel arranjados em matriz quadrada, somando 9.6 Mpixels, e outro com 2.4 Mpixel e sensores de Si de maior espessura. Estes dois sistemas se encontram instalados nas linhas CATERETÊ e CARNAÚBA respectivamente. Embora existam diversos ajustes de operação e otimizações a serem feitas, os sistemas desenvolvidos em parceria com a empresa nacional pTEC já são utilizados de forma corriqueira para experimentos nas estações experimentais. Inclusive a empresa está licenciando esta tecnologia, propriedade do CNPEM, para fornecer estes detectores para outros síncrotrons no mundo. Neste ano também foi assinado um contrato de fornecimento para novos sistemas que serão utilizados nas linhas MANACÁ, SAPUCAIA, EMA, CARNAÚBA e PAINEIRA.



Figura 23. Detectores p-MEGA instalados nas linhas do Sirius. (esq.) Detector p-MEGA 540 D instalado dentro do túnel de vácuo da linha CATERETÊ e (dir.) detector p-MEGA 135 D de 675 um de Si, instalado na estação TARUMÃ da linha CARNAÚBA

Na área de instrumentação eletrônica, foram desenvolvidos diversos tipos de equipamentos para viabilizar a plena integração das estações experimentais, seus dispositivos e diferentes tipos de sinais ao sistema de controle utilizado no Sirius. Um dos destaques neste ano de 2020 foi o projeto e operacionalização de uma família de dispositivos para medidas de correntes elétricas de baixíssima intensidade. As linhas de luz da fase 1-A e 1-B demandam a utilização de até 200 canais de medida de sinais de baixa intensidade e as soluções comerciais existentes não atendem os requisitos técnicos para integração e sincronização de medidas necessárias nas linhas de luz do Sirius. Assim, amplificadores de transimpedância customizados com alta resolução, estabilidade e grande range dinâmico foram projetados e instalados nas primeiras linhas de luz da fase 1A. Tais dispositivos possuem a capacidade de medir correntes elétricas da ordem de poucos picoampères ( $10^{-12}$  A) até miliampères ( $10^{-3}$ A) com resolução atingindo unidades de femtoampère ( $10^{-15}$ A) e possuem total integração ao sistema de controle proposto para as estações experimentais. O gráfico mostra a densidade espectral de ruído da saída dos amplificadores do LNLS em comparação com um equipamento comercial de mesmo tipo (Figura 24). Nesta comparação, é possível verificar que o equipamento projetado (linha azul) possui excelente imunidade à ruídos elétricos e melhor resolução, custando aproximadamente 15% do valor equipamento comercial.

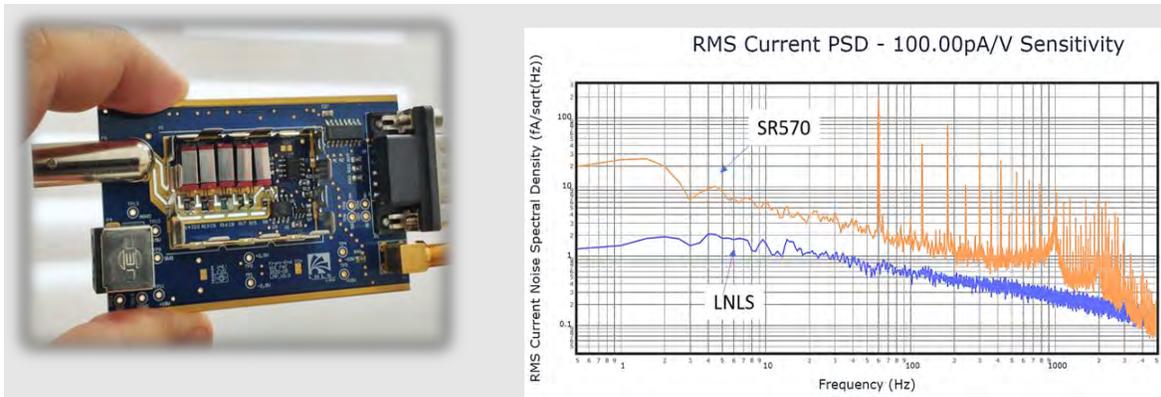


Figura 24. (esq.) Dispositivo de um canal para leitura de baixas correntes (dir.) Comparação da qualidade do dispositivo com um sistema comercial, utilizando densidade espectral de ruído de corrente.

Para uma outra gama de aplicações foram projetadas eletrônicas com 4 canais integrados, onde muitos sinais de corrente elétrica são concentrados em um único dispositivo, ou no qual um ou mais sinais devem ser relacionados matematicamente com outro. Este modelo (Figura 25) contempla os amplificadores de transimpedância, digitalizadores e um processador programável que permite o tratamento e manipulação dos sinais de maneira digital. Tal dispositivo possui maior imunidade a ruídos, dado que transforma sinais de corrente elétrica diretamente para dados digitais e estes são transmitidos ao sistema de controle via rede ethernet.

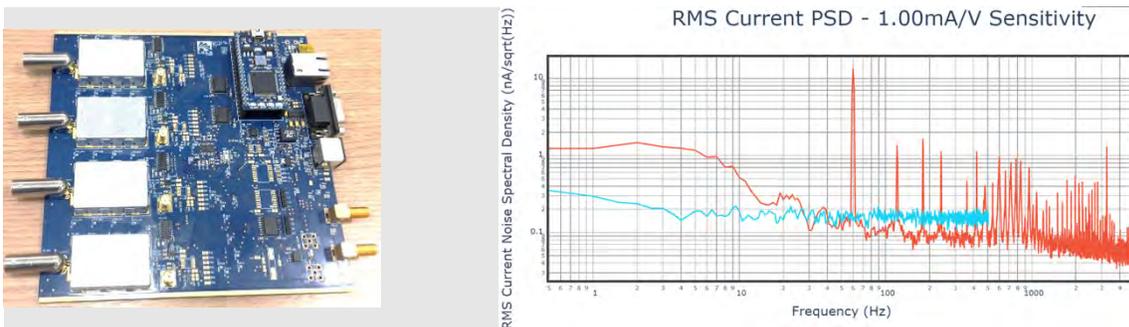


Figura 25. (esq.) Dispositivo para leitura de baixas correntes em quatro canais (dir.) Comparação da qualidade do dispositivo com um sistema comercial, utilizando densidade espectral de ruído de corrente.

Em 2020 tivemos um grande avanço na infraestrutura de processamento de dados para as linhas de luz. Foram adquiridos e instalados equipamentos de infraestrutura de computação paralela para processamento de dados científicos obtidos e derivados das linhas de luz do projeto Sirius. O projeto contemplou diversos aspectos da dinâmica de geração e uso de dados científicos para projetos de pesquisa e desenvolvimento interno, levando em conta as conectividades já existentes no projeto Sirius. Dessa forma, foram contemplados dois

sistemas de computação paralela. O primeiro, é baseado em nós de computação para cálculos que envolvam um forte paralelismo em CPU e com intenso uso de memória compartilhada, e é otimizado para aplicações como dinâmica molecular, análise de cristalografia de proteínas, simulações Monte-Carlo, dentre outras. Já o segundo sistema, prioritariamente baseado em um cluster de GPUs, tem a função de renderizar, visualizar, anotar e inferir dados utilizando ferramentas internas desenvolvidas pelo LNLS. O cluster de GPUs também é dedicado a cálculos semelhantes àqueles realizados nos servidores de HPC locais, atrelados a cada detector de cada linha de luz, mas que precisem ser repetidos com outras condições de contorno, dependendo da demanda da pesquisa do usuário (interno ou externo).

Neste ano também houve uma expansão considerável do sistema de armazenamento de dados do LNLS para suprir a demanda crescente das linhas de luz do Sirius. Foi adquirido um cluster de armazenamento de alto desempenho, baseado no sistema de arquivos paralelizado Lustre, com 2 PB e que suporta taxas de leitura e escrita de até 200 Gbps. O *storage* foi instalado no data center (DC), dentro do prédio do Sirius, e conectado a cada linha de luz em ethernet de 100 Gbps. As Tabela 1 e Tabela 2 resumem o conjunto atual de recursos computacionais do LNLS após as expansões de armazenamento e computação de alto desempenho.

**Tabela 1. Recursos computacionais atualmente disponíveis no Datacenter do Sirius para suporte da operação das linhas de luz e atividades de pesquisa e desenvolvimento.**

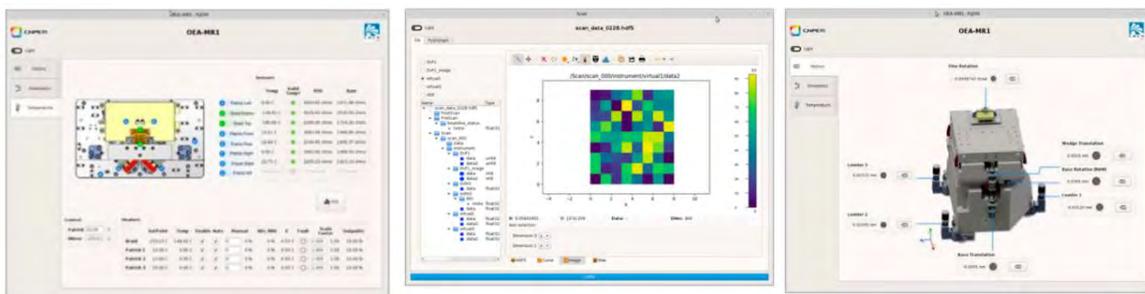
HPC								
NAME	CPU	FREQ [GHz]	THREADS	MEMORY [GB]	GPU	MEMORY / GPU [GB]	GPU BOARDS	GPU CORES
ADA	XEON	2.1	64	754	V100	32	1	5120
GRACE	XEON	3.6	32	503	K80	12	6	14976
TARSILA	XEON	2.9	48	503	K80	12	4	9984
DOROTHY	XEON	3.2	32	125	-	-	-	-
MARIE	POWER 9	3.8	128	574	V100	16	4	20480
BERTHA	POWER 9	3.8	144	1211	V100	32	6	30720
ENEDINA	XEON	4.0	448	6046	-	-	-	-
MABEL	AMD	3.3	256	1007	A100	40	8	55296

ROSALIND	AMD	3.3	256	1007	A100	40	8	55296
LELIA	AMD	3.3	256	1007	A100	40	8	55296
NISE	AMD	3.3	256	1007	A100	40	8	55296
HARRIET	AMD	3.3	256	1007	A100	40	8	55296
MAFALDA	XEON	1.8	40	125	-	-	-	-

**Tabela 2. Resumo dos recursos de armazenamento disponíveis no Datacenter do Sirius.**

STORAGE			
NAME	CAPACITY (TB)	FILESYSTEM	I/O
IBIRA	2048	LUSTRE	100 Gbps
DDN	140	GPFS	56 Gbps

Em relação ao software de operação das linhas, em 2020 continuamos o desenvolvimento da estrutura de controle das linhas, consolidada com máquinas virtuais dedicadas a *software* EPICS aplicado à integração de equipamentos. Um destaque importante do ano são as bibliotecas de objetos de interfaces gráficas (Figura 26) para operações comuns e especializadas que permitem uma experiência mais fluida tanto dos usuários externos quanto dos grupos de apoio à operação e desenvolvimento das linhas de luz. Também foram incorporados novos recursos ao *software* da colaboração internacional MXCuBE para operação da linha Manacá, integrando com o banco de propostas de pesquisa ISPyB.



*Figura 26. GUIs de operação das linhas desenvolvidos pelo grupo SOL em uso no Sirius.*

### 1.3. Pesquisa e Desenvolvimento in-house

O ano de 2020 foi mais um período de evolução das publicações científicas de alto impacto no LNLS. É possível notar o impacto das políticas do laboratório de estimular seus pesquisadores a fazerem experimentos mais ambiciosos em síncrotrons de 3ª geração como preparação para os experimentos do Sirius. Estes experimentos, além de prepararem tecnicamente as equipes para os desafios operacionais da nova fonte de luz síncrotron brasileira, permitiu também termos medidas de *benchmarking* que agora estão servindo de *proxy* para o comissionamento de nossas linhas de luz de 4ª geração.

Os destaques científicos selecionados para este relatório nas áreas de materiais biológicos, meio ambiente, materiais funcionais e materiais quânticos são apresentados a seguir. Nestes exemplos é possível ter também uma prévia das capacidades em imagens 3D e 4D que virão com o Sirius.

#### 1.3.1. Materiais Biológicos

Nos trabalhos destacados a seguir são mostrados exemplos de como a estrutura de materiais biológicos, nativos e geneticamente modificados, é evidenciada por luz síncrotron e como esta estrutura pode ser usada de inspiração para materiais sintéticos, como nanofármacos.

#### *Lições aprendidas com o SARS-CoV-2 para desenvolvimento de nanofármacos*

Os vírus são nanopartículas naturais que interagem de modo preciso e eficiente com o maquinário biológico dos organismos e graças às características de estrutura muito bem distribuídas conseguem excelentes resultados de infecção e replicação. O trabalho publicado pelos pesquisadores do LNLS na revista *NanoToday*, propõe que arquitetura do SARS-CoV-2, em nanoescala, sirva de inspiração para o desenho de novas estratégias de produção de medicamentos. Nas últimas décadas, a ciência avançou a um ponto de controle surpreendente sobre materiais em nanoescala e desenvolveu plataformas sofisticadas capazes de contribuir significativamente para melhorar resultados terapêuticos. Um dos maiores desafios, no entanto, é desenhar estratégias de direcionamento de nanopartículas que minimizem as eventuais vulnerabilidades de interação delas fora dos alvos específicos. O artigo descreve as características estruturais do SARS-CoV-2 que poderiam ser copiadas

no desenho de uma possível nanopartícula sintética (Figura 27), racionalmente otimizada para obter a melhor capacidade de direcionamento.

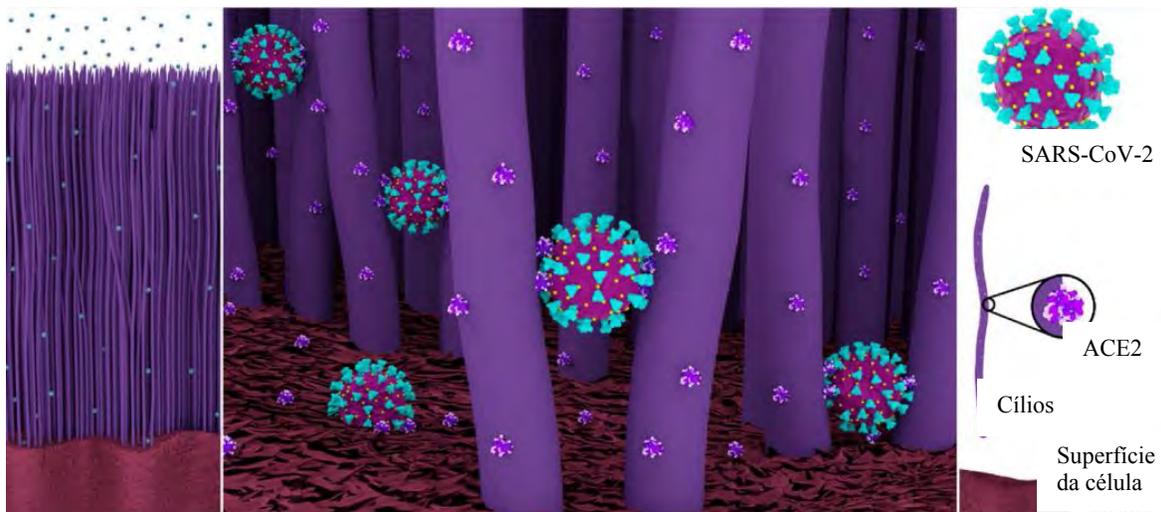


Figura 27. Adaptado do artigo publicado na revista *Nano Today* (DOI: 10.1016/j.nantod.2020.101012) Representação esquemática da interação em nano-escala do SARS-CoV-2 e o aparato celular. Interação do SARS-CoV-2 com os cílios micrométricos das células epiteliais do nariz (esquerda) e os detalhes da ligação forte entre a proteína S do vírus e os receptores ACE2 (direita).

### *Nanotomografia evidencia os impactos da modificação genética nas plantas*

Um dos principais desafios para a produção em larga escala do etanol de segunda geração (2G) consiste na remoção da lignina, molécula que compõe a parede celular das plantas e confere resistência mecânica e proteção contra patógenos. Entretanto, a presença e a organização da lignina pode ser um fator limitante na obtenção da celulose para posterior degradação. Criar variedades geneticamente modificadas, nas quais as enzimas responsáveis pela síntese de lignina encontram-se silenciadas e ao mesmo tempo mantendo sua resistência mecânica tem sido um campo fértil para investigações. Para entender os impactos de tais modificações genéticas foram obtidas imagens tridimensionais de fragmentos de *Arabidopsis thaliana* – comumente usada como modelo em estudos de plantas – por meio de nano-tomografia de raios X de alta resolução (tomografia computadorizada de raios X crio-pticográficos). Trata-se de uma técnica de imagem que pode revelar a estrutura hierárquica tridimensional de biomateriais em grandes campos de visão. As imagens em 3D obtidas pelos pesquisadores do LNLS (Figura 28) permitem separar compartimentos celulares, compreender os processos intracelulares

e simular, por exemplo, a espessura ideal de parede celular em relação à parte interior da célula (lúmen), para que a planta não colapse.

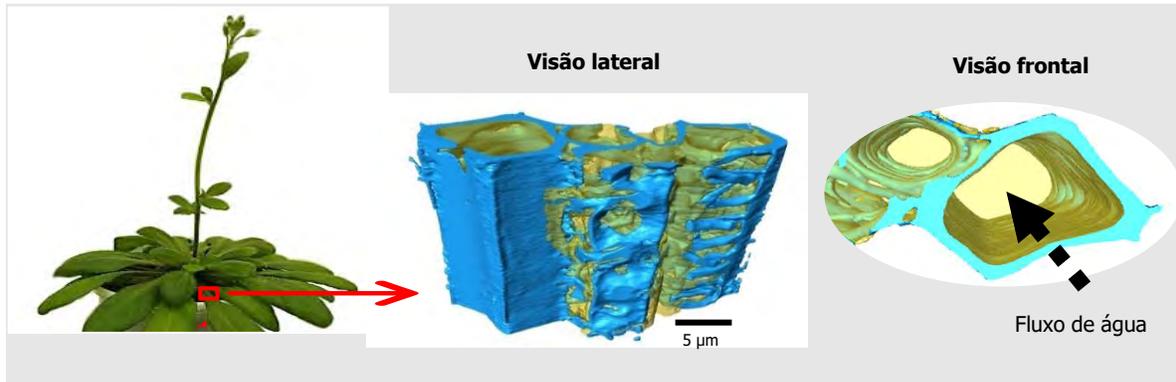


Figura 28. Adaptado do artigo da Scientific Reports (DOI: 10.1038/s41598-020-63093-6). Imagem 3D à esquerda corresponde ao tipo celular responsável pelo transporte de água nas plantas, chamado xilema. A imagem foi reconstruída a partir de um fragmento de pecíolo com espessura de aproximadamente 1 cm (à esquerda). A técnica de ptycografia permite a “navegação” no interior celular e visualização da morfologia da parede (em azul) e interior celular (em amarelo) assim como realizar simulações de fluxo de fluidos pelas células.

#### Compartimentos internos das mitocôndrias vistos por nanotomografia de raios-X

Mitocôndrias são organelas de suma importância e capazes de alterar a sua morfologia e se adaptarem a demandas energéticas em condições fisiológicas e de estresse. Doenças do coração e disfunções neurológicas estão relacionadas às alterações morfológicas na estrutura mitocondrial. Portanto, é imprescindível a obtenção de imagens tridimensionais de alta resolução para caracterizar tais alterações. Neste trabalho a técnica de tomografia de raios-X mole foi utilizada em condições criogênicas para caracterizar a morfologia das cristas internas mitocondriais. O experimento foi realizado na linha de luz 2.1 do *Advanced Photon Source* (Berkeley, EUA). As imagens de alta resolução (Figura 29) permitiram a identificação e caracterização geométrica de mitocôndrias isoladas de ratos. A alta resolução permitiu visualizar e extrair dados quantitativos a respeito da complexidade estrutural de mitocôndrias. O trabalho derivou um valioso parâmetro morfológico para avaliar a modelagem de cristas e que pode ser aplicado para diferenciar estruturas doentes ou saudáveis baseados na morfologia das mitocôndrias.

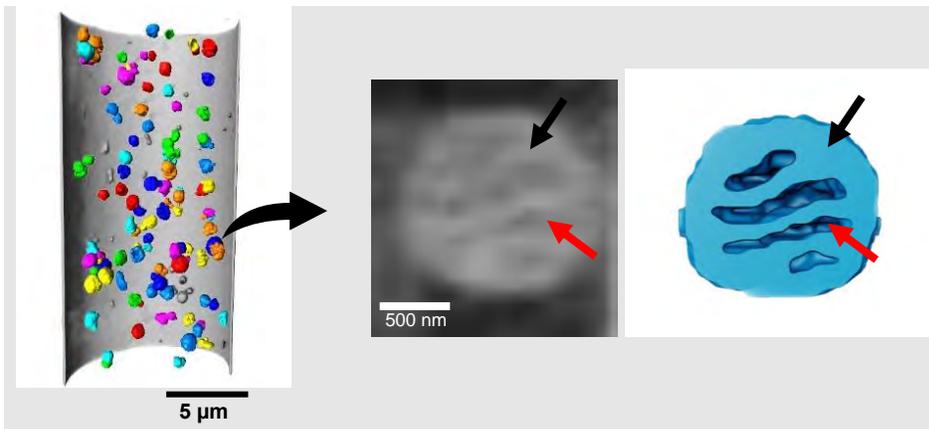


Figura 29. Adaptado do artigo publicado na *Scientific Reports* em 2020 (10.1038/s41598-020-78150-3.) À esquerda, representação 3D das mitocôndrias extraídas e identificadas dentro do capilar. À direita, uma das mitocôndrias foi selecionada para ser caracterizada. Foi possível separar os compartimentos das membranas mitocondriais (seta preta) e matriz mitocondrial (seta vermelha). A razão entre os volumes de ambos os compartimentos fornece um importante parâmetro fisiológico para avaliar um estado saudável e doente em disfunções cardiovasculares e nervosas.

### 1.3.2. Meio Ambiente

Nos destaques relacionados às ciências do meio ambiente com luz síncrotron, são explorados métodos de análise físico-químicas de sistemas do ambiente. Um dos trabalhos publicados apresenta um método quantitativo da composição química 3D de amostras de fósseis de microrganismos do período Pré-Cambriano. No destaque seguinte a espectroscopia de raios-X moles é explorada na especiação do elemento químico Fósforo, micronutriente essencial para a fertilização das plantas. No terceiro exemplo desta seção, o método de tomografia por raios-X com resolução temporal é apresentado como uma forma de simulação da remediação de aquíferos e observar em escala micrométrica e em tempo real os efeitos do uso de nanopartículas para eliminação de contaminantes.

#### *Mapeamento químico 3D de micro fósseis*

Por décadas, os cientistas vêm usando fósseis de microrganismos para entender melhor a origem e evolução da vida na Terra, mas esse ramo da paleobiologia deu um grande salto com o desenvolvimento de novas técnicas de produção de imagem. No trabalho publicado na revista *Scientific Reports* da *Nature*, Pesquisadores do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), juntamente a cientistas da França e Suíça produziram as imagens 3D mais

detalhadas já obtidas de vestígios de vida muito antigos na Terra. Os microfósseis estudados, da Formação *Gunflint*, no Canadá, têm aproximadamente 1,9 bilhão de anos e são restos preservados de microrganismos semelhantes às bactérias existentes hoje em dia, mas de um período em que apenas vida microscópica existia na Terra.

Usando a técnica de alta resolução chamada tomografia computadorizada ptycográfica por raios X (ou, em inglês, *ptychographic x-ray computed tomography*), na fonte de luz síncrotron *Swiss Light Source*, do *Paul Scherer Institute*, Suíça, foram obtidos detalhes sem precedentes da forma, composição e preservação desses microfósseis. Os dados permitiram reconstruir as células em 3D e ver como o tempo e os processos geológicos afetaram sua forma original de maneira distinta em duas partes diferentes da mesma formação geológica. Isso permitiu revelar que, no nível das células e em contato com a matéria orgânica, os óxidos de ferro seguem um padrão de transformação diferente do resto da formação, o que aprimora nossa compreensão de como essas estruturas foram preservadas e como foram alteradas depois de permanecerem enterradas por bilhões de anos.

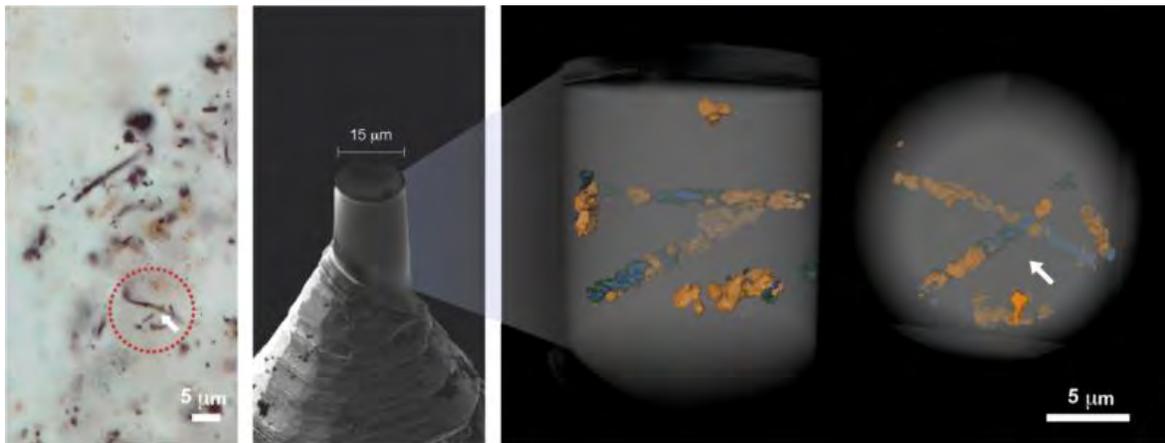


Figura 30. Microfósseis observados por microscopia ótica (esq.) microscopia eletrônica de varredura (centro) e ptycografia de raios-X.

#### *Simulação de remediação de aquíferos observada em tempo real e resolução micrométrica*

No artigo publicado na revista *PNAS*, pesquisadores do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, e colaboradores, investigaram a utilização de nanopartículas de ferro, um elemento químico muito reativo, para a degradação dos poluentes na origem do problema. Apesar deste efeito já ser conhecido, o grupo mostrou pela primeira vez como essa reação

ocorre em uma condição similar à de um aquífero real, ou seja, o que acontece nos poros das rochas durante essa interação entre nanopartículas e contaminantes.

Com o uso da linha de luz de microtomografia de raios X (IMX) do LNLS, os pesquisadores puderam observar a interação entre as nanopartículas de ferro e o hidrocarboneto clorado tricloroetileno (TCE) em ambiente simulado de processos de remediação já empregados em águas subterrâneas.

A equipe identificou dois processos distintos. O primeiro foi a formação de uma fase gasosa que causa a remobilização do contaminante residual no meio poroso. Este processo não é necessariamente um efeito desejável para uma remediação *in situ*, mas é importante conhecê-lo para melhorar o projeto de remediação. O segundo processo é a degradação direta do contaminante na interface TCE/nanopartícula. Este processo não é uma prática comum, porém esse estudo mostrou a sua viabilidade. Segundo os pesquisadores, os resultados devem viabilizar o desenho de estratégias otimizadas de nanoremediação, além de subsidiar a regulamentação dessas técnicas.

Atualmente este mesmo teste está sendo repetido com amostras de solo, no lugar dos *beads*, para ver como esse tipo de amostra (que é bastante friável) se comporta em condições de injeção de fluido. De forma preliminar, na linha MOGNO, já foi observado que em condições reais de injeção, o fluido é capaz de saturar o meio, preservando a estrutura do solo. Esse teste é um avanço importante para o estudo de solos contaminados, pela dificuldade em se manter a integridade de uma amostra tão pequena (~3-6 mm). Este teste também já revelou detalhes que deverão ser modificados na célula para melhorar experimentos com solos.

### 1.3.3. Materiais Funcionais

Os exemplos destacados sobre materiais heterogêneos e hierárquicos, projetados para cumprir funções específicas, mostram como as vantagens de experimentos de luz síncrotron de 3ª e 4ª geração podem ser exploradas para observar a estrutura atômica de materiais para conversão fotovoltaica e de materiais catalíticos, observados em condição de operação.

#### *Morfologia de filmes de perovskitas observadas por espalhamento de raios-X*

As perovskitas híbridas orgânico-inorgânicas (OIHP) prometem uma nova era para a energia solar, com resultados recentes atingindo eficiências próximas a 30%. Apesar de se tratar de

um material de baixo custo, podendo ser integrado em vários produtos transparentes ou flexíveis, sua aplicação em grande área ainda é um desafio. A distribuições de estruturas cristalinas é função do método e do processo dinâmico da síntese, impacta diretamente na capacidade fotovoltaica, e precisa ser compreendida passo a passo, com experimentos *in-situ*.

No trabalho publicado na revista *Advanced Functional Materials* de 2020, os pesquisadores da UNICAMP e do LNLs investigaram a estrutura cristalina dos filmes de perovskitas, feitos pelo método de *gas quenching*. Para compreender as formações de fases intermediárias durante o processo de *gas quenching* os pesquisadores utilizaram a técnica de difração de raios-X em incidência rasante *in situ*. No estudo foram investigadas diferentes combinações de precursores e solventes de forma a compreender a relação entre morfologia cristalina e parâmetros de síntese.

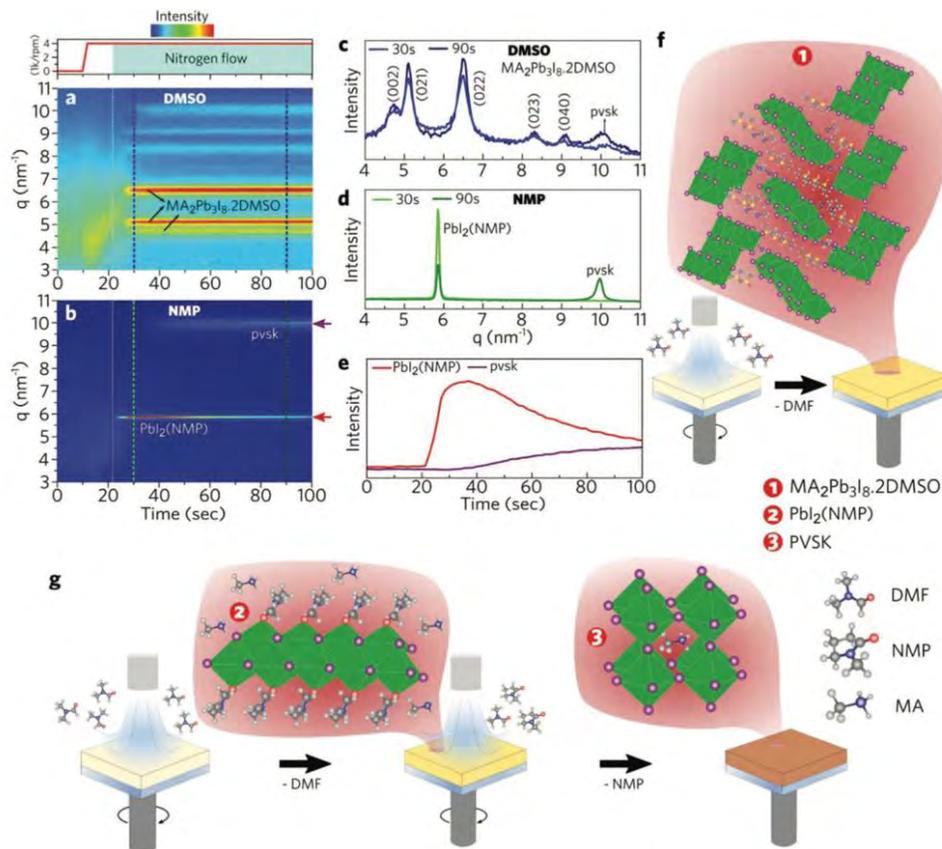


Figura 31. Figura extraída do artigo *Adv. Func. Mater.* (DOI: 10.1002/adfm.202007473). A figura mostra o feito do DMSO e NMP para a perovskita MAPbI3 durante a preparação do spin coating. Mapas de intensidade de espalhamento de raios-X resolvidos no tempo *in situ* para perovskita MAPbI3 usando a) DMSO e b) NMP. c, d) Padrões de XRD respectivos em 30 e 90 s. e) Evolução temporal dos picos de PbI2 (NMP) e perovskita para MAPbI3-NMP. Representações esquemáticas de f) MAPbI3-DMSO e g) formação de MAPbI3-NMP.

### *A dinâmica das deformações atômicas de nanopartículas no processo catalítico*

A catálise é um processo fundamental para o controle da emissão de poluentes industriais e de veículos automotores. Nos escapamentos dos veículos, os catalisadores transformam gases poluentes, como monóxido de carbono e óxidos nítricos, em gases não poluentes. Cientistas de todo o mundo estão trabalhando para reduzir essas emissões e uma maneira de fazer isso é aprender mais sobre as reações químicas que transformam o monóxido de carbono em dióxido de carbono dentro do veículo. O trabalho liderado por pesquisadores do LNLS e publicado na revista *Nature Communications* (Passos, A.R., et al. *Nature Communications*, 11, 4733, 2020) utilizou a técnica de imagem em 3D por difração de raios-X coerentes (BraggCDI) para entender como as mudanças no nível atômico das nanopartículas do catalisador afetam a reação catalítica. A evolução da deformação da rede atômica de catalisadores de ouro foi monitorada durante a reação de oxidação do monóxido de carbono. Foi observado de forma direta a dinâmica da deformação em escala nanométrica, onde regiões idênticas da nanopartícula são afetadas de forma diferente pela deformação atômica que leva à formação dos sítios ativos onde a reação vai ocorrer (Figura 32).

A energia elástica de uma nanopartícula individual também foi mapeada com a precisão de attojoule durante a reação catalítica. Foi verificado que a diferença na atividade do catalisador durante o aquecimento e resfriamento (histerese) está ligada às propriedades estruturais e dinâmica de deformação atômica dos catalisadores e não apenas às variações das condições de reação que há muito se acreditava. Isso sugere que encontrar maneiras de controlar a energia elástica é de suma importância para controlar as propriedades catalíticas dos nanomateriais. Esta abordagem abre um caminho poderoso para o estudo de catalisadores durante a reação que permitirão conhecimentos profundos sobre os mecanismos catalíticos em nanoescala e o desenvolvimento de catalisadores cada vez mais eficientes para o controle da poluição atmosférica.

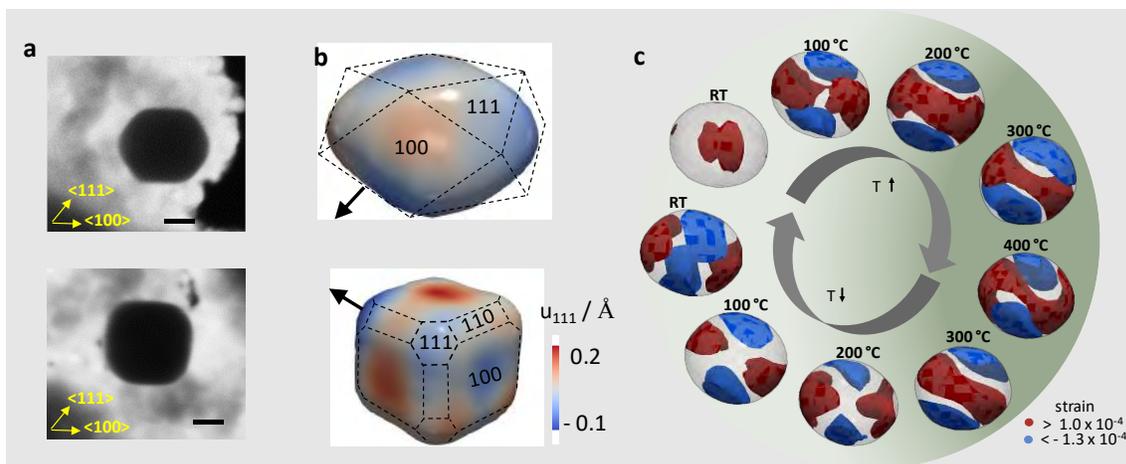


Figura 32. Morfologia dos catalisadores compostos por nanopartículas de ouro. Nanopartículas de ouro foram sintetizadas com forma controlada, cubooctaedro e cubo. As nanopartículas de aproximadamente 60 nm foram caracterizadas por a) microscopia eletrônica e b) BraggCDI. c) Evolução da deformação atômica de uma nanopartícula durante a reação de oxidação do monóxido de carbono

#### 1.3.4. Materiais Quânticos

Na exploração de fenômenos relacionados a novos estados quânticos da matéria, os experimentos com luz síncrotron, aliados a modelagem teórica, oferecem oportunidades únicas de compreensão fundamental da natureza de estados quânticos e suas excitações elementares. Os exemplos destacados nessa sessão demonstram o uso de luz síncrotron na nanofotônica, na spintrônica e na compreensão de fases eletrônicas nemáticas em materiais fortemente correlacionados.

#### *Materiais para nanofotônica observados por nanoespectroscopia de infravermelho*

Cristais bidimensionais (2Ds) são o novo paradigma em ciência e engenharia de materiais dadas as suas propriedades físicas e químicas extraordinárias. No campo da nano optoeletrônica, estes materiais têm revolucionado a indústria de componentes semicondutores que poderão alcançar dimensões atômicas e desempenho milhares de vezes superior aos disponíveis no mercado atual. Em especial, há uma demanda crescente no desenvolvimento de componentes capazes de transportar luz em escala nanométrica, os chamados dispositivos nanofotônicos, os quais exigem técnicas avançadas de caracterização para validação. Neste trabalho, foi apresentado um painel de avanços na área de nanofotônica viabilizados pela técnica de Nanoespectroscopia de Infravermelho Síncrotron (SINS) no LNLS e em outros aceleradores no mundo. A técnica combina Microscopia de Força Atômica (AFM) e microscopia de infravermelho síncrotron (Figura 33) na caracterização das

propriedades ópticas locais dos materiais, com resolução espacial de 25 nm. Alguns materiais 2Ds, como o nitreto de boro hexagonal (hBN), são conhecidos por suportarem ondas híbridas de luz e vibrações de rede (fônons), as chamadas ondas de fônons-poláritons. A SINS é uma das poucas técnicas capazes de acessar tais ondas tanto por visualização direta quanto na sondagem espectral.

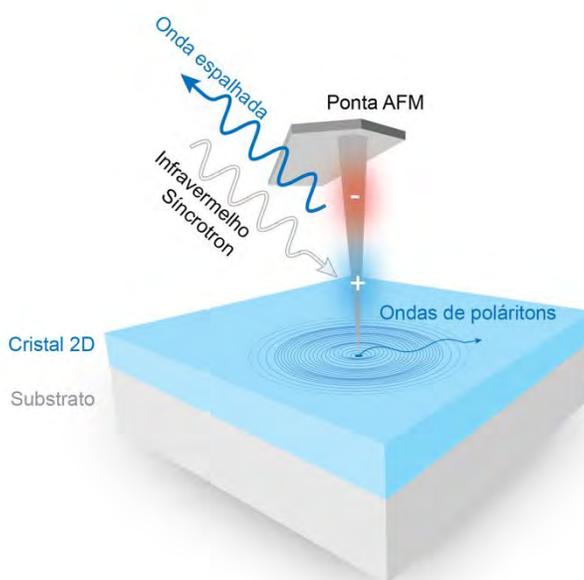


Figura 33 - Experimento SINS sondando propriedades de materiais 2D com uso de radiação infravermelha síncrotron. Adaptado de do trabalho original (I. D. Barcelos, et al. *Adv. Opt. Mater.*, 8, 1901091, 2020).

### *Nanomagnetos para spintrônica*

Magnetos moleculares são blocos elementares para construção de dispositivos de spintrônica. Entretanto, para que suas aplicações em dispositivos sejam viabilizadas, é fundamental um controle da interface híbrida orgânico/inorgânico no nível de orbitais moleculares. Afinal, tanto as propriedades magnéticas quanto as de transferência de informação destes magnetos moleculares com dispositivos eletrônicos são fortemente dependentes destes tipos de interfaces. No trabalho feito em colaboração entre os pesquisadores do LNLS, do CBPF, da UFRJ, publicado na *ACS Applied Nano Materials* as propriedades eletrônicas e magnéticas de um tipo de interface entre um magneto molecular e uma camada de ferromagnética foi investigada por meio de técnicas absorção e photoemissão por raios-X. A infraestrutura de crescimento de filmes magnéticos do LNLS

foi utilizada para sintetizar várias condições de organização de moléculas de Fe-Phthalocyanine (FePc), que é uma molécula planar, com uma gaiola orgânica com um átomo de ferro central. Essas moléculas foram depositadas, juntamente com átomos de cobalto, sob uma camada de manganita ferromagnética em diferentes condições de cobertura, formando nanoclusters magnéticos com propriedades que puderam ser modificadas pelas condições de síntese.

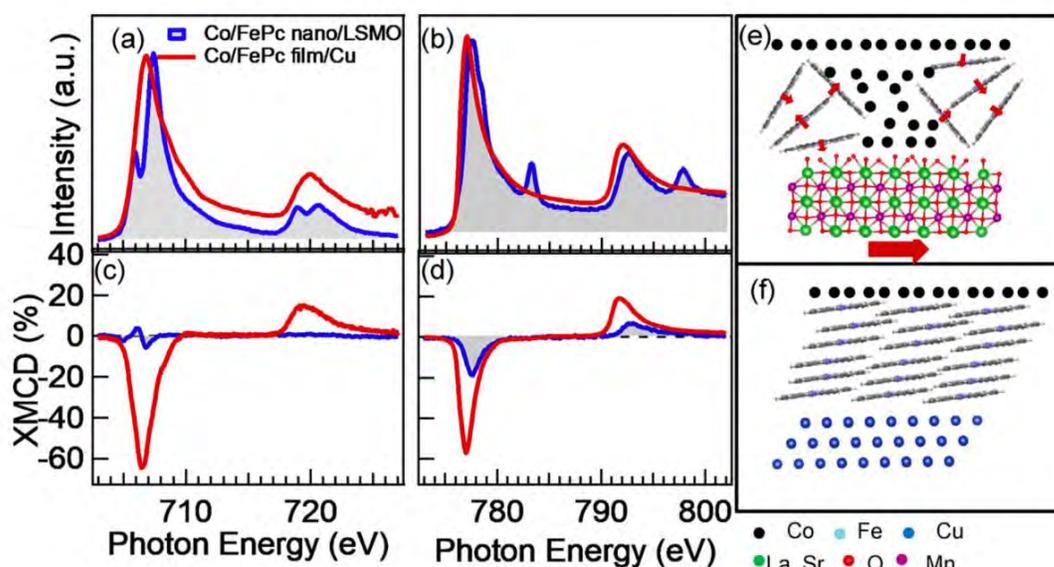


Figura 34. Espectro de absorção e dicroísmo circular magnético de nanoclusters de FePc sob o filme de manganita e uma superfície de cobre, na borda L do Fe e do Co, evidenciando diferentes propriedades magnéticas dependentes da organização das moléculas na interface. Adaptado da publicação original

### Fase Nemática eletrônica

No estudo de materiais quânticos, a transição de fases metálicas isotrópicas para fases eletrônicas com quebra de simetria rotacional é um fenômeno semelhante à transição nemática de cristais líquidos moleculares, porém muito exótico por aparecer entre elétrons. A compreensão dessa transição de fases é um desafio teórico e experimental na fronteira do conhecimento atual sobre sistemas eletrônicos fortemente correlacionados. No trabalho publicado por Seo S. e colaboradores na revista *Physical Review X*, com a participação de pesquisadores do LNLS, a transição nemática em um composto de Ce tetragonal é demonstrada. Compostos deste tipo apresentam novos estados quânticos da matéria na vizinhança de um ponto crítico quântico (QCP) quando uma transição magnética é suprimida para a temperatura zero por parâmetros não térmicos, por exemplo, pressão, campo magnético ou dopagem química. No trabalho liderado pelos pesquisadores do Laboratório Nacional de Los Alamos nos EUA, foi determinado o diagrama de fases

temperatura-campo magnético do composto CeAuSb<sub>2</sub> sob pressão. Medidas termodinâmicas e de difração de raios-X (uma das últimas feitas na linha XDS do UVX) evidenciaram uma ordem magnética em *stripes* ligada a uma transição de fase estrutural na pressão ambiente. O modelo teórico desenvolvido pelos autores sugere que a ordem magnética das *stripes* é precedida por uma fase nemática que aparece em 6.5 K, muito próxima da transição magnética a temperatura de 6.3 K.

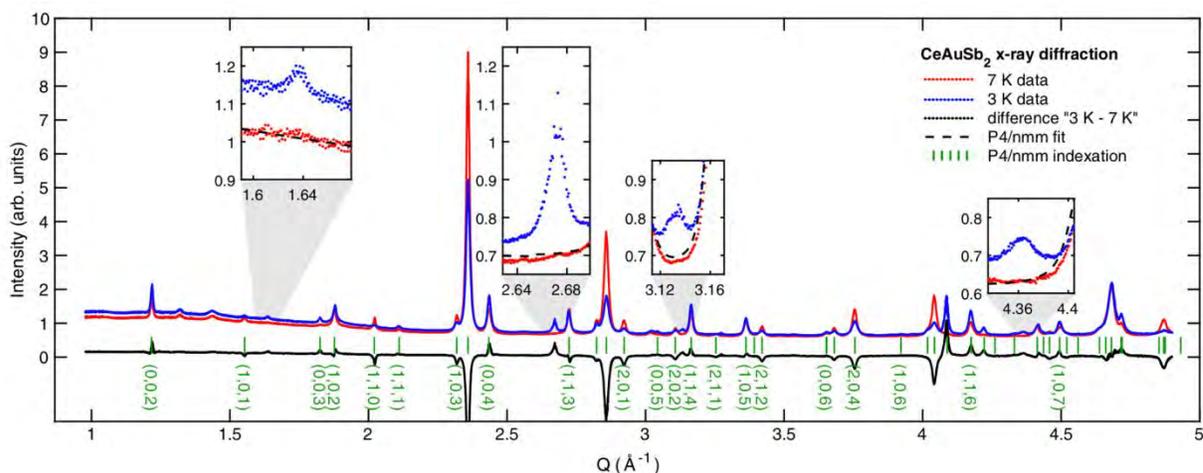


Figura 35. Dados de difração de raios-X do composto tetragonal de Ce obtidos na linha XDS para temperaturas acima (7 K, vermelho) e abaixo (3 K, azul) da temperatura de transição nemática. Os picos de Bragg que aparecem na fase de baixa temperatura evidenciam a nova fase.

### 1.3.5. Colaborações Internas

#### *Nanodispositivos para diagnóstico de feixe nas linhas de luz do Sirius*

Em 2020 continuamos a explorar as oportunidades de desenvolvimento conjuntos entre o LNLS e o LNNano para o Sirius, mesmo com as condições restritivas para uso dos laboratórios de microfabricação. Um destaque importante foi o desenvolvimento de nanodispositivos que permitem determinar com precisão o tamanho do feixe de raios-X no ponto focal das linhas. Esse é um desafio crítico pois, à medida que os feixes de raios-X atingem dimensões sub-micrométricas, os métodos convencionais não são mais apropriados para o diagnóstico do feixe, dificultando muito o alinhamento ótimo dos sistemas óticos. No projeto foi construído um dispositivo com fios metálicos micrométricos que permite varrer o foco do espelho M1 da Mogno e, através do sinal de fluorescência, inferir sobre o alinhamento do espelho em relação à fonte raios-X, localizada no centro do dipolo de alto campo do Sirius.

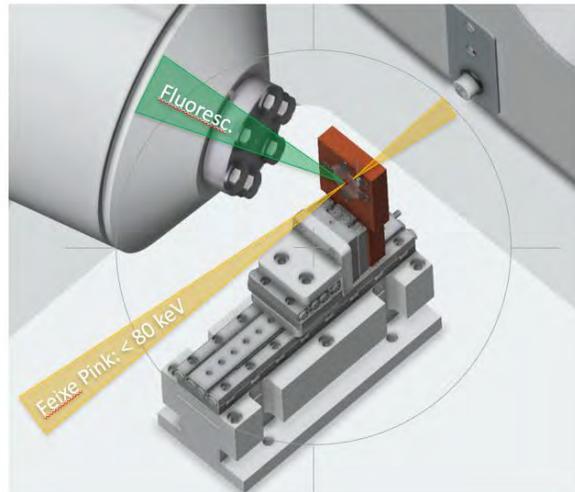


Figura 36. Esquema de uso do dispositivo desenvolvido em colaboração com o LNNano para monitoramento do feixe e alinhamento da ótica da linha MOGNO.

Para este dispositivo foram escolhidos dois metais diferentes, ouro e platina, com espessura de 150 nm, 2mm de largura e 5mm de comprimento, depositados em um substrato de silício de 10x10 mm<sup>2</sup>. Quatro protótipos foram fabricados pelo grupo LMF do LNNano e avaliados através de medidas de AFM e MEV (Figura 37), o que permitiu escolher a melhor dentre as quatro amostras para ser instalada dentro da câmara do espelho M1. O comissionamento extensivo desse dispositivo ocorrerá no primeiro quadrimestre de 2021 com a instalação da ótica da linha MOGNO, entretanto já pôde ser avaliado preliminarmente durante a primeira medida de foco da estação Tarumã da linha CARNAÚBA (Figura 14).

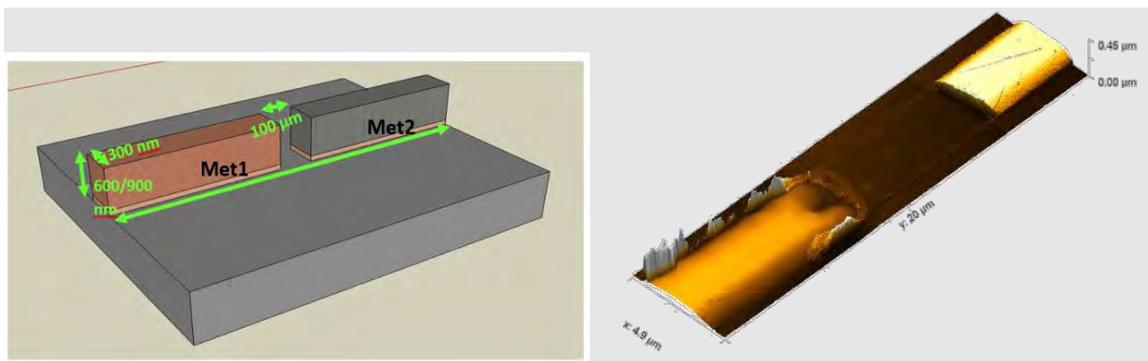


Figura 37. (esq.) Proposta feita para fabricação do dispositivo no LNNano, que será utilizado na linha MOGNO. (dir.) Medida de AFM que valida as dimensões e qualidade de deposição – ouro à direita, platina à esquerda (com bordas irregulares, dado que o processo de fabricação é mais desafiador).

### Microfluídica aplicada aos experimentos do Sirius

Um segundo destaque da colaboração com o LNNano foram os dispositivos de microfluídica para experimentos em linhas de luz. O dispositivo microfluídico selado com película de poliéster (Mylar) foi desenvolvido durante o programa bolsa de verão (PBV2020) em colaboração com pesquisadores do Laboratório de Microfabricação (LMF). O dispositivo consiste em microcanais (com eletrodos) gravados em vidro e selados por um “adesivo” preparado com resina sensível ao ultravioleta sobre poliéster. O procedimento de selagem desenvolvido neste projeto e a inserção dos eletrodos, conferem versatilidade ao dispositivo que também pode funcionar como uma célula eletroquímica. Devido as propriedades óticas dos materiais escolhidos, o dispositivo apresenta, para determinadas faixas de comprimentos de onda, baixa absorção de raios-X, infravermelho, ultravioleta e luz visível, exibindo alta resistência química, tornando-se adequado para experimentos que envolvem sistemas *in vivo* e *in situ* em linhas de luz síncrotron. A Figura 38 mostra o dispositivo microfabricado.

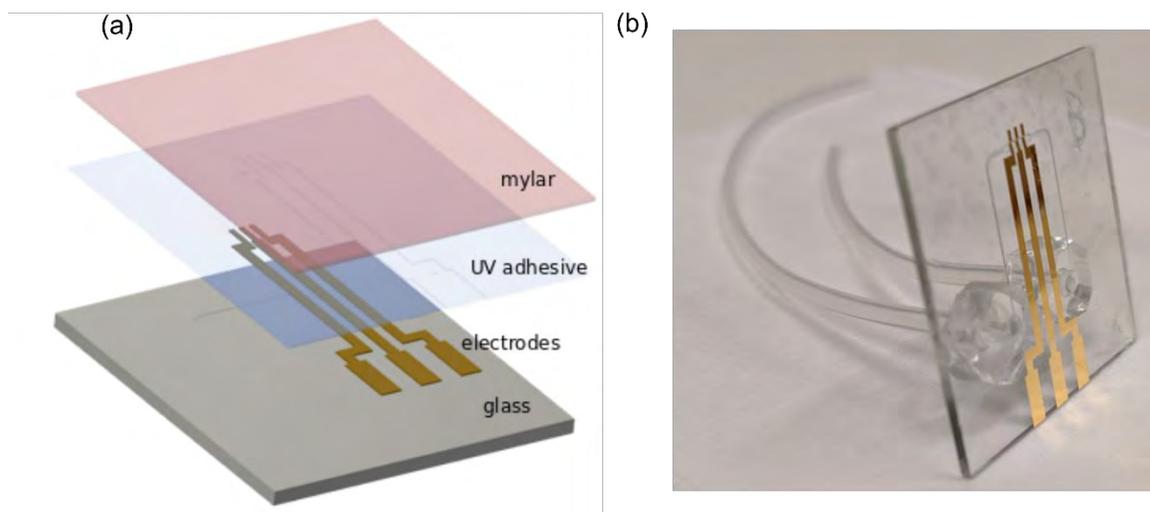


Figura 38. (a) Esquema mostrando a sequência das camadas do dispositivo (b) dispositivo final com as conexões de entrada e saída de fluidos

Este tipo de colaboração interna é uma das principais vantagens estratégicas do CNPEM para a experimentos únicos no Sirius.

#### 1.3.6. Colaborações Internacionais

### *Membranas poliméricas porosas*

Este projeto de colaboração entre o LNLS a universidade KAUST (*King Abdullah University of Science and Technology*) tem como objetivo investigar a dinâmica microscópica subjacente ao mecanismo de resposta térmica das membranas de ultrafiltração. Uma das metas do projeto é o uso da técnica de XPCS na linha de luz CATERETÊ para observar a dinâmica na faixa de milissegundos. Devido ao comissionamento técnico da linha ainda estar em curso, o programa experimental ainda não pôde ser iniciado. Nesse ínterim, no ano de 2020 o projeto seguiu com a contratação de um pesquisador de pós-doutorado que desenvolveu um conjunto de códigos computacionais para determinar as funções de autocorrelação de intensidades que recentemente foi testado medindo a resposta das nanopartículas de ouro no glicerol e comparado com simulações teóricas que validaram a abordagem.

### *Materiais eletrônicos fortemente correlacionados e topológicos*

A colaboração entre o LNLS e do Instituto Max Planck de Físico-Química de Sólidos (MPI-CPfS) de Dresden, na Alemanha, visa desenvolver instrumentação e metodologia que permita analisar os estados da matéria sob altas pressões. Um dos pilares do projeto é a linha EMA, utilizada como uma ferramenta para ajustar deliberadamente as propriedades do estado fundamental dos materiais topológicos permitindo desvendar a natureza de novas fases não convencionais, sem introduzir desordens adicionais, como no caso de estudos de substituição química. No âmbito do projeto, em 2020 dois estudantes orientados no LNLS fizeram um estágio no MPI-CPfS. Por causa da pandemia os estudantes tiveram que retornar ao Brasil no meio do estágio. Um destaque do projeto neste ano foi a publicação do artigo na revista *Physical Review X* sobre a ordem nemática observada no composto  $\text{CeAuSb}_2$  em baixas temperaturas e altas pressões. O trabalho está descrito na sessão de destaques para pesquisa no relatório. Esta investigação, iniciada ainda na linha XDS do UVX, será aprofundada de forma muito mais detalhada e rápida agora com o início de comissionamento científico da linha EMA.

### *Nanotecnologia para remediação de aquíferos*

O projeto de colaboração entre o LNLS e a *Teesside University*, com o apoio do *Global Challenge Research Funding* (GCRF), visa utilizar técnicas avançadas de luz síncrotron para obter imagens 3D com resolução temporal (4D) que permitam avaliar a dinâmica de fluídos no solo, aspecto importante para modelar a contaminação e recuperação de aquíferos. Um destaque para o projeto neste ano foi a publicação do artigo na revista *PNAS*, que utiliza

tomografia 4D para estudar um modelo idealizado de descontaminação do solo. O projeto ganhou uma extensão de dois anos, que conta com recursos para pós-docs, viagens e organização de um congresso, que possivelmente será uma segunda edição do GRUN (*Groundwater Remediation using Nano/biotechnology with focus on the Contaminated Resources in Brazil*), marcado para junho de 2021. Na extensão aprovada para o projeto, a tecnologia apresentada no artigo da PNAS será utilizada para analisar solos brasileiros contaminados, buscando formas de melhorar a remediação dessas áreas.

#### 1.4. Apoio à Geração de Inovação

Ao longo de 2020, o LNLS registrou, com apoio da Assessoria de Apoio a Inovação (AIN), 2 novos pedidos de proteção intelectual no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). Um deles sendo pedido de patente de invenção e outro patente de modelo de utilidade.

O desenvolvimento do Sirius demandou o desenvolvimento de diversas tecnologias novas, muitas passíveis de proteção intelectual e transferência para comercialização pelas empresas parceiras. Dentre essas, a tecnologia desenvolvida por pesquisadores do LNLS em conjunto com pesquisadores do LNNano, protegida por meio do pedido de patente denominado “Dispositivo microfluídico selado com película de poliéster”, com número de depósito no INPI BR 10 2020 020040 2. O dispositivo é transparente a radiações, além de fisicamente e quimicamente resistente, possibilitando a execução de experimentos *in vivo* e *in situ* nas linhas de luz.

O ano de 2020 foi marcado pelas diversas iniciativas de combate e prevenção ao COVID19, das quais o CNPEM teve participação ativa. Como parte desses esforços, foi desenvolvido um novo modelo de Protetor Facial, protegido como modelo de utilidade, que recebeu número BR 20 2020 015917 3, e tem como diferenciais poder ser inteiramente cortado em forma plana e dobrado para assumir a forma tridimensional, a facilidade de produção, o uso consciente de materiais que possibilitam reutilização e a facilidade de limpeza.

##### 1.4.1. Parcerias tecnológicas Sirius

Em função da complexidade inerente aos projetos de tecnologia e de obras civis requeridos para a construção e comissionamento do Sirius, foram promovidas duas chamadas públicas,

fomentadas com recursos da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e da FAPESP, para seleção de propostas de empresas que apresentassem soluções inovadoras para peças, componentes, matérias-primas e serviços a serem utilizados na fonte de luz. Chamado de Desafio Sirius, esta iniciativa para realização de parcerias com empresas nacionais de base tecnológica teve a primeira chamada finalizada em 2016 e contou com 11 projetos, desenvolvidos por 7 empresas. Na segunda chamada foram selecionados 11 projetos, sendo 3 deles ainda ativos em 2020, cujos resultados obtidos são apresentados a seguir.

#### *Setup Automação*

##### ***Desenvolvimento de sensores hidrostáticos de alta precisão para medição de nível e inclinação***

Em parceria com a empresa SETUP, o projeto para desenvolvimento de sensores hidrostáticos de alta precisão com três graus de liberdade para medição de posição vertical (nível) e inclinação em relação à vertical gravitacional (inclinômetro bidimensional), foi finalizado com êxito em 2019, com entrega da versão final do produto.

Durante o ano de 2020, foram realizadas diversas rotinas computacionais para comunicação de dados entre os sensores e o servidor do CNPEM, para a validação do sistema desenvolvido. A expectativa é que se possa detectar, em escala real, deformações micrométricas da estrutura de concreto do Sirius.

A instalação dos sensores já foi concluída e recentemente deu-se início aos testes comparativos de performance entre o sensor desenvolvido e um dos sensores de referência no mercado para este tipo de medição. Em paralelo, os últimos ajustes de eletrônica e software estão em andamento para que os sinais possam ser plenamente lidos e estudados.

#### *ACT Ion*

##### ***Sistema modular para controle de altas temperaturas***

O projeto com a empresa ACT Ion para desenvolvimento de um sistema modular para controlar as altas temperaturas necessárias para o comissionamento de câmaras de vácuo alcançou seus objetivos. Durante o ano de 2019, a empresa realizou diversos testes de qualificação do sistema modular, tendo como resultado a entrega em 2020 de três diferentes modelos de cabana de condicionamento de vácuo, usados nas primeiras linhas do SIRIUS, nos componentes óticos e nos monocromadores.

O sistema desenvolvido se tornou uma ferramenta importante para o processo de condicionamento de vácuo para elementos óticos, cuja possível aplicação nas estações experimentais começou a ser avaliada em conjunto com a empresa.

Além do Desafio Sirius, ao longo do ano de 2020, diversos outros projetos de engenharia foram realizados no Sirius em parceria com empresas, fora do âmbito do Desafio Sirius FAPESP/FINEP, visando a otimização e a melhoria contínua das estruturas de cada linha e garantindo também a segurança de todas as equipes durante execução das atividades científicas. A seguir, serão apresentados os resultados e avanços dos principais projetos realizados este ano.

### ***Câmara de vácuo com Proteção radiológica***

No final de 2019 foi iniciado o projeto do Grupo de Detectores (DET) do LNLS, em conjunto com a empresa FCA e Auricchio, para fabricação de uma câmara de vácuo com proteção radiológica que permitirá a simulação das condições de trabalho em vácuo, de forma a confirmar o correto funcionamento dos detectores antes de enviá-los para operação nas linhas de luz.

A construção desse sistema resolverá a dependência das linhas de luz para testar seus detectores em vácuo, o que dificulta a rotina de testes e gera inconvenientes para os diferentes grupos de trabalho envolvidos no projeto Sirius, devido à inviabilidade de se utilizar as linhas simultaneamente.

Além da câmara de vácuo, o projeto contempla a construção de um sistema de proteção radiológica para que a câmara possa ser usada com um gerador de raios x de maneira segura. O processo de fabricação do sistema iniciou no segundo semestre de 2020, com previsão de entrega para o início de 2021.

### ***Desenvolvimento de cabanas para proteção radiológica***

O Sirius, nossa fonte de luz síncrotron de quarta geração, foi planejado para ser uma das mais avançadas do mundo. Por esta razão, sua estrutura é extremamente sofisticada e de alta complexidade, exigindo frequentemente o desenvolvimento de componentes

mecânicos e eletrônicos de forma personalizada. Dentro deste cenário, destacam-se os projetos para desenvolvimento e instalação de cabanas radiológicas nas linhas de luz.

Estes projetos são extremamente importantes, pois os elétrons estocados no anel de armazenamento do Sirius produzem, além da desejada radiação síncrotron, radiação gama, que é altamente penetrante. Ambas são ionizantes e, portanto, nocivas à saúde de seres vivos. Para garantir que os aceleradores e as linhas de luz sejam operados com absoluta segurança, essas cabanas de proteção radiológica são instaladas no caminho do feixe de luz para bloquear qualquer radiação que possa atingir as equipes técnicas e científicas, responsáveis pela operação das estações de pesquisa.

No final deste ano, foram instaladas pela empresa RF COM Sistemas quatro cabanas para as linhas EMA e MOGNO. Em 2021, deverá ser fabricado e instalado um conjunto de oito novas cabanas para as linhas da fase I-B.

Para as linhas SABIA e PAINEIRA, foram firmados acordos de cooperação com a empresa Biotec para o aperfeiçoamento dessas cabanas de modo a torná-las compatíveis com o parque fabril brasileiro. Dessa maneira, empresas tradicionais de caldeiraria e usinagem poderão participar da fabricação do novo lote de cabanas previstos para 2021.

A MecPro3D também é uma parceira neste desafio de proteção radiológica e, no segundo semestre de 2020, atuou na criação de projetos de cabanas para a linha QUATI. Um dos principais benefícios dessa parceria vem sendo a agregação de *know-how*, uma vez que a empresa possui conhecimento pleno na aplicação de ferramentas CAD associadas ao conceito BIM, o que permitirá a flexibilização e adaptação do projeto para novos designs de linhas de luz, dando mais velocidade às futuras instalações.

## 1.5. Treinamento, Educação e Extensão

Abaixo apresentamos um resumo das informações sobre os seminários, palestras, eventos de capacitação e eventos científicos realizados em 2020.

### 1.5.1. Seminários e Palestras

Em 2020, o LCLS recebeu nove seminários internos, ministrados por especialistas de instituições como *Canadian Lightsource*, *Paul Scherrer Institute (PSI)*, *University of Saskatchewan* e *Cornell University*.

Adicionalmente, entre 14 e 15 de outubro foi realizado o *Sirius Workshop*, um amplo evento online, via Zoom, voltado exclusivamente ao público interno. No evento, nossos engenheiros e pesquisadores apresentaram informações detalhadas a respeito do status atual do Sirius, incluindo tópicos sobre os aceleradores, linhas de luz e seus subsistemas, além de divulgar quais serão os próximos passos da montagem do Sirius.

Ao longo do ano, nossos pesquisadores e engenheiros realizaram mais de 120 palestras para o público externo, a maioria delas online, com temas que abrangem desde atualizações sobre o projeto e produção de componentes do Sirius às aplicações de luz síncrotron em diversos contextos.

#### 1.5.2. Eventos Científicos

*4<sup>th</sup> Cateretê Workshop - International User Workshop on Coherent X-Ray Imaging and Small Angle X-Ray Scattering*



A 4ª edição do Cateretê Workshop, realizada entre os dias 22 e 23 de janeiro de 2020, contou com a participação de 76 pesquisadores, e abordou novas perspectivas científicas associadas à nova estação experimental CATERETÊ. Atualmente em fase de comissionamento na nova fonte de luz, Sirius, a linha CATERETÊ disponibilizará técnicas de espalhamento de raios X coerentes.

A programação do evento incluiu apresentações de pesquisadores que empregam feixes nanométricos de raios X em suas pesquisas, além de especialistas internacionais em imageamento por raios X coerente e técnicas de espalhamento de raios X a baixos ângulos. Foram organizadas visitas guiadas até a estação experimental CATERETÊ para que os

participantes pudessem conhecer a futura linha de luz, que fornecerá ferramentas de pesquisa hoje inexistentes no País, como imageamento 3D com resolução nanométrica.

#### *1<sup>st</sup> AgroEnviro Workshop – Applications of Synchrotron Radiation for Foundational Science in Agricultural and Environmental Research*

A partir do mês de março, com a pandemia da COVID-19, o CNPEM reuniu esforços para adaptar rapidamente os seus próximos eventos científicos ao formato online, por videoconferências, a fim de resguardar a segurança de seus colaboradores, participantes e palestrantes.

A adaptação ao novo formato permitiu dar continuidade ao aprimoramento e capacitação dos futuros usuários das instalações de pesquisa do Sirius, e garantiu a excelência dos eventos científicos do LNLS. O modelo online e gratuito contribuiu também para alcançarmos uma maior diversidade de público.

A 1ª edição do AgroEnviro Workshop, realizada online nos dias 20 e 21 de maio de 2020, contou com a participação de mais de 150 pessoas, que puderam trocar conhecimento e experiências em diferentes tópicos relacionados ao manejo de nutrientes, água, metais pesados e poluentes orgânicos em solos e ambientes naturais.

A ferramenta utilizada para ministrar as sessões online no AgroEnviro Workshop foi o aplicativo Zoom. A programação contou com apresentações de palestrantes convidados, brasileiros e internacionais, além de comunicações orais de participantes. Optou-se, neste caso, pela não realização da sessão de pôsteres no modelo online via Zoom.

O evento buscou motivar cientistas de diversas regiões do Brasil a usar o Sirius, síncrotron de quarta geração altamente avançado, para tratar de questões científicas fundamentais a fim de resolver desafios agrícolas e ambientais no Brasil.

#### *9<sup>th</sup> International Beam Instrumentation Conference*

A 9ª edição da *International Beam Instrumentation Conference*, realizada entre os dias 14 e 18 de setembro de 2020, contou com mais de 300 participantes de diversas nacionalidades. Totalmente online, o evento reuniu a comunidade de especialistas em instrumentação e diagnóstico de feixe para aceleradores de partículas para explorar os desafios da física e da engenharia da área.

Realizada na plataforma online de gerenciamento de eventos Whova, a IBIC contou com apresentações de palestrantes convidados, contribuições orais de participantes e sessões de pôsteres.

A nova plataforma Whova, que integra também o aplicativo Zoom, trouxe novas funcionalidades que melhoraram a interação e autonomia dos participantes, como a possibilidade de assistir a palestras pré-gravadas e ao vivo, interagir em salas de conversas temáticas, participar de sessões de perguntas e respostas, interagir diretamente com os palestrantes, entre outras ações.

Permitiu, ainda, atrair empresas patrocinadoras ao novo modelo online, oferecendo funcionalidades próprias de estandes virtuais, além de possibilidades de contato direto entre expositores e participantes.

### *30<sup>th</sup> Annual Users Meeting*

A 30ª Reunião Anual de Usuários (RAU) do LNLS, realizada pela primeira vez no modelo online, aconteceu de 9 a 12 de novembro de 2020 e teve a participação de cerca de 300 pesquisadores. Realizada na plataforma Whova, a histórica edição online de 30 anos da RAU cumpriu com excelência seu principal objetivo, de promover o intercâmbio de conhecimentos entre os usuários do LNLS, incentivando debates sobre as instalações futuras, que deverão estar em operação nos próximos anos.

A 30ª RAU contou com palestras de convidados internacionais, apresentações dos pesquisadores internos sobre o status das estações experimentais do Sirius, comunicações orais e sessão de pôsteres. Por meio das múltiplas funcionalidades interativas do Whova, a RAU promoveu um importante fórum para discussão, avaliação e apresentação de propostas para o aprimoramento dos projetos de pesquisa a serem realizados na nova fonte de luz síncrotron brasileira, Sirius.

As opções oferecidas no Whova para estandes virtuais e contato direto e individual com os participantes foram potenciais atrativos para que sete empresas parceiras integrassem o novo modelo de evento online da RAU.

### *Scientific Advisory Committee - SAC*

Entre 19 e 23 de novembro realizou-se a reunião bianual do SAC (*Scientific Advisory Committee*), de forma totalmente virtual. O evento reuniu especialistas reconhecidos mundialmente em ciência e tecnologia de luz síncrotron para avaliar as estratégias e decisões técnico-científicas tomadas no curso dos desenvolvimentos do laboratório e

sugerir mudanças de curso com base na experiência acumulada em outros síncrotrons. As apresentações de todos os grupos do LNLS foram gravadas e disponibilizadas online para que os membros do comitê pudessem assisti-las de acordo com a sua melhor conveniência, e as discussões foram realizadas ao vivo, via Zoom, em horários adequados aos fusos horários de todos os envolvidos. Detalhes a respeito dos resultados dessa reunião estão apresentados na introdução da parte II deste relatório.

### 1.5.3. Orientação e Supervisão

Durante o ano de 2020, o LNLS contou com 62 bolsistas, destes 16 foram da modalidade de Iniciação científica, 7 foram da modalidade de pós-doutorado, 24 de doutorado, 14 de mestrado e 1 de outras modalidades. O número total de estagiários supervisionados ao longo do ano foi de 8, sendo todos de nível superior.

### 1.5.4. Ações de Capacitação

#### *2ª Escola Sirius para Professores do Ensino Médio (ESPEM)*

A 2ª ESPEM, organizada pelo LNLS em conjunto com a Sociedade Brasileira de Física (SBF), reuniu no campus do CNPEM 35 professores de ensino médio da rede pública, vindos de 21 Estados e do DF. Durante a semana de 20 a 24 de janeiro de 2020, a escola ofereceu aulas expositivas, demonstrações computacionais e experimentais, visita à nova fonte de luz síncrotron brasileira, Sirius, e aos Laboratórios Nacionais. Por meio da interação com cientistas e da imersão na atmosfera de pesquisa de fronteira do CNPEM, os professores puderam discutir novas ideias para levar a física moderna às salas de aula em que atuam. A escola foi financiada pelo MCTI, com uso de recursos do projeto Ciência na Escola.



## 2. LABORATÓRIO NACIONAL DE BIOCÊNCIAS

### 2.1. O LNBio em 2020

O ano de 2020 foi marcado pela pandemia da COVID-19. O momento exigiu-nos clareza sobre o papel do LNBio/CNPEM como centro de pesquisa junto a sociedade. Encontramos, no espírito dos nossos colaboradores e nas competências cuidadosamente constituídas ao longo dos últimos anos, os meios para fazer a nossa parte. Uma força-tarefa organizada no limiar da pandemia dedicou-se à busca por fármacos antivirais, ao desenvolvimento de meios de diagnóstico da COVID-19 e ao entendimento de mecanismos biológicos envolvidos na infecção pelo vírus SARS-CoV-2. Os recursos necessários para a rápida implementação dos trabalhos foram prontamente assegurados pela diretoria do LNBio e sua execução viabilizada pela diretoria geral do CNPEM. Não menos importante, o MCTI disponibilizou ao CNPEM recursos adicionais por meio da FINEP para a execução dos trabalhos. Ao todo, cerca de 60 profissionais do corpo técnico-científico, gestão de laboratórios e bolsistas participaram diretamente da força-tarefa CNPEM COVID-19.

A proficiência em desenvolvimento pré-clínico de fármacos foi rapidamente direcionada à busca de moléculas com potencial efeito antiviral. A utilização combinada de ensaios de triagens virtuais, bioquímicos e celulares com coleções de compostos comerciais e disponibilizados por diversos agentes nacionais e internacionais permitiu, por meio da estratégia de reposicionamento, chegar a moléculas candidatas para estudos clínicos. Um medicamento antiviral e anti-helmíntico de amplo espectro, a nitazoxanida, foi selecionado para estudos clínicos multicêntricos apoiados pela 'Rede Vírus' coordenada pelo MCTI. Os resultados desse primeiro estudo clínico revelaram que o tratamento com nitazoxanida reduz a carga viral em pacientes com a COVID-19. Esse trabalho foi recentemente publicado na revista *European Respiratory Journal*. Ainda, uma nova série química de moléculas desenvolvida integralmente no LNBio se mostrou promissora no combate ao vírus SARS-CoV-2. Tais moléculas com atividade antiviral seguem em avaliação pré-clínica.

Os estudos farmacológicos também se desenvolveram na busca por compostos antivirais com ação em proteínas-alvo do vírus. Nesse contexto, seguem em andamento estudos com os principais alvos virais, incluindo a proteína *spike*, a proteína N e as proteases PLpro e 3CL de SARS-CoV-2. Notavelmente, cristais da proteína 3CL em complexo com ligantes foram utilizados para o comissionamento da linha MANACÁ do Sirius, permitindo sua abertura à comunidade científica.

No âmbito dos testes diagnósticos, a equipe da força-tarefa desenvolveu um ensaio sorológico para diagnóstico imunológico do SARS-CoV-2. Esse teste foi utilizado para acompanhamento epidemiológico em 2500 funcionários do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia em São Paulo. A tecnologia de produção do teste sorológico foi também

transferida à BioTec Amazônia, organização paraestatal vinculada à Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Educação Superior, Profissional e Tecnológica (Sectec) do Estado do Pará.

Uma parceria com a empresa Vale também foi estabelecida para o teste de métodos físicos de desinfecção de ambientes.

No momento, os trabalhos da força-tarefa seguem em diversas frentes, com a perspectiva de contribuir não somente para o aprofundamento do conhecimento da biologia da infecção pelo SARS-CoV-2, mas também à geração de novas ferramentas terapêuticas ao tratamento da COVID-19.

Ainda, as ações de combate à COVID-19 realizadas pela força-tarefa consolidaram esforços de mais de uma década com intuito de posicionar o LNBio como uma instituição de pesquisa ligada à área da saúde humana. Alinhados com esta visão, o MCTI aportou recursos adicionais ao contrato de gestão do CNPEM para a estruturação de novas unidades laboratoriais, incluindo um laboratório de nível de biossegurança 3 (NB3), dedicadas ao desenvolvimento de antivirais e métodos diagnósticos para o combate a viroses emergentes. Vale ressaltar ainda a perspectiva de o CNPEM sediar a primeira unidade laboratorial de nível de biossegurança 4 (NB4) da América do Sul. Tal unidade abrigará o primeiro laboratório NB4 no mundo a estar acoplado a linhas de luz síncrotron, o que representará o estado da arte em técnicas avançadas em virologia.

Além das atividades associadas à força-tarefa da COVID-19, e a despeito das dificuldades geradas pela pandemia, o LNBio seguiu com sua pesquisa interna. Destacam-se no período os resultados de pesquisas internacionalmente competitivas nas temáticas dos mecanismos moleculares de doenças. Foram também priorizadas ações voltadas à competitividade científica dos programas de pesquisa institucionais e ao desenvolvimento de instrumentação e métodos avançados em apoio aos usuários. No âmbito do apoio à inovação, estimulamos uma agenda de pesquisa em parceria com a iniciativa privada, inspirada, sobretudo, em demandas do sistema público de saúde.

Avanços significativos foram também realizados na área de virologia estrutural. O CNPEM reportou em 2020 a primeira estrutura determinada por crio-microscopia eletrônica realizada integralmente no CNPEM. Trata-se da estrutura do vírus Mayaro, um alfa-vírus presente nas Américas que causa febre incapacitante e danos às articulações. O trabalho oferece a compreensão do empacotamento da partícula viral, bem como informações estruturais relevantes à compreensão da biologia do vírus e ao desenvolvimento de fármacos, vacinas e métodos de diagnóstico.

Avanços importantes foram ainda realizados no âmbito do desenvolvimento de novas tecnologias relacionadas à imunoterapia do câncer. A testagem e validação em laboratório de tecnologias como nanopartículas imunomoduladoras direcionadas às células tumorais (VLPs trivalentes) e aptâmeros quiméricos levaram a pedidos e depósitos de patentes.

Em conjunto com o LNLS, deu-se continuidade ao desenvolvimento de métodos aplicados a imagens biológicas. O início da operação do Sirius e comissionamento das linhas de luz MOGNO e MANACÁ permitiram avançar na obtenção de imagens de microtomografia de raios-X e de estruturas cristalográficas de proteínas, respectivamente. Nesse aspecto, destacam-se a obtenção de imagens de alta resolução da arquitetura tecidual do coração e de estruturas cristalográficas da protease 3CL de SARS-CoV-2 em complexo com ligantes.

Assim, o presente relatório busca refletir não apenas as estratégias e ações adotadas ao longo do ano, mas sobretudo a dedicação, o esforço e o empenho de nossos colaboradores na condução das pesquisas para que nossas metas fossem atingidas.

*Kleber Gomes Franchini*  
**Diretor do LNBio**

## 2.2. Instalações Abertas a Usuários Externos

Em 2020, o LNBio manteve em operação suas instalações abertas à comunidade científica acadêmica e empresarial até o final de do mês de março, quando o atendimento aos usuários foi suspenso em função das ações de enfrentamento da COVID-19. Assim, os laboratórios de Espectrometria de Massas (MAS), Espectroscopia e Calorimetria (LEC), Cristalização de Proteínas (ROBOLAB) e Ressonância Magnética Nuclear (RMN), atenderam ao todo 13 propostas de pesquisa que beneficiaram 25 pesquisadores provenientes de 5 estados brasileiros. Esses números são reflexo direto não apenas da suspensão das atividades de atendimento aos usuários por parte do CNPEM, desde o início de abril, como também da interrupção das atividades de pesquisa dos próprios usuários. Por outro lado, vale ressaltar que tais instalações não permaneceram inoperantes ao longo de 2020. Pelo contrário, elas desempenharam um papel central nas ações do laboratório dando suporte às pesquisas desenvolvidas no âmbito da força-tarefa contra a COVID-19.

### 2.2.1. Laboratório de Espectrometria de Massas – MAS

O MAS oferece aos usuários infraestrutura em espectrometria de massas dedicada às análises de proteômica e estudos de sistemas biológicos complexos. As principais técnicas disponibilizadas nesta unidade incluem análises de identificação de proteínas em misturas simples e complexas, identificação de peptídeos e proteínas em larga escala, identificação de parceiros de interação, identificação de modificações pós-tradicionais em proteínas e análises de complexos de proteínas visando mapeamento de interfaces de interação. Além de uma sala de apoio aos usuários e preparo de amostras, com equipamentos de pequeno porte, as instalações do MAS congregam ainda um laboratório de instrumentação e outro de análise de dados. Atualmente, o MAS opera com três espectrômetros, incluindo um equipamento 'Orbitrap Velos ETD' (Thermo Scientific), um 'UPLC-Q-TOF Premier' (Waters) e um 'Acquity UPLC M-Class System Xevo TQ-XS' (Waters), sendo este último disponibilizado pela empresa Waters em regime de comodato desde 2019.

Este ano, além da extensão da parceria com a empresa Waters para manutenção do equipamento 'Acquity UPLC M-Class System Xevo TQ-XS', que permanecerá no LNBio por mais um ano, estabeleceu-se uma nova parceria entre LNBio e a empresa Agilent para a instalação de um novo espectrômetro de massas 'Q-TOF', de alta resolução, acoplado a um sistema de cromatografia líquida de alto desempenho. Esse equipamento permitirá aos usuários do MAS realizar uma série de experimentos de proteômica de alta sensibilidade e resolução.

Como melhorias realizadas no MAS em 2020, destacamos a aquisição de uma licença para uso do programa 'MassMatrix' de análise de dados e a realização de várias manutenções corretivas nos sistemas de cromatografia líquida dos equipamentos 'Orbitrap Velos ETD' e

‘UPLC-Q-TOF Premier’, além de manutenções preventivas dos respectivos espectrômetros. Também foram realizadas manutenções corretivas e trocas de baterias dos sistemas ‘nobreak’ do laboratório.

Entre as novas metodologias implementadas no período, destacam-se o desenvolvimento de um protocolo para enriquecimento de proteínas acetiladas utilizando-se imunoprecipitação e otimização de métodos de LC-MS/MS, o desenvolvimento e otimização de métodos para quantificação absoluta, a implementação de métodos para enriquecimento e extração de proteínas de vesículas extracelulares de células humanas, o desenvolvimento de um ‘script’ para seleção de peptídeos proteotípicos e a elaboração de tutoriais para análise de dados utilizando-se os programas ‘PEAKS’ e ‘Skyline’ para uso em proteômica direcionada a alvos.

#### 2.2.2. Laboratório de Ressonância Magnética Nuclear – RMN

O laboratório de RMN atende usuários que buscam determinar a estrutura atômica e a dinâmica de proteínas em solução, caracterizar interações proteínas-ligantes, obter perfis metabólicos e caracterizar pequenas moléculas, sejam elas sintéticas ou derivadas de produtos naturais. Atualmente, o laboratório opera com dois espectrômetros Varian/Agilent de 500 e 600 MHz equipados com sondas de ressonância tripla, as quais permitem a realização de experimentos de duas e três dimensões para detecção de hidrogênio ( $^1\text{H}$ ), nitrogênio ( $^{15}\text{N}$ ) e carbono ( $^{13}\text{C}$ ) em proteínas, peptídeos e pequenas moléculas. O espectrômetro de 600 MHz opera ainda com uma sonda criogênica que melhora a resolução dos espectros.

A demanda por análises de metabolômica e interação de proteínas com pequenos ligantes tem aumentado de forma significativa nos últimos anos. A fim de atender essa demanda, o laboratório vem desenvolvendo novos protocolos de aquisição de dados dedicados a experimentos de perfil metabólico que se adequam às necessidades dos usuários. Este ano, foram desenvolvidos novos protocolos de aquisição de dados para determinação de perfis metabólicos de amostras complexas, o que tem facilitado, em grande medida, a coleta e análise de dados por parte dos usuários.

Como melhorias realizadas na instalação RMN em 2020, destaca-se a troca de dois equipamentos ‘nobreak’ e a substituição do compressor da sonda criogênica do espectrômetro de 600 MHz, necessário para garantir o pleno desempenho dessa sonda.

#### 2.2.3. Laboratório de Cristalização de Proteínas – ROBOLAB

O ROBOLAB executa todas as etapas do processo de cristalização de proteínas, que vai desde o preparo das soluções de cristalização à distribuição dessas soluções em microplacas, triagem em larga escala das condições de cristalização e registro da formação dos cristais. Para tanto, disponibiliza aos seus usuários uma plataforma automatizada para

triagem das condições de cristalização e um sistema de visualização de microcristais que pode ser acessado remotamente pelo usuário para acompanhamento da formação de cristais nas placas de cristalização.

Em 2020, o ROBOLAB atuou de forma coordenada à nova linha de difração de raios-X do Sirius, 'Manacá', na obtenção de cristais de proteína que foram utilizados no estabelecimento dos melhores parâmetros de difração de raios-X, coleta de dados e resolução da estrutura atômica de proteínas. Além disso, o ROBOLAB desempenhou um papel importante na obtenção dos primeiros cristais da protease 3CL do vírus SARS-COV-2, cuja estrutura cristalográfica foi resolvida com uso da linha Manacá.

#### 2.2.4. Laboratório de Espectroscopia e Calorimetria – LEC

No LEC são realizados estudos bioquímicos e biofísicos que permitem a caracterização da estrutura, função, dinâmica e estabilidade de macromoléculas. Além disso, o LEC desenvolve métodos de análise de interações entre proteínas e pequenos ligantes, fundamentais na avaliação e desenvolvimentos de novos fármacos. O laboratório possui ainda instrumentação adequada para determinar o estado oligomérico de proteínas, medir a afinidade entre moléculas, determinar a estequiometria, cinética e termodinâmica das interações entre proteínas e ácidos nucleicos ou pequenas ligantes.

Como nas demais unidades operativas do CNPEM, as atividades do LEC em 2020 foram suspensas no final de março devido à pandemia da COVID-19. Entretanto, algumas melhorias foram realizadas no laboratório. Destaca-se, por exemplo, a instalação de um novo sistema de bombas e uma nova atualização do software de análise de dados do equipamento 'OMINISEC', utilizado para avaliar o tamanho e o estado oligomérico de proteínas e complexos proteicos. Além disso, o LEC teve papel importante na execução de inúmeros experimentos associados à força-tarefa da COVID-19, sobretudo na caracterização biofísica e estrutural das proteínas do vírus SARS-COV-2 selecionadas como alvos no projeto de reposicionamento de fármacos.

#### 2.2.5. Destaques científicos de usuários externos

Em 2020, os usuários externos das instalações abertas do LNBio publicaram um total de 28 artigos científicos em periódicos indexados em base de dados internacionais e de seletiva política editorial. Tais trabalhos empregaram diferentes técnicas em proteômica, metabolômica, biologia estrutural e biofísica de proteína e pequenos ligantes, os quais não apenas elucidam novos mecanismos moleculares fundamentais nas células, como também identificam e caracterizam novas enzimas, moléculas bioativas e biomarcadores com potencial de inovação.

Entre os principais artigos publicados pelos usuários externos do LNBio, destaca-se o trabalho de Souza e colaboradores, intitulado 'Targeting pathogenic biofilms: newly developed superhydrophobic coating favors a host-compatible microbial profile on the titanium surface'<sup>1</sup> e publicado na revista *ACS Applied Materireals and Interfaces* (FI 8.8), onde se desenvolveu uma superfície coberta por titânio biocompatível e altamente hidrofóbico capaz de reduzir *in vivo* a formação de biofilmes de bactérias sem provocar efeitos citotóxicos a células humanas. A análise por LC-MS/MS realizada no MAS indicou um padrão único de adsorção de proteínas nessa superfície hiper hidrofóbica. Tal estudo recebeu o 'Prêmio Capes de melhor Tese em Odontologia' em 2020<sup>2</sup>.

Ainda na área de saúde humana, destaca-se o trabalho de Ribeiro *et al.* publicado na revista *ACS Infectious Disease* (FI 4.6) intitulado 'Using a fragment-based approach to identify alternative chemical scaffolds targeting dihydrofolate reductase from *Mycobacterium tuberculosis*'<sup>3</sup>. Nesse trabalho, utilizou-se a técnica de RMN 1D-STD para identificar fragmentos de moléculas que interagem com a proteína Dehidrofolato Redutase (DHFR) da bactéria *Mycobacterium tuberculosis*, agente causal da tuberculose. O estudo identificou ligantes inéditos da proteína DHFR, o que permitirá avanços no desenvolvimento de novos antimicrobianos.

Outro trabalho que fez uso de técnicas de RMN no estudo de doenças humanas foi o de Sanches e colaboradores, intitulado '1H-NMR-based salivary metabolomics from females with temporomandibular disorders – a pilot study'<sup>4</sup> e publicado na revista *Clinica Chimica Acta* (IF 2.8). O trabalho buscou identificar marcadores moleculares para a disfunção temporomandibular (DTM), segunda disfunção musculoesquelética mais comum na população. A DTM é uma doença multifatorial cujo diagnóstico incorreto pode levar ao insucesso do tratamento, portanto, marcadores moleculares que possam auxiliar no diagnóstico da doença são de grande interesse. Após analisar o perfil metabólico de dezenas de pessoas portadoras da DTM, em relação a indivíduos sem a doença, os autores identificaram perfis metabólicos de alta correlação ao grupo de pacientes com DTM.

Na área de prospecção de novas enzimas hidrolíticas para uso na indústria, vale ressaltar o trabalho de Tomazetto e colaboradores intitulado 'Multi-omic directed discovery of

---

<sup>1</sup> Souza JGS, Bertolini M, Costa RC, Cordeiro JM, Nagay BE, de Almeida AB, Retamal-Valdes B, Nociti FH, Feres M, Rangel EC, Barão VAR. Targeting Pathogenic Biofilms: Newly Developed Superhydrophobic Coating Favors a Host-Compatible Microbial Profile on the Titanium Surface. **ACS Appl Mater Interfaces**, 2020, 12(9):10118-10129. doi: 10.1021/acsami.9b22741

<sup>2</sup> <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/edital-resultado-do-premio-capes-de-tese-edicao-2020-280587178>

<sup>3</sup> Ribeiro JA, Hammer A, Libreros-Zúñiga GA, Chavez-Pacheco SM, Tyrakis P, de Oliveira GS, Kirkman T, El Bakali J, Rocco SA, Sforça ML, Parise-Filho R, Coyne AG, Blundell TL, Abell C, Dias MVB. Using a Fragment-Based Approach to Identify Alternative Chemical Scaffolds Targeting Dihydrofolate Reductase from *Mycobacterium tuberculosis*. **ACS Infect Dis**. 2020 6(8):2192-2201. doi: 10.1021/acsinfectdis.0c00263

<sup>4</sup> Lalue Sanches M, Sforça ML, Guimarães Lo Turco E, Faber J, Smith RL, Carvalho de Moraes LO. (1)H-NMR-Based salivary metabolomics from females with temporomandibular disorders - A pilot study. **Clin Chim Acta**. 2020 510:625-632. doi: 10.1016/j.cca.2020.08.006

cellulosomes, polysaccharide utilization *loci*, and lignocellulases from an enriched rumen anaerobic consortium’, publicado na revista *Applied and Environmental Microbiology*<sup>5</sup> (FI 6.7) em julho de 2020. O trabalho relata os resultados da implementação de um consórcio de bactérias anaeróbias lignocelulolíticas para prospecção de novas enzimas celulotíticas. A metodologia de LC-MS/MS utilizada no trabalho permitiu mapear um novo conjunto de celulosomas, complexos multi-enzimáticos extracelulares capazes de quebrar polissacarídeos na natureza.

Na área de biologia estrutural, destacam-se os artigos intitulados ‘Substrate and product-assisted catalysis: molecular aspects behind structural switches along organic hydroperoxide resistance protein catalytic cycle’, publicado por Domingos e colaboradores<sup>6</sup> na revista *ACS Catalysis* (IF 12.3), e ‘Reduction of sulfenic acids by ascorbate in proteins, connecting thiol-dependent to alternative redox pathways’, de autoria de Anschau e colaboradores, e publicado na revista *Free Radical Biology and Medicine*<sup>7</sup> (IF 6.2). Tais trabalhos utilizaram técnicas de cristalografia de proteínas, entre outras, para descrever novas estruturas de proteínas em complexo com ligantes. Além disso, esses trabalhos relatam novas propriedades funcionais e catalíticas das proteínas estudadas.

Por fim, na área de biofísica de proteínas, destacam-se os trabalhos de Barbosa *et al.*, intitulado ‘Insights into the full-length SRPK2 structure and its hydrodynamic behavior’<sup>8</sup>, publicado no jornal *International Journal of Biological Macromolecules* (FI 5.1), e de Ferreira e colaboradores, intitulado ‘Quantitative mechanistic model for ultras-small nanoparticle-protein interactions’<sup>9</sup>, publicado na revista *Nanoscale* (FI 6.9). O primeiro trabalho avaliou o comportamento hidrodinâmico da proteína SRPK2 humana, cuja expressão aumentada está associada a vários tipos de cancer. Usando-se técnicas espectroscópicas e ultracentrifugação analítica, os autores demonstraram que a proteína SRPK2 pode ser encontrada como monômero ou dímero em solução.

---

<sup>5</sup> Tomazetto G, Pimentel AC, Wibberg D, Dixon N, Squina FM. Multi-omic Directed Discovery of Cellulosomes, Polysaccharide Utilization Loci, and Lignocellulases from an Enriched Rumen Anaerobic Consortium. ***Appl Environ Microbiol.*** 2020 86(18):e00199-20. doi: 10.1128/AEM.00199-20

<sup>6</sup> Domingos RM, Teixeira RD, Zeida A, Agudelo WA, Alegria TGP, da Silva Neto JF, Vieira PS, Murakami MT, Farah CS, Estrin AD, Netto LES. Substrate and Product-Assisted Catalysis: Molecular Aspects behind Structural Switches along Organic Hydroperoxide Resistance Protein Catalytic Cycle. ***ACS Catal.*** 2020, 10, 12, 6587–6602. doi: 10.1021/acscatal.0c01257

<sup>7</sup> Anschau V, Ferrer-Sueta G, Aleixo-Silva RL, Bannitz Fernandes R, Tairum CA, Tonoli CCC, Murakami MT, de Oliveira MA, Netto LES. Reduction of sulfenic acids by ascorbate in proteins, connecting thiol-dependent to alternative redox pathways. ***Free Radic Biol Med.*** 2020 156:207-216. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2020.06.015

<sup>8</sup> Barbosa ÉAA, Seraphim TV, Gandin CA, Teixeira LF, da Silva RAG, Righetto GL, Goncalves KA, Vasconcelos RS, Almeida MR, Silva Júnior A, Fietto JLR, Kobarg J, Gileadi C, Massirer KB, Borges JC, de Oliveira Neto M, Bressan GC. Insights into the full-length SRPK2 structure and its hydrodynamic behavior. ***Int J Biol Macromol.*** 2019 137:205-214. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2019.06

<sup>9</sup> Ferreira RS, Lira AL, Sousa AA. Quantitative mechanistic model for ultras-small nanoparticle–protein interactions. ***Nanoscale*** 12(37):19230-19240

No trabalho de Ferreira *et al.*, conduziu-se uma investigação detalhada da cinética de complexação de nanopartículas de ouro com a proteína ubiquitina para obter informações sobre as etapas moleculares elementares da formação desse tipo de complexo. Assim como no artigo de Barbosa *et al.*, Ferreira e colaboradores utilizaram-se de técnicas espectroscópicas disponíveis no LEC para obter dados quantitativos sobre os mecanismos moleculares das interações nanopartícula-proteína.

### 2.3. Pesquisa e Desenvolvimento in-house

A equipe científica do LNBio reúne competências especializadas à realização de pesquisas em temas relevantes e estratégicos nas áreas de biociências e biomedicina.

As atividades do LNBio sofreram os impactos decorrentes do isolamento social e da dedicação da equipe científica do LNBio à força-tarefa CNPEM COVID-19. Mesmo assim, as linhas de pesquisa dos Programas Temáticos “*Mecanismos Moleculares do Desenvolvimento de Doenças*” e “*Métodos Avançados em Biociências*” foram contempladas, resultando em importantes avanços e resultados no ano de 2020, os quais estão sumarizados nessa seção do relatório.

Em 2020, os pesquisadores do LNBio publicaram 61 artigos em periódicos indexados e já disponíveis para consulta na *Web of Science*. O fator de impacto médio dos periódicos onde tais trabalhos foram publicados é de 4,860.

Mais de 6 mil horas de equipamento dos laboratórios de espectrometria de massas (MAS), calorimetria e espectroscopia (LEC), ressonância magnética nuclear (RMN) e cristalização de proteínas (ROBOLAB) foram dedicadas à pesquisa e desenvolvimento interno, o que corresponde a 25% do total de horas disponibilizadas.

#### 2.3.1. Programa de Mecanismos moleculares do desenvolvimento e de doenças

*Esse Programa tem por objetivo desenvolver competências multidisciplinares para o avanço da ciência básica dedicada à saúde humana. O programa reúne estudos sobre o papel de macromoléculas na sinalização, regulação e ativação de processos metabólicos associados a várias doenças humanas como câncer, doenças metabólicas e cardiovasculares, transtornos do neurodesenvolvimento, e doenças infecciosas causadas por vírus, bactérias e outros parasitas.*

##### *Subprograma Câncer*

*O subprograma de pesquisa em câncer reúne várias linhas de investigação cujo principal objetivo é elucidar vias de transformação e manutenção do fenótipo tumoral, como também identificar formas de suprimir o crescimento de células tumorais. O entendimento dessas vias e a identificação de proteínas diretamente associadas ao processo de transformação*

*maligna das células é a base para o desenvolvimento de novos fármacos capazes de interferir no processo tumoral. A seguir são apresentados os principais projetos e resultados científicos obtidos no âmbito dessa temática em 2020. Destaca-se a elucidação de mecanismos e proposição de alvos moleculares envolvidos em câncer oral e de mama, além desenvolvimento de novas ferramentas para entrega de imunomoduladores alvo-específicos.*

A linha de pesquisa **“Desenvolvimento de estratégias para imunomodulação antitumoral”** aborda estratégias de estimulação do sistema imunológico para eliminação de células tumorais. O objetivo consiste em aumentar a atividade de células T efetoras, evitando mecanismos de imunossupressão. Também busca-se inativar o efeito de células T regulatórias. Entre as estratégias de imunomodulação utilizadas, destacam-se:

**1. Aptâmeros quiméricos:** em colaboração com a Unicamp e a Universidade de Miami foi desenvolvido um aptâmero quimérico para silenciamento transcricional do fator de transcrição FoxP3, que determina o fenótipo imunossupressor de células T regulatórias. O trabalho em animais foi concluído e um artigo científico submetido para publicação encontra-se em revisão. Nesse trabalho foram gerados aptâmeros com ação inibitória sobre FoxP3, o que resultou num pedido de patente -

Figura 39a. Atualmente, a tecnologia desenvolvida em camundongos está sendo transposta para células humanas.

**2. Nanopartículas alvo-dirigidas com atividade antitumoral:** um trabalho publicado na revista *Scientific Reports*<sup>10</sup> em 2020 descreve as propriedades imunomodulatórias antitumorais de microvesículas decoradas com imunomoduladores. Esse sistema de nanopartículas imunomodulatórias foi aperfeiçoado a fim de se obter partículas VLPs (‘vírus-like particles’) trivalentes, as quais são mais estáveis que as microvesículas imunomoduladoras. As VLPs trivalentes, além de serem decoradas com imunomoduladores, apresentam um ligante de células tumorais para direcionar a

---

<sup>10</sup> Semionatto IF, Palameta S, Toscaro JM, Manrique-Rincón AJ, Ruas LP, Paes Leme AF, Bajgelman MC. Extracellular vesicles produced by immunomodulatory cells harboring OX40 ligand and 4-1BB ligand enhance antitumor immunity. *Scientific Reports*, 2020, Sep 16;10(1):15160, doi: 10.1038/s41598-020-72122-3.

partícula à célula alvo específica. Um pedido de patente referente ao uso dessa tecnologia foi depositado -

Figura 39b. Além disso, ensaios ainda em fase inicial indicam que essa tecnologia poderia ser utilizada para carrear compostos citotóxicos, de forma alvo-dirigida, para eliminação direta de células tumorais.

**3. Vetores virais alvo-dirigidos:** estão sendo desenvolvidos vetores virais defectivos, altamente seguros e alvo-dirigidos para inibição de células T regulatórias. Estes vetores apresentam envelopes heterólogos com tropismo para essas células. O genoma da partícula não contém informações para replicação viral e o cassete de expressão do transgene é dirigido por promotores específicos e controlado por microRNAs. Até o momento foi verificada a possibilidade de direcionamento alvo-específico dos vetores. No momento, estão sendo avaliados cassetes de RNAi para silenciamento do receptor quimiotático CCR4.

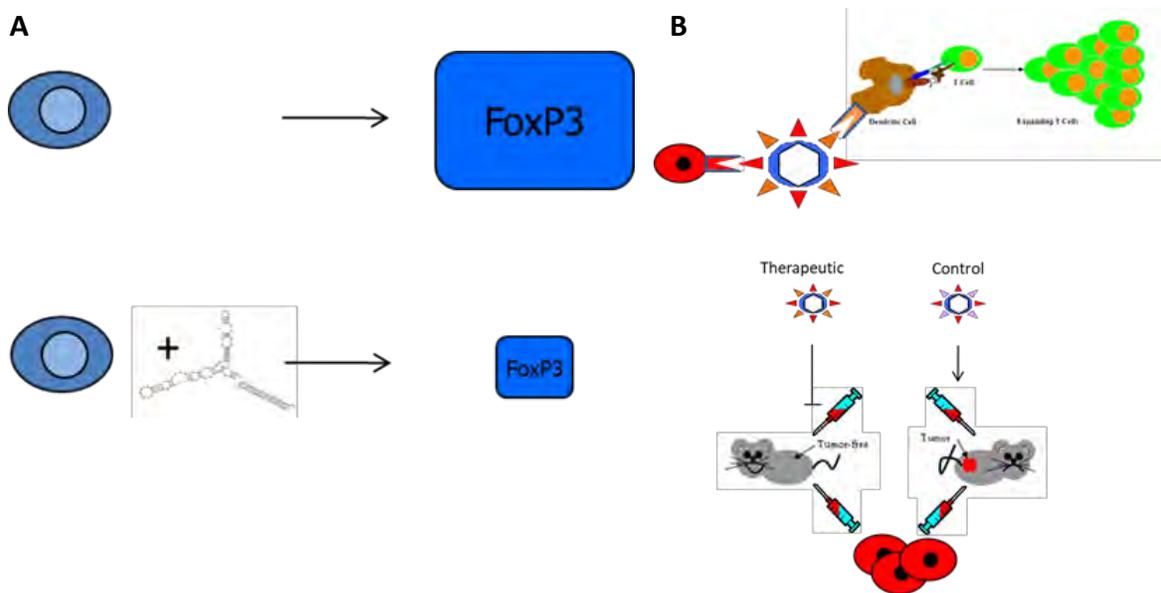


Figura 39. Representação esquemática de duas estratégias de imunomodulação antitumoral desenvolvidas e patenteadas pelo LNBio. (A) Aptâmeros quiméricos. Inibição do fator de transcrição FoxP3, por meio de um aptâmero quimérico carregando molécula de RNAi. O aptâmero quimérico se liga a um receptor de superfície na membrana da célula T regulatória, é internalizado e inibe a expressão de FoxP3. (B) VLP trivalente. O painel superior mostra VLP interagindo com célula tumoral (vermelha) e ativando células dendríticas (marrom) que estimulam células T (verde). As células T apresentam atividade antitumoral. O painel inferior mostra animais desafiados com células tumorais singênicas, enxertadas no flanco. A VLP terapêutica administrada inibe crescimento de tumor. A VLP controle não inibe crescimento de tumor.

**4. Vacinas antitumorais:** trabalhos prévios do LNBio demonstraram a possibilidade de utilizar combinações de vacinas tumorais para induzir resposta antitumoral de longo prazo. Estes experimentos foram publicados entre 2017 e 2018, e realizados em camundongos C57 desafiados com tumores singênicos. Neste momento, o sistema desenvolvido anteriormente está sendo transpondo para funcionar em células tumorais humanas. Neste ano, foram construídos vetores virais codificando imunomoduladores humanos que estão sendo utilizados para o estabelecimento de linhagens derivadas de células MDA-MB-231 (câncer de mama humano). Foi iniciada uma parceria com o CAISM-UNICAMP para acesso a tumores retirados de pacientes, com os quais estão sendo estabelecidas linhagens parentais e linhagens com imunomoduladores. Essas linhagens serão utilizadas para testes *in vitro* e também testes em modelo animal NOD-scid, que aceitam enxertos xenográficos humanos.

Ainda no âmbito do subprograma ‘Câncer’, a linha de pesquisa intitulada “**O papel das glutaminases na progressão tumoral**”, visa entender o papel de várias isoformas da enzima glutaminase na proliferação e malignidade do câncer de mama. Esta linha investigativa, que agrega pesquisadores do LNBio, Centro MD Anderson – EUA, Universidade de Warwick – Inglaterra, USP de São Carlos e EMBL Heidelberg, visa também o entendimento do metabolismo da glutamina no microambiente tumoral e em células tumorais metastáticas. Como destaque no período, foi publicado um artigo na revista *Oncogene*<sup>11</sup> elucidando o papel pró-tumoral de GLS2 em tumores de mama. Em específico, verificou-se que pacientes com maior expressão de GLS2 apresentam pior prognóstico e que a introdução de GLS2 em células de câncer acentua à transição epitélio mesênquima, à capacidade invasiva e à metástase pulmonar -

**Figura 40.** Os estudos apontam ainda um possível papel de células do sistema imune no microambiente tumoral para o ganho de agressividade mediado por GLS2. Também se estuda a sinergia entre inibição de GLS com o uso de terapias de bloqueio de ponto de checagem imune para o tratamento de câncer de mama triplo negativo.

<sup>11</sup> Dias MM, Adamoski D, Dos Reis LM, Ascensão CFR, de Oliveira KRS, Mafra ACP, da Silva Bastos AC, Quintero M, de G Cassago C, Ferreira IM, Fidelis CHV, Rocco SA, Bajgelman MC, Stine Z, Berindan-Neagoe I, Calin GA, Ambrosio ALB, Dias SMG. GLS2 is protumorigenic in breast cancers. *Oncogene*, 2020, 39(3): 690-702, doi:10.1038/s41388-019-1007-z

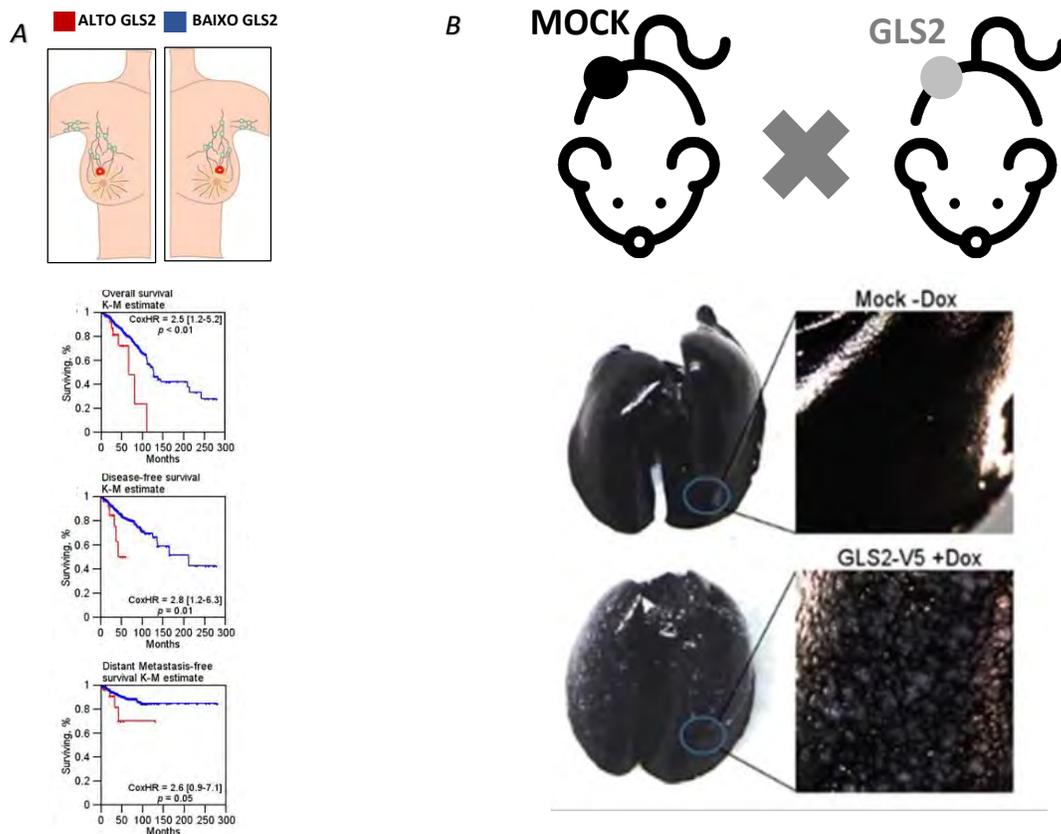


Figura 40. GLS2 aumenta agressividade via transição epitélio mesênquima. (A) Pacientes de câncer de mama cujos tumores têm alta expressão de GLS2 e pior prognóstico, com menor sobrevida geral, menor livre de recidiva e de metástase distante. (B) Camundongos com implante xenográfico de câncer de mama com alta expressão de GLS2 (e supressão de GLS) crescem mais e formam mais metástase em pulmão.

Em outro projeto, determinou-se a estrutura por microscopia eletrônica de partículas únicas do complexo macromolecular de GLS que representa a forma mais ativa da enzima, determinando-se o mecanismo de ganho de atividade em função da oligomerização da enzima. Em colaboração o EMBL de Heidelberg, trabalha-se para determinação da estrutura *in situ*, nas mitocôndrias.

Na linha de investigação **“Proteômica aplicada ao câncer oral”**, que envolve diversas instituições de pesquisa nacionais (USP, UNICAMP, INCOR, ICESP e Universidade de Sorocaba) e internacionais (Escola de Medicina de Harvard e o Hospital Universitário de Colônia, Alemanha), o objetivo é elucidar os mecanismos moleculares envolvidos na iniciação e progressão do câncer oral, bem como identificar assinaturas moleculares de prognóstico e alvos terapêuticos com potencial de aplicação clínica. No ano de 2020 um

estudo publicado na revista *Molecular & Cellular Proteomics*<sup>12</sup> combinou técnicas de peptidômica e de proteômica baseada em espectrometria de massas para análise de saliva de pacientes com câncer de boca. Os resultados indicam assinaturas de peptídeos associadas com prognóstico de pacientes, como metástase linfonodal. Além disso, esse estudo revela uma acentuada proteólise de proteínas da saliva em pacientes com metástase linfonodal ao mesmo tempo em que ocorre redução dos níveis de inibidores de proteases na saliva.

Outro trabalho publicado na revista *Redox Biology*<sup>13</sup> comprovou, por técnicas de proteômica estrutural e quantitativa, que a metaloproteinase ADAM17 modula a monomerização da tioredoxina-1, alterando o estado redox da célula - Figura 41.

Ainda no âmbito das pesquisas em câncer, salientamos os resultados do projeto **“Mecanismo de regulação de quinases e fosfatases envolvidas em câncer”**, cujo objetivo é investigar a estrutura e função de várias proteínas que compõem o principal complexo de quinases e fosfatases da célula humana, a quinase mTORC1 e fosfatase PP2A. Nessa linha de pesquisa está sendo investigado o mecanismo de regulação da proteína Regulator/mTORC1 assim como a função da proteína reguladora TIPRL na biogênese da fosfatase PP2A. Em colaboração com a Universidade de Viena e com o objetivo de elucidar a interação de TIPRL com PP2Ac, foi utilizado um painel de mutantes do C-terminal de PP2Ac e analisado o impacto da superexpressão de TIPRL no estado de metilação L309 em células NIH3T3 e Neuro2A. Usando imunoprecipitação e Western blot, foi observado que a interação PP2Ac-TIPRL pode ser regulada por modificações da cauda C-terminal de PP2Ac e que TIPRL tem uma preferência por uma espécie rara de PP2Ac (não metil) e também por PP2Ac fosforilada em T304, uma modificação que parece indicar um estado de PP2A inibida. A superexpressão de TIPRL é observada em vários cânceres humanos e estudos adicionais podem abrir uma nova oportunidade para estudos fisiológicos.

---

<sup>12</sup> Neves LX, Granato DC, Busso-Lopes AF et al., Peptidomics-driven strategy reveals peptides and predicted proteases associated with oral cancer prognosis. **Molecular & Cellular Proteomics**, November 11, 2020, doi: mcp.RA120.002227

<sup>13</sup> Costa RAP, Granato DC, Trino LD, Yokoo S, Carnielli CM, Kawahara R, Domingues RR, Pauletti BA, Neves LX, Santana AG, Paulo JA, Aragão AZB, Heleno Batista FA, Migliorini Figueira AC, Laurindo FRM, Fernandes D, Hansen HP, Squina F, Gygi SP, Paes Leme AF. ADAM17 cytoplasmic domain modulates Thioredoxin-1 conformation and activity. **Redox Biology**, 2020, Sep 24; 37:101735, doi: 10.1016/j.redox.2020.10173

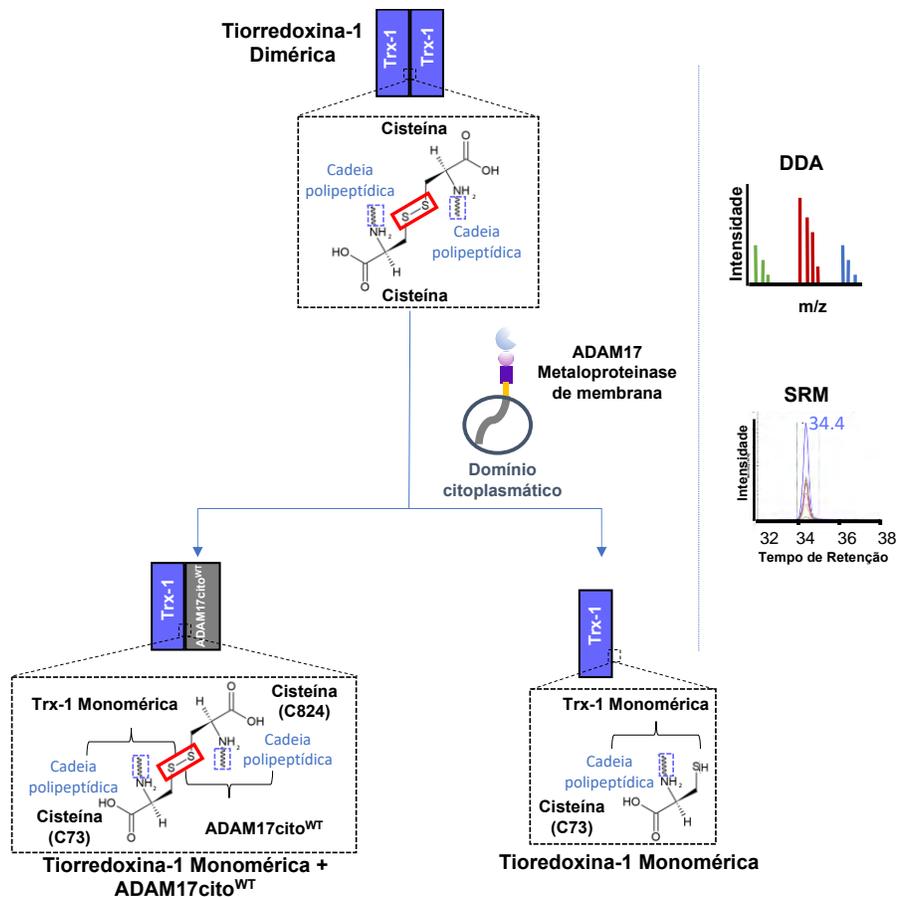


Figura 41. ADAM17<sup>cito</sup> regula a atividade enzimática de Trx-1 ao favorecer o estado monomérico dessa isomerase. Um dos mecanismos que permite explicar essa modulação dímero-monômero é a formação de ponte de dissulfeto entre as cisteínas Cys824 de ADAM17<sup>cito</sup> e Cys73 de Trx-1, conhecida por ser o sítio de dimerização de Trx-1. O mecanismo foi resolvido por meio de duas técnicas de espectrometria de massas baseada em descoberta (DDA) e em alvos (SRM). DDA, aquisição dependente de dados e SRM, monitoramento seletivo de reações.

Mutações em receptores nucleares também estão sendo estudadas no contexto do projeto **“Efeitos de mutações em receptores nucleares no desenvolvimento de câncer”**, sendo realizado em parceria com pesquisadores da Unesp de Rio Preto, França (CBS/CNRS) e Estados Unidos (Northeastern University). Nessa linha investigativa estão sendo desenvolvidos os projetos “Elucidação dos mecanismos de ação de um mutante do receptor de ácido retinóico no desenvolvimento de leucemia promielocítica aguda” e “Efeitos estruturais de mutações câncer-ativadoras no receptor de estrogênio no desenvolvimento de câncer de mama.

### *Subprograma Biologia Cardiovascular e Doenças Metabólicas e Cardiovasculares*

O subprograma de pesquisa em biologia de doenças metabólicas e cardiovasculares reúne um conjunto de projetos científicos com foco no entendimento dos mecanismos moleculares envolvidos no desenvolvimento da insuficiência cardíaca, bem como no impacto de alterações metabólicas induzidas pela obesidade e o Diabetes no sistema cardiovascular. A seguir estão apresentados os principais resultados obtidos neste subprograma no ano de 2020.

O projeto “**Mecanismos celulares e moleculares da insuficiência cardíaca**” tem como principais objetivos determinar os tipos celulares e mecanismos moleculares envolvidos na insuficiência cardíaca, bem como avaliar o efeito do metabolismo mitocondrial na regulação do ciclo celular em cardiomiócitos. O estudo avalia a contribuição de fatores de transcrição da família MEF2 (*Myocyte Enhancer Factors*) no processo de deterioração progressiva de cardiomiócitos que resulta na insuficiência cardíaca. Verificou-se um aumento significativo do fator MEF2C $\gamma$ + em corações infartados de humanos e camundongos. Ensaio em cultura de cardiomiócitos de ratos adultos e neonatais demonstraram que a superexpressão de MEF2C $\gamma$ + regula negativamente vários genes alvo que levam a alterações no ciclo celular, desdiferenciação e morte das células por apoptose. Camundongos transgênicos que superexpressam MEF2C $\gamma$ +, desenvolveram cardiomiopatia dilatada, correlacionada à reentrada no ciclo celular e apoptose de cardiomiócitos. Tanto animais transgênicos MEF2C $\gamma$ + como cardiomiócitos em cultura com superexpressão de MEF2C $\gamma$ + apresentaram alterações gênicas semelhantes, caracterizadas por redução na expressão de genes estruturais/sarcoméricos e aumento de genes relacionados ao ciclo celular. Por fim, foi observado que amostras de coração de humanos e murinos com insuficiência cardíaca, apresentaram alterações gênicas semelhantes ao de animais transgênicos MEF2C $\gamma$ +, caracterizado por um aumento na expressão de genes relacionados ao ciclo celular e uma diminuição na expressão de genes estruturais e metabolismo energético. Os resultados fornecem uma ligação entre MEF2C $\gamma$ + e anormalidades deletérias nos cardiomiócitos, apoiando a noção de que a desregulação do *splicing* de MEF2C e seleção da variante MEF2C $\gamma$ + contribui para a patogênese da insuficiência cardíaca. Em conjunto, a interferência no *splicing* seletivo de MEF2C $\gamma$ + pode ser um alvo terapêutico importante para prevenir e tratar a insuficiência cardíaca. O trabalho descrevendo estes achados foi publicado na revista *EBioMedicine*<sup>14</sup>- (Figura 42).

---

<sup>14</sup> Pereira AHM, Cardoso AC, Consonni SR, Oliveira RR, Saito A, Vaggione MLB, Matos-Souza JR, Carazzolle MF, Gonçalves A, Fernandes JL, Ribeiro GCA, Lopes MM, Molquentin JD, Franchini KG. MEF2C repressor variant deregulation leads to cell cycle re-entry and development of heart failure. **EBioMedicine**, 2020, Jan 3, 51:102571. doi: 10.1016/j.ebiom.2019.11.032.

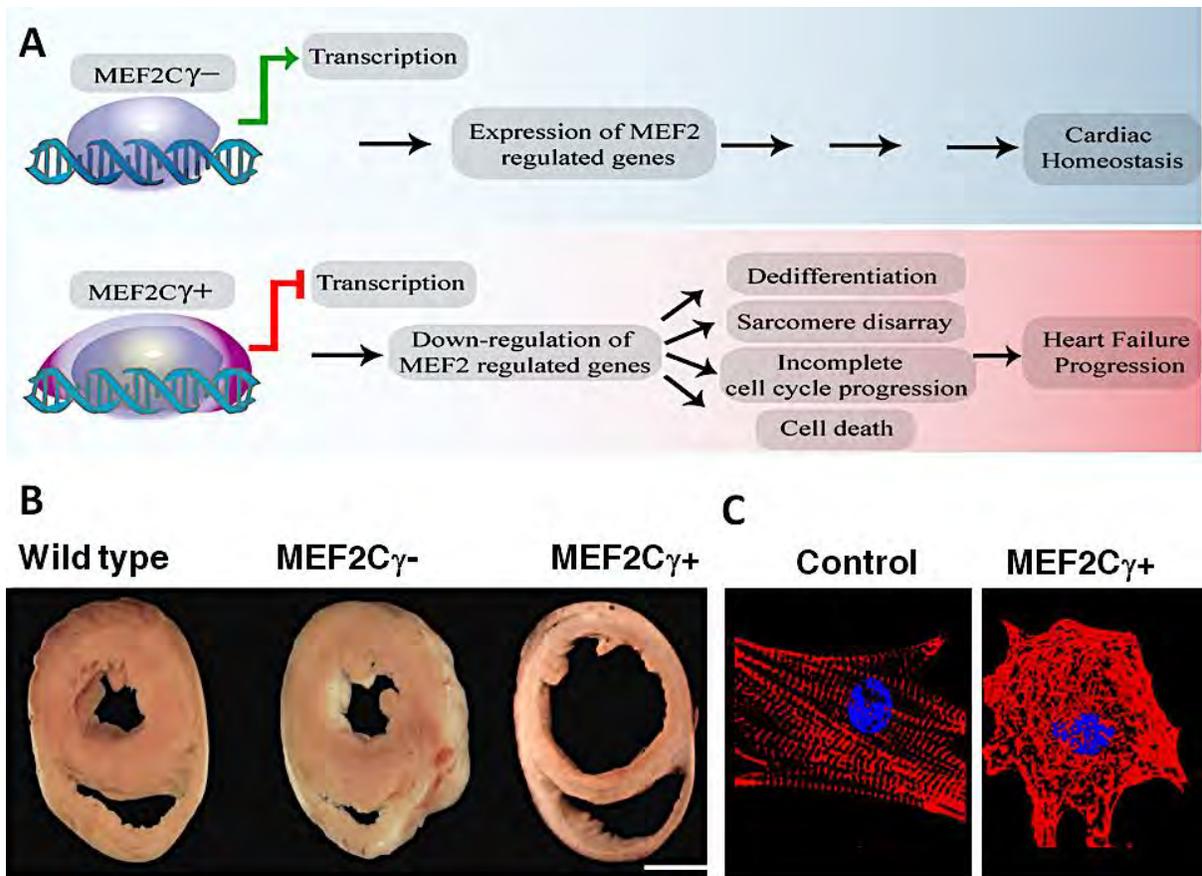


Figura 42. A variante de splicing MEF2C $\gamma^+$  é deletéria à célula cardíaca. (A) A variante de splicing MEF2C $\gamma^+$  regula negativamente vários genes alvo de MEF2 e leva a reentrada incompleta no ciclo celular, desdiferençação parcial, desarranjo sarcomérico e morte celular por apoptose. (B) Camundongos transgênicos que superexpressam MEF2C $\gamma^+$ , mas não o MEF2C $\gamma^-$ , desenvolveram cardiomiopatia dilatada. (C) Cardiomiócitos em cultura com superexpressão de MEF2C $\gamma^+$  apresentam desarranjo de proteínas sarcoméricas, decorrente da redução na expressão de genes estruturais/sarcoméricos e aumento de genes relacionados ao ciclo celular.

No âmbito da compreensão dos mecanismos moleculares relacionados a parada do ciclo celular em miócitos cardíacos adultos e o desenvolvimento de novas terapias regenerativas para as doenças cardiovasculares, o projeto **“Identificação de alvos para desenvolvimento de novas terapias para o tratamento de doenças cardiovasculares”**, desenvolvido em parceria com a Universidade do Texas, parte da hipótese de que a modulação do metabolismo energético pelas células cardíacas poderia diminuir os danos oxidativos ao DNA e, por sua vez, estender a janela para a regeneração das células cardíacas. Em colaboração com a universidade americana, gerou-se um modelo de camundongo nocaute para a enzima piruvato desidrogenase quinase 4 (PDK4), induzível por tamoxifeno, para aumentar seletivamente à oxidação de glicose nos cardiomiócitos. A deleção condicional de PDK4 resultou em um aumento na atividade da piruvato desidrogenase e, consequentemente, um aumento na oxidação de glicose em relação à de ácidos graxos. A

perda de PDK4 também resultou na diminuição do tamanho dos cardiomiócitos e do dano ao DNA, como também num aumento da proliferação dos cardiomiócitos. Após o infarto do miocárdio, a deleção induzível de PDK4, resultou em aumento da proliferação dos cardiomiócitos, melhorou significativamente a função cardiovascular e diminuiu o remodelamento patológico, apresentando, portanto, um papel cardioprotetor e regenerativo cardíaco. Coletivamente, a enzima PDK4 demonstrou ser um alvo viável para terapias regenerativas cardíacas. Os resultados desses estudos podem ser vistos na íntegra nos artigos publicados em revistas de seletiva política editorial: *Nature Metabolism*<sup>15</sup>, *Circulation*<sup>16</sup> e *Current Cardiology Reports*<sup>17</sup> (Figura 43).

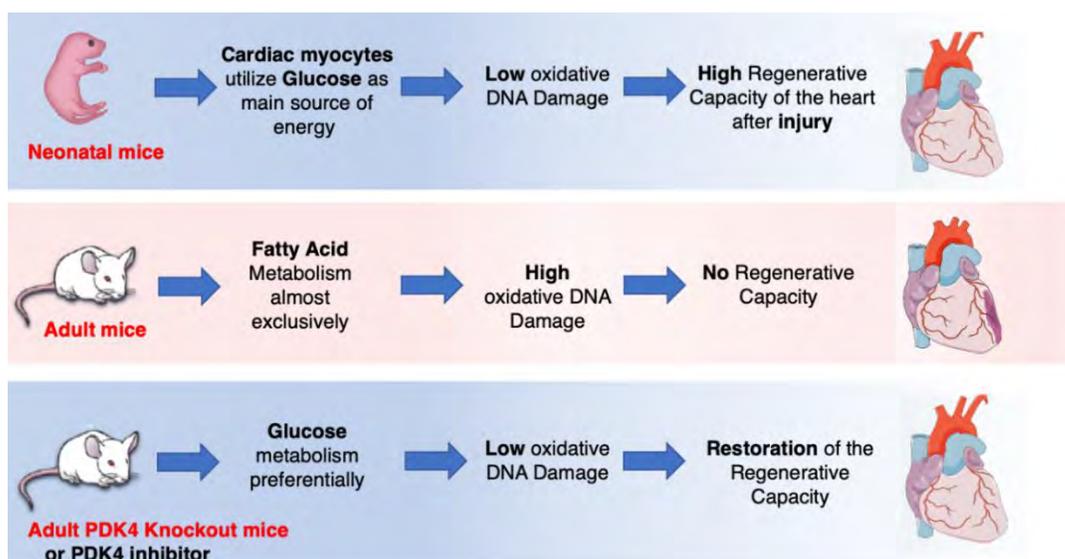


Figura 43. Regeneração cardíaca entre os organismos modelo. A regeneração cardíaca foi estudada em vários modelos e em diferentes estágios de desenvolvimento. Enquanto camundongos neonatos apresentam uma alta capacidade regenerativa durante os primeiros dias pós-natal, mamíferos adultos apresentam limitada ou nenhuma capacidade de regenerar o coração após um infarto do miocárdio. Por outro lado, o LNBio, em colaboração com a Universidade do Texas, demonstrou de forma inédita que a inibição da enzima PDK4, seja por deleção gênica ou inibidores clássicos, leva ao reestabelecimento da capacidade regenerativa após infarto, apresentando uma melhora significativa da função ventricular esquerda quando comparado ao controle.

<sup>15</sup> Cardoso AC, Lam NT, Savla JJ, Nakada Y, Pereira AHM, Elnwasany A, Menendez-Montes I, Ensley EL, Petric UB, Sharma G, Sherry AD, Malloy CR, Khemtong C, Kinter MT, Tan WLW, Anene-Nzolu CG, Foo RS, Nguyen NUN, Li S, Ahmed MS, Elhelaly WM, Abdisalaam S, Asaithamby A, Xing C, Kanchwala M, Vale G, Eckert KM, Mitsche MA, McDonald JG, Hill JA, Huang L, Shaul PW, Szweda LI, Sadek HA. Mitochondrial Substrate Utilization Regulates Cardiomyocyte Cell Cycle Progression. **Nature Metabolism**, 2020, Feb 20, 2(2):167-178. doi: 10.1038/s42255-020-0169-x

<sup>16</sup> Li S, Nguyen NUN, Xiao F, Menendez-Montes I, Nakada Y, Tan WLW, Anene-Nzolu CG, Foo RS, Thet S, Cardoso AC, Wang P, Elhelaly WM, Lam NT, Pereira AHM, Hill JA, Sadek HA. Mechanism of Eccentric Cardiomyocyte Hypertrophy Secondary to Severe Mitral Regurgitation. **Circulation**. 2020, Jun 2, 141(22):1787-1799. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.119.043939.

<sup>17</sup> Cardoso AC, Pereira AHM, Sadek HA. Mechanisms of Neonatal Heart Regeneration. **Current Cardiology Reports**. 2020, Apr 24, 22(5):33. doi: 10.1007/s11886-020-01282-5.

O projeto “**Estudo do PPAR $\gamma$  e proteínas correguladoras na elucidação de vias de controle metabólico relacionadas ao Diabetes e obesidade**” visa entender o papel de modificações pós-traducionais, como fosforilação e acetilação, na modulação da expressão gênica mediada pelo receptor PPAR $\gamma$ , e como tais modificações alteram o recrutamento de proteínas correguladoras. O projeto visa ainda a compreensão dos mecanismos estruturais e fisiológicos que levam ao bloqueio da fosforilação de PPAR $\gamma$  e consequente sensibilização à insulina. Destaca-se no ano de 2020 um artigo aceito para publicação na revista *Frontiers in Endocrinology*<sup>18</sup>. O trabalho demonstra, por meio de ensaios celulares e biofísicos, a importância da fosforilação do PPAR pela CDK5 (induzida em condições de obesidade) no recrutamento de correguladores, modificando o tipo de correpressor/coativador que interage com o receptor. Estas modificações poderiam explicar a desregulação na expressão gênica controlada pelo PPAR que resulta na resistência à insulina (

Figura 44). Além disso, foram testados compostos químicos com capacidade de ligação ao PPAR, capazes de induzir o remodelamento de adipócitos. Foi verificado, por meio de ensaios celulares em monocamada e em esferoides, que alguns dos compostos induzem um fenótipo termogênico. Um desses estudos, focado em derivados de polifenóis encontrados em chá verde e realizado em colaboração com a USP, foi publicado recentemente<sup>19</sup>.

---

<sup>18</sup> Marieli Mariano Gonçalves Dias, Fernanda Aparecida Heleno Batista, Thais Helena Tittanegro, Andre Gustavo de Oliveira, Albane Le Maire, Felipe Rafael Torres, Helder Veras Ribeiro Filho, Leonardo dos Reis Silveira and Ana Carolina Migliorini Figueira. PPAR $\gamma$  S273 phosphorylation modifies the dynamics of coregulator proteins recruitment. **Frontiers in Endocrinology**, fendo.2020.561256, oct 2020 (no prelo), doi:10.3389/fendo.2020.561256.

<sup>19</sup> Bolin AP, Sousa-Filho CPB, Dos Santos GTN, Ferreira LT, de Andrade PBM, Figueira ACM, Batista FAH, Otton R. Adipogenic commitment induced by green tea polyphenols remodel adipocytes to a thermogenic phenotype. **Journal of Nutritional Biochemistry**. 2020, May 25, 83:108429, doi: 10.1016/j.jnutbio.2020.108429.

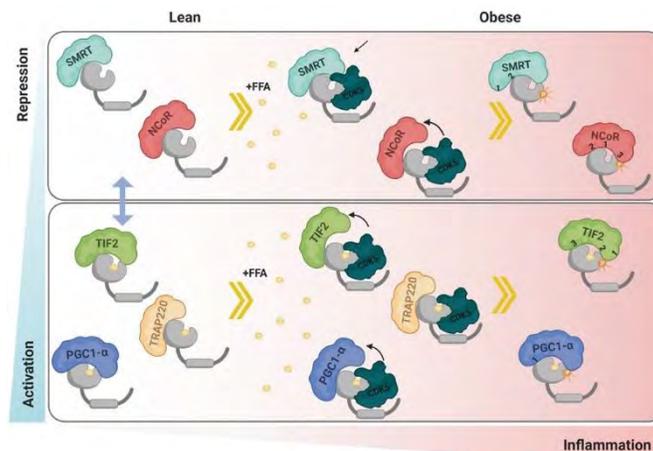


Figura 44. Proposta de mecanismo de interação de PPAR modulado por fosforilação pela CDK5 levando a inflamação e obesidade.

### Subprograma Doenças infecciosas e negligenciadas

O subprograma de pesquisa em doenças infecto-parasitárias e negligenciadas tem como principal meta o entendimento dos *mecanismos moleculares envolvidos em infecções humanas causadas por vírus, bactérias e parasitas, e a identificação de proteínas alvos para o desenvolvimento de fármacos antivirais, antimicrobianos e antiparasitários*. O subprograma agrupa vários projetos que visam a descoberta de novas moléculas bioativas contra doenças negligenciadas como Leishmaniose e doença de Chagas, bem como aquelas causadas por bactérias e outros microrganismos. Além disso, o subprograma inclui projetos que buscam compreender os mecanismos de infecção do vírus Zika e de outros arbovírus emergentes. O estabelecimento do grupo de pesquisa em virologia no LNBio foi essencial para a rápida resposta do CNPEM à pandemia da COVID-19.

### Parasitas

Na linha de pesquisa **“Inibidores para enzimas de tripanossomatídeos”**, destaca-se o aperfeiçoamento de inibidores enzimáticos para o desenvolvimento de fármacos contra o agente causal da doença de Chagas, *Trypanosoma cruzi*. Diferentes enzimas estão sendo utilizadas como alvos moleculares para inibição do crescimento dos parasitas incluindo a glicose-6-fosfato desidrogenase (G6PDH), enzima málica citosólica (MEc), 3-hidroxiacil-CoA desidrogenase (HCD), glutamato desidrogenase (GD), guanossina monofosfato oxidoreductase (GMO), inosina monofosfato desidrogenase (IMPDH) e L-treonina 3-desidrogenase (TDH). Destaca-se em 2020 o trabalho publicado na revista *ACS Medicinal Chemistry Letters*<sup>20</sup> (

<sup>20</sup> Fredo Naciuk F, do Nascimento Faria J, Gonçalves Eufrásio A, Torres Cordeiro A, Bruder M. Development of Selective Steroid Inhibitors for themGlucose-6-phosphate Dehydrogenase from *Trypanosoma cruzi*. **ACS Medicinal Chemistry Letters**, 2020 Apr 27, 11(6):1250-1256, doi: 10.1021/acsmchemlett.0c00106.

Figura 45), reportando uma série de derivados esteroidais planejados e sintetizados no LNBio, que foram capazes de atuar como inibidores seletivos da G6PDH de *T. cruzi*. Ainda este ano foram também identificados os primeiros inibidores para IMPDH e TDH de *T. cruzi*, enquanto as demais enzimas seguem no processo de produção e caracterização cinética. Nas próximas etapas tais inibidores serão testados em ensaios celulares contra *T. cruzi* e em experimentos de cristalização com as respectivas enzimas.

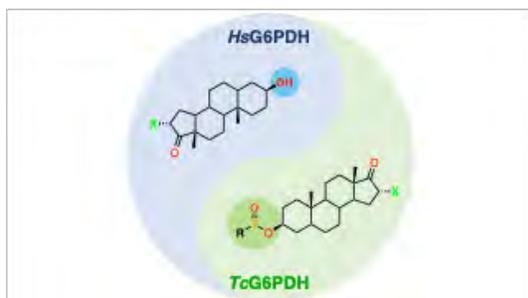


Figura 45. Representação da relação estrutura-atividade de derivados esteroidais como inibidores seletivos da enzima G6PDH do parasita *T. cruzi* (TcG6PDH) em relação à enzima humana (HsG6PDH). O trabalho reportando estes dados foi publicado na revista *ACS Medicinal Chemistry Letters*.

Novas classes de inibidores da G6PDH e da enzima málica de *T. cruzi*, incluindo quinazolinonas e sulfonamidas, encontram-se em avaliação aprofundada no contexto do projeto **“Caracterização do mecanismo de ação intracelular dos inibidores de glicose-6-fosfato desidrogenase e enzima málica de *T. cruzi*”**. Tais inibidores foram identificados por experimentos de High Throughput Screening realizados no LNBio e no Instituto de Pesquisa Biomédica da Novartis. Na sequência, os compostos foram sintetizados no LNBio e testados em células humanas infectadas pelo parasita. Os compostos foram capazes de reduzir a infecção sem afetar a viabilidade das células hospedeiras. No momento, o atual projeto pretende confirmar que o efeito fenotípico observado é consequência da inibição das enzimas alvo dentro do parasita. Esse resultado, se positivo, confirmará o mecanismo de ação desses compostos.

### Vírus

No âmbito deste subprograma de pesquisa insere-se ainda o projeto **“Doenças Arbovirais Negligenciadas”**, realizado em parceria com instituições nacionais e internacionais. Doenças arbovirais negligenciadas compreendem infecções virais transmitidas por mosquitos, como Zika e Febre Amarela, que são negligenciadas em termos de pesquisa e políticas públicas de saúde. O estudo dessas doenças é essencial para se desenvolver tratamentos antes que elas emergjam e causem prejuízo à saúde humana e veterinária.

O LNBio realiza pesquisa para o entendimento das doenças causadas pelos vírus Zika (ZIKV), Mayaro (MAYV), Oropouche (OROV), Usutu (USUV), Ilhéus (ILHV) e Encefalite de Saint Louis (SLEV), e proposição de estratégias terapêuticas para essas doenças. Dentre os resultados obtidos em 2020, destaca-se a determinação da primeira estrutura do vírus Mayaro, obtida

por Crio-EM, em colaboração com pesquisadores do LNNano. A estrutura, obtida em resolução de 4.4 Å, é a primeira de um vírus feita completamente no Brasil e está depositada no *Protein Data Bank* (PDB 7KO8). No manuscrito que se encontra em revisão e que já está disponível na plataforma BioArXiv<sup>21</sup>, descreve-se várias características estruturais do vírus, incluído glicosilações de proteínas de superfície, as quais podem ser exploradas em futuras estratégias antivirais contra MAYV. A Figura 46 mostra o modelo atômico da estrutura e organização do vírus MAYV obtido no CNPEM.

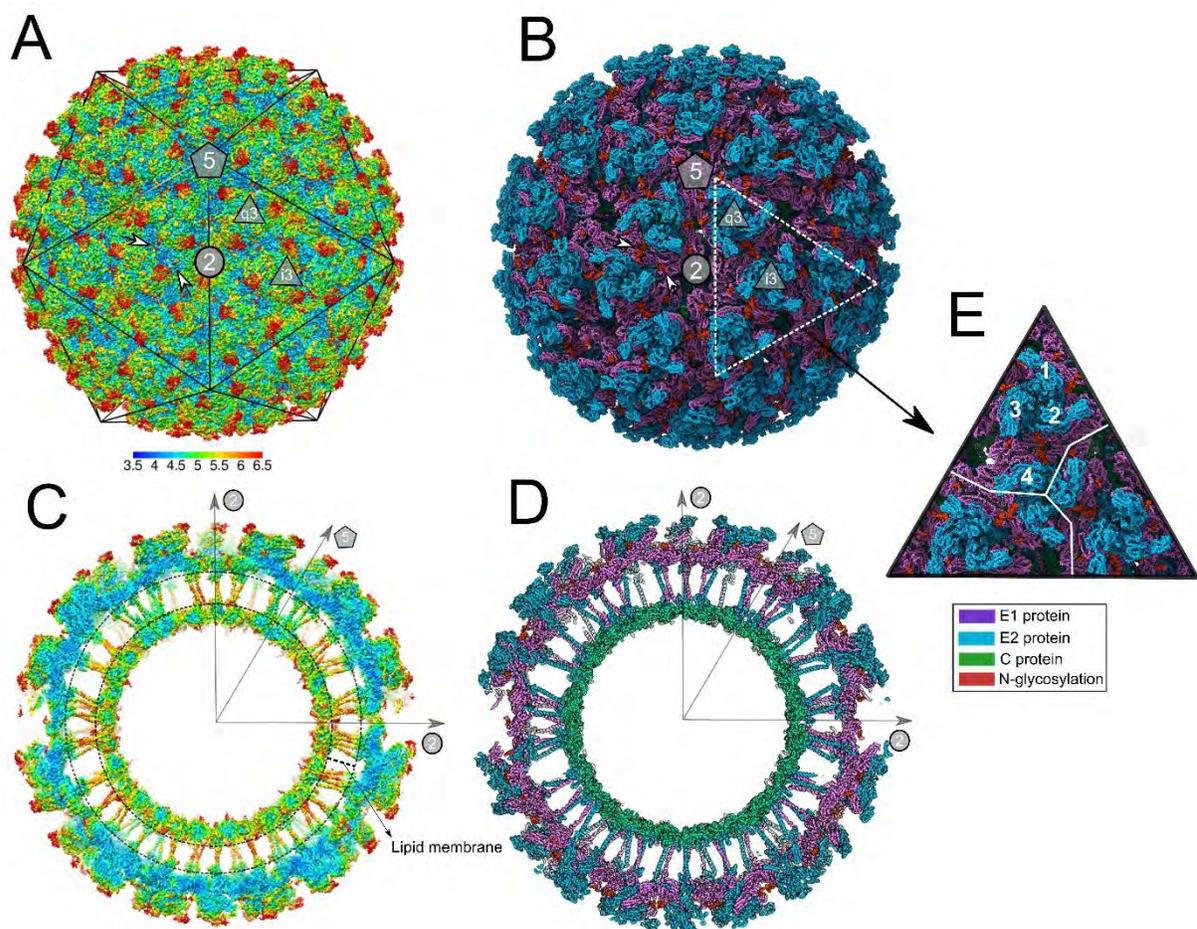


Figura 46. Modelo atômico da estrutura do vírus MAYV evidenciando os eixos da sua organização icosaédrica. (A, C) Modelo colorido de acordo com a distância a partir do centro da partícula e (B, D) modelo em fita diferenciando proteínas

<sup>21</sup> Ribeiro-Filho, Helder, Coimbra, Lais D., Cassago, Alexandre, Rocha, Rebeca P. F., Padilha, Antonio Cláudio, da Silva Guerra, João Victor, Leme, Luiza, Trivella, Daniela B. B., Portugal, Rodrigo V., Lopes-de-Oliveira, Paulo Sérgio, Marques, Rafael Elias. Cryo-EM structure of the mature and infective Mayaro virus at 4.4 Å resolution reveals new features of arthritogenic alphaviruses. *bioRxiv*, 2020, Nov 07, doi: 10.1101/2020.11.06.371773.

virais e glicosilações. (E) Visão em superfície de três unidades assimétricas distribuídas ao redor do eixo i3 da partícula viral.

As pesquisas com os vírus USUV, ILHV e OROV progrediram de maneira limitada em 2020, dado que o grupo de virologia do LNBio manteve-se focado nas ações da força-tarefa CNPEM COVID-19 ao longo do ano todo. Entretanto, avanços foram feitos na padronização de modelos animais e estudo de patogênese *in vivo*, como também no estabelecimento de ensaios *in vitro* de triagem e caracterização de compostos antivirais para USUV, ILHV e OROV.

No que se refere à estratégia de reposicionamento de fármacos, foram realizadas triagens de compostos em larga escala, onde se identificou a benidipina, imatinib e azelastina como 'hits' que inibiram a replicação de MAYV em duas linhagens celulares distintas, com EC<sub>50</sub> na faixa de 10 µM. Além disso, protocolos para testes de compostos antivirais em modelo animal também foram padronizados no período.

Em 2020, o projeto Institucional ZIKA (Decit-MS, CNPq, CAPES) foi finalizado com a entrega do relatório correspondente aos quatro anos de trabalho. Ao todo, foram realizados estudos de padronização de ensaios bioquímicos para triagens com a enzima Metil-transferase do vírus, triagens fenotípicas para identificação de compostos com atividade citoprotetora ou antiviral contra ZIKV e estudo de malformações congênitas. Ao longo do projeto, foram apresentados vários trabalhos em congressos e publicados seis trabalhos em revistas internacionais, fruto de pesquisa interna do LNBio e de colaborações com grupos nacionais e internacionais. No momento, duas publicações associadas ao projeto ZIKA encontram-se em processo de revisão.

No projeto **“Desenvolvimento de estratégias para inibição transcricional de vírus de RNA”**, o objetivo principal é inibir a infecção por ZIKV utilizando-se microRNAs endógenos. Com auxílio de ferramentas computacionais, buscou-se na sequência de RNA do vírus ZIKV, sítios alvos de microRNA. O genoma de ZIKV foi mapeado para escolher sítios em regiões de genes estruturais e não estruturais. No momento, estão sendo estabelecidas linhagens para expressão dos microRNAs, os quais serão testados frente à inibição viral nestas linhagens.

## Bactérias

O projeto **“Interação planta-patógeno”**, em colaboração com o Centro de Citricultura 'Sylvio Moreira' do Instituto Agrônomo de Campinas, tem como principal objetivo elucidar a estrutura e a função de proteínas de plantas envolvidas na defesa contra bactérias, assim como de proteínas de bactérias envolvidas em adaptação e desenvolvimento da doença. O projeto visa ainda o desenvolvimento de estratégias de controle de doenças em plantas causadas por bactérias. Destacam-se como principais

resultados em 2020 a finalização do trabalho, publicado na revista *The Plant Cell*<sup>22</sup>, que mostra que o principal efetor de patogenicidade da bactéria *Xanthomonas citri*, agente causal do cancro cítrico, interage com o fator MAF1 de citros, um repressor da RNA polimerase III e controlador de crescimento celular em plantas. O trabalho relata ainda como a fosforilação do fator MAF1 altera sua função repressora da RNA polimerase III ( Figura 47). Ainda em 2020, o projeto avançou na identificação de determinantes moleculares que desencadeiam uma resposta de defesa em plantas de citros em resposta à infecção por espécies de *Xanthomonas*.

Uma segunda linha de investigação **“Prospecção de compostos com atividade antimicrobiana sobre bactérias Gram-negativas multirresistentes”** objetiva identificar compostos com atividade antimicrobiana sobre espécies de bactérias Gram-negativas multirresistentes que possam servir de base para o desenvolvimento de novos antibióticos. Para tanto, estão sendo realizadas triagens de bibliotecas de pequenas moléculas através de ensaios fenotípicos de inibição de crescimento celular, e bioquímicos, baseados em alvos moleculares da bactéria. Como principais avanços realizados no período, destaca-se a otimização do ensaio bioquímico para triagens com o alvo metionina-tRNA sintetase (MetRS) e a conclusão da primeira triagem feita com o alvo prolina-tRNA sintetase (ProRS) da bactéria *Xanthomonas citri*, que apresenta resistência intrínseca a carbapenênicos e cefalosporinas. Avanços foram feitos ainda na identificação de potenciais alvos primários de ligação de uma quinazolina sintetizada no LNBio que mostrou ação bactericida específica sobre várias espécies de *Xanthomonas*, mas não em *Escherichia coli*.

---

<sup>22</sup>Andrade MO, Sforça ML, Batista FAH, Figueira ACM, Benedetti CE. The MAF1 phosphoregulatory region controls MAF1 interaction with the RNA Polymerase III C34 subunit and transcriptional repression in plants. *Plant Cell*, 2020, Sept, 32 (9):3019-3035, doi: 10.1105/tpc.20.00297

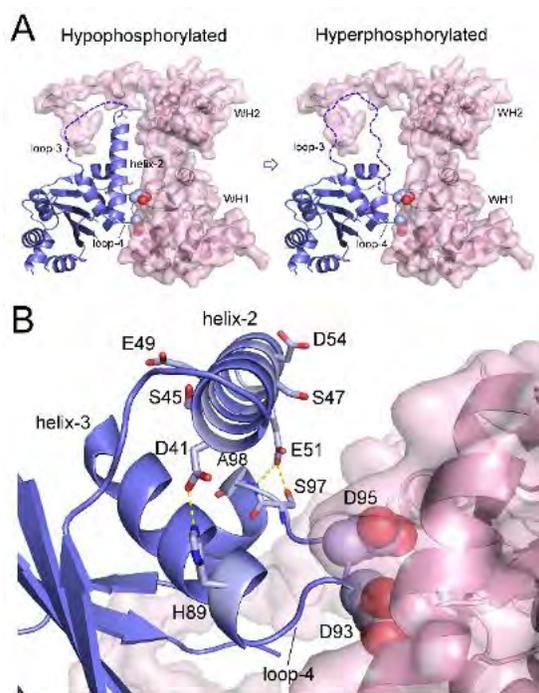


Figura 47. Modelo mecânico de como a fosforilação de MAF1 (em azul) regula sua interação com a subunidade C34 da RNA polimerase III (em rosa). (A) MAF1 em sua forma não fosforilada está ligada à subunidade C34 da RNA polimerase III através do loop-3 e da  $\alpha$ -hélice-2, assim reprimindo a ação da polimerase. À medida que resíduos do loop-2 e  $\alpha$ -hélice-2 são fosforilados, a  $\alpha$ -hélice-2 se torna instável e se desdobra progressivamente. A hiperfosforilação de MAF1 gera assim mudanças conformacionais na  $\alpha$ -hélice-2, o que interrompe interações locais com o domínio WH1 da subunidade C34. (B) Visão ampliada da região onde a  $\alpha$ -hélice-2 de MAF1 se aproxima do domínio WH1 da proteína C34, mostrando que a cadeia lateral de resíduos da  $\alpha$ -hélice-2 estabilizam o loop 'PDYDFS', que se ancora na estrutura da C34. Os dados indicam que a fosforilação dos resíduos S45 e S47 de MAF1 seriam suficientes para desestabilizar a  $\alpha$ -hélice-2 e o loop de ancoragem 'PDYDFS' por meio de repulsão de carga.

Por fim, o projeto **"ANTIBIO-BAC"**, desenvolvido em parceria com pesquisadores da USP, Univali, Instituto de Biologia Estrutural de Grenoble, Universidade de Sask no Canadá, tem como objetivo caracterizar complexos proteicos envolvidos na biossíntese da parede celular bacteriana e sistemas de secreção de toxinas, a fim de se identificar novas moléculas antimicrobianas. Como avanços nessa linha investigativa no período destaca-se a publicação do manuscrito descrevendo um inibidor oriundo de um produto natural (ácido merulínico C) que é capaz de destruir a membrana interna bacteriana<sup>23</sup>. Além disto, o ácido merulínico provou ser um agente capaz de superar o processo de resistência do patógeno humano *Enterococcus faecium* à gentamicina, um antibiótico utilizado regularmente no meio hospitalar. Outros inibidores promissores continuam em fase de purificação no contexto do Projeto Temático SPEC (ANTIBIO-BAC), que inclui a ampliação dos esforços na área de química e microbiologia, visando a caracterização de novos produtos naturais inibidores do crescimento de bactérias patogênicas.

<sup>23</sup> Rodrigues-Costa F, Slivinski J, Ióca LP, Bertonha AF, de Felício R, Cunha MGD, da Mata Madeira PV, Cauz ACG, Trindade DM, Freire VF, Ropke CD, Gales A, Brocchi M, Ferreira AG, Gueiros-Filho F, Trivella DBB, Berlinck RGS, Dessen A. Merulinic acid C overcomes gentamicin resistance in *Enterococcus faecium*. **Bioorganic Chemistry**, 2020, May 12, 100:103921, doi: 10.1016/j.bioorg.2020.103921.

### *Subprograma Neurobiologia Molecular*

O subprograma de pesquisa em Neurobiologia Molecular, criado em 2016, representa um novo direcionamento da pesquisa sobre as bases moleculares de doenças humanas conduzida no LNBio. Atualmente, o subprograma conta com projetos que abordam aspectos estruturais e epigenéticos envolvidos no estabelecimento de doenças de neurodesenvolvimento, com ênfase em Deficiência Intelectual (DI) e Transtorno do Espectro Autista (TEA), partindo do pressuposto que fatores genéticos e ambientais contribuem de forma complexa para a evolução desses transtornos. Esse subprograma abrange ainda pesquisas em doença de Parkinson.

A linha de pesquisa ***“Neurobiologia molecular – desvendando os mecanismos moleculares de transtornos de neurodesenvolvimento”***, que está sendo desenvolvida em parceria com a USP, visa elucidar a estrutura e a função de proteínas associadas a transtornos do neurodesenvolvimento e caracterizar mutações identificadas em pacientes com esses transtornos. Em 2020, no âmbito do projeto intitulado ***“Mecanismos celulares e moleculares derivados de mutações missense na proteína DDX3X: alterações na proteostase e neurodesenvolvimento”***, concluiu-se a investigação de mutações missense na proteína DDX3X que a tornam propensa à agregação. Através de ensaios biofísicos e de microscopia de fluorescência foi possível demonstrar ainda que as proteínas com mutações genéticas mapeadas em pacientes com deficiência intelectual formam condensados proteicos semelhantes a fibrilas amiloides. Portanto, os dados do projeto reforçam a hipótese de que a deficiência intelectual é um distúrbio decorrente do mal enovelamento e agregação da proteína DDX3X mutante.

No contexto da doença de Parkinson, três projetos encontram-se em andamento. O projeto intitulado ***“Aspectos celulares e moleculares da doença de Parkinson Idiopática: um foco no eixo intestino cérebro”***, uma parceria entre LNBio, Universidade Federal de Minas Gerais, Universidade Federal de São Paulo, Universidade do Chile e Universidade Yale, visa o entendimento da participação do microbioma intestinal no processo de agregação da proteína alfa-sinucleína em células enteroendócrinas e sua posterior migração para neurônios simpáticos como um possível mecanismo de desenvolvimento da doença de Parkinson Idiopática.

O projeto ***“LRRK2 e Rab GTPases no surgimento e progressão da doença de Parkinson Esporádica”***, também em parceria com a Universidade de Chile, avalia as consequências da atividade anormal da quinase LRRK2 WT associada à doença de Parkinson Idiopática usando-se biologia celular e estrutural. O projeto aborda como a atividade da LRRK2 WT modifica a dinâmica de tráfego de membrana e de autofagia mediada por outras proteínas, e como esses eventos levam à morte neuronal dopaminérgica. A expectativa é que o projeto forneça subsídios para pesquisa futura envolvendo inibidores farmacológicos.

No projeto intitulado “**Alterações metabólicas em modelos farmacológicos da doença de Parkinson**”, o objetivo é avaliar alterações metabólicas em tecidos de camundongos tratados com um fármaco indutor de Parkinson Esporádico. Através de análises de RMN e biologia molecular, observou-se alterações na microbiota intestinal dos animais, assim como alterações metabólicas em tecidos cerebrais e intestinais dos animais. Os próximos passos deste projeto deverão se concentrar nas análises de bioinformática visando dissecar as vias metabólicas alteradas no contexto da etiologia do Parkinson Esporádico.

### 2.3.2. Programa de Métodos Avançados em Biociências

Muitas das pesquisas em biologia tornam-se restritas pela falta ou limitação de métodos adequados de investigação. O CNPEM dispõe de instrumentação de última geração para avançar no desenvolvimento de métodos que podem revolucionar a forma como olhamos para os fenômenos biológicos. Além disso, os temas de pesquisa e desenvolvimento interno trazem perguntas biológicas na fronteira do conhecimento. Essas, por sua vez, estimulam o desenvolvimento de novos métodos para a investigação do fenômeno biológico sob nova perspectiva.

O ano de 2020 foi marcado pelo início do comissionamento das linhas de luz do Sirius MANACÁ e MOGNO. Em particular, no campo das imagens biológicas, pôde-se avançar no desenvolvimento de métodos em bioimagens, iniciados na linha IMX do UVX nos anos anteriores. Além das imagens biológicas, uma série de métodos aplicados à descoberta e desenvolvimento de fármacos vem sendo desenvolvidos. Vale ressaltar as abordagens para descoberta de novas moléculas bioativas e triagens *in silico*, bem como os métodos dedicados às etapas finais do estágio de descoberta de fármacos, como os que objetivam desvendar o mecanismo de ação de moléculas ou prever o sucesso clínico de um determinado candidato a fármaco. Tais métodos usam abordagens experimentais sofisticadas, e geram uma grande quantidade de dados. Estes dados são tratados de forma inovadora, utilizando um ferramental computacional único. Os métodos de foco têm aplicações diretas na pesquisa científica de fronteira e no desenvolvimento de novas tecnologias e produtos, demandas que advêm não apenas da comunidade científica, mas também da indústria.

#### *Subprograma Imagens Biológicas*

O programa de pesquisa em **Imagens Biológicas** tem como principal objetivo o desenvolvimento de métodos e instrumentação científica em luz síncrotron, visando o estabelecimento e integração de técnicas de captura e processamento de imagens de alta resolução de amostras biológicas obtidas através de microtomografia ( $\mu$ CT) e fluorescência (XRF) de raios-X. O programa também prevê a integração de instrumentação avançada em microscopias incluindo a implantação de técnicas avançadas de microscopia ótica de super-resolução.

### Primeira imagem de coração realizada na linha de luz MOGNO

No início da operação do acelerador Sirius, cerca de uma semana após a equipe de operação conseguir estocar feixe de elétrons no acelerador de armazenamento, a linha MOGNO em fase A, ou seja, sem elementos ópticos e com feixe branco, foi utilizada para produzir as primeiras imagens tomográficas de coração de camundongo. Mesmo operando-se ainda em condições sub ótimas, as primeiras imagens biológicas foram obtidas com êxito (

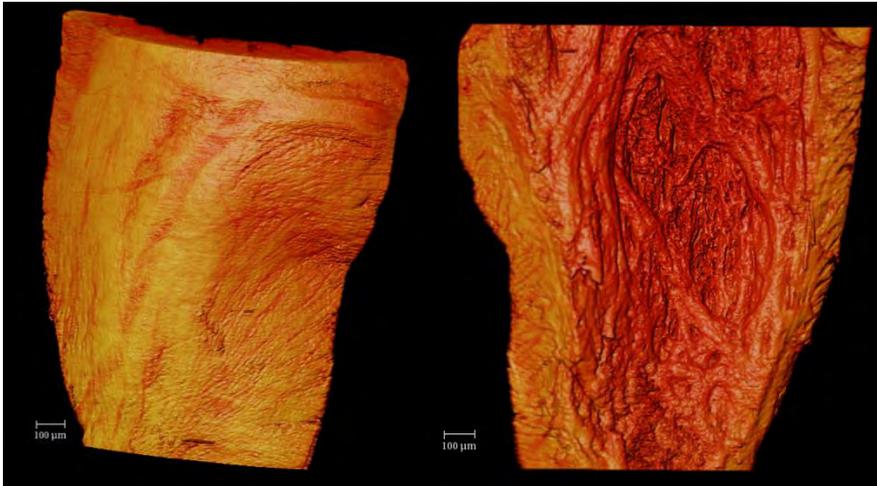
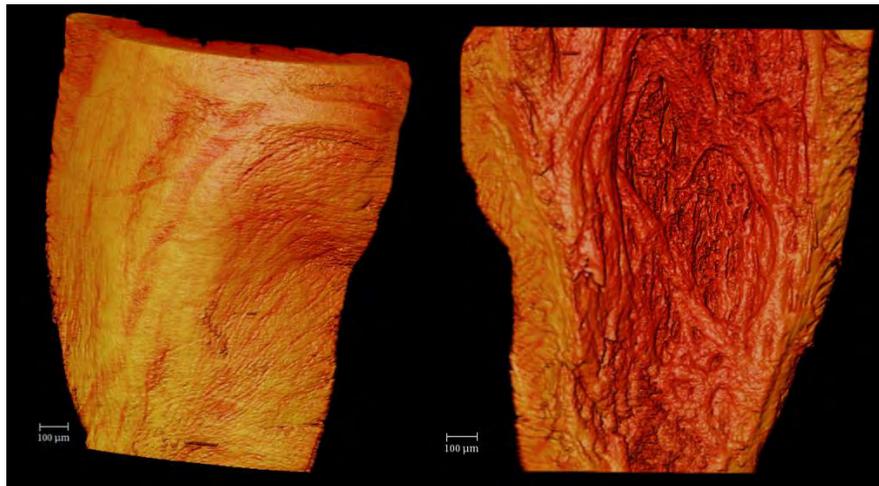


Figura 48), num tempo relativamente menor e com uma resolução muito superior ao obtido na antiga linha de tomografia do UVX (Figura 49).



*Figura 48. Primeira imagem biológica medida no acelerador Sirius, na linha de luz MOGNO. Renderização 3D de uma imagem crua de tomografia síncrotron de uma região ventricular do coração de camundongo. Esquerda, vista externa da parede livre. B, vista interna do ventrículo.*

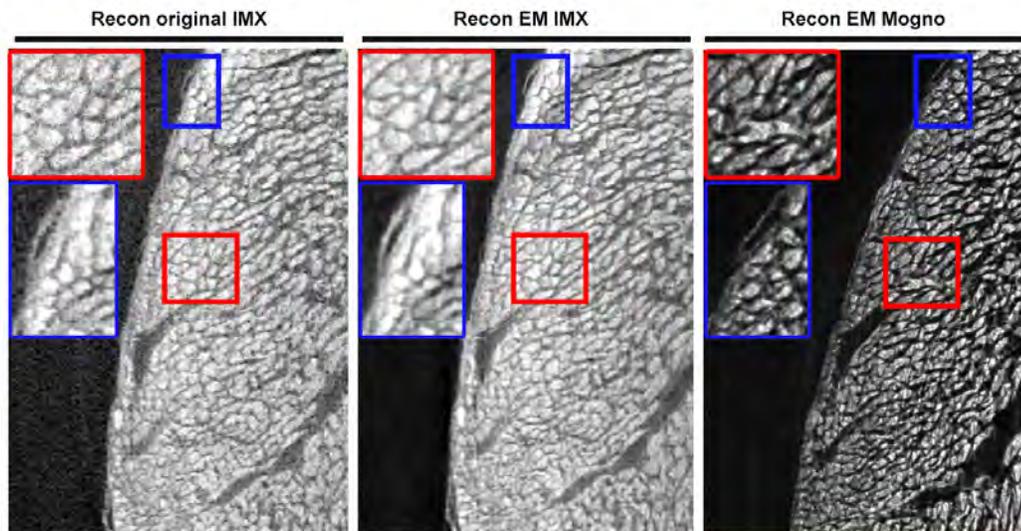


Figura 49. Ganho de resolução visível com a linha MOGNO, no Sirius. Comparação entre as tomografias reconstruídas com medidas feitas na IMX e MOGNO.

#### Acesso à histoarquitetura tridimensional do coração de camundongos

Técnicas de marcação de células do coração visando aumento de contraste de raios-X foram otimizadas para a linha MOGNO. As imagens em alta resolução alcançam detalhes em nível celular. Contudo, o volume de dados gerado é enorme e foi necessário, portanto, desenvolver uma metodologia computacional de análise, em parceria com o grupo de computação científica do LNLS. Inicialmente, foram utilizados algoritmos de redes neurais para identificar células e fundo, gerando uma imagem de probabilidade. Em seguida, pixels de alta probabilidade foram selecionados para a criação de ‘sementes’. Os grupos de pixels conectados, ou ‘sementes’, foram então separados entre si por “ambient occlusion”. Processos de análise de componentes conexos impõem valores únicos para cada um desses grupos. Finalmente, cada grupo é expandido dentro do limite de cada “elemento” na imagem crua que, em uma primeira aproximação, seriam células individualizadas. Todo o fluxograma de análise está avançado e a quantificação da morfologia das células individualizadas nas amostras está em (Figura 50).

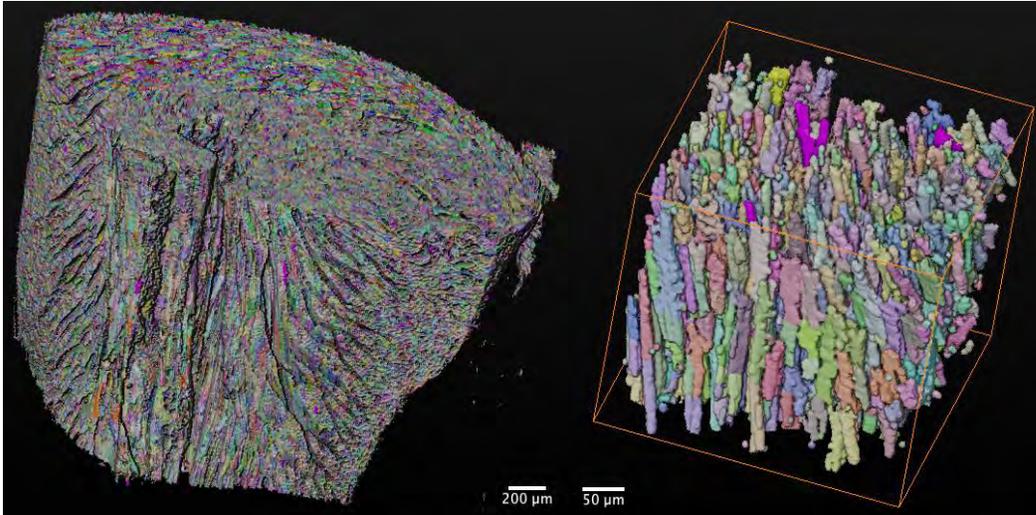


Figura 50. Imagem 3D segmentada, com células individualizadas de uma região do ventrículo esquerdo de camundongo. O volume na imagem corresponde a aproximadamente 1/16 do volume do coração íntegro. O retângulo mostra a posição no subvolume em alta definição, evidenciando a histoarquitetura e organização das células.

#### Detecção de flavivírus por técnicas de imunofluorescência

O projeto **“Análise morfo genética dos mecanismos de infecção do USUV e seus efeitos na neurogênese em modelo murino”** busca utilizar métodos de imagem para detectar e acompanhar a infecção viral em diferentes tecidos animais. Um dos pontos críticos desse projeto é a detecção do vírus USUV em tecidos de animais infectados de modo a identificar os tipos celulares colonizados pelo vírus. Nesse projeto, utilizou-se o anticorpo comercial pan-flavivírus 4G2, que se mostrou eficaz na detecção do vírus no tecido cerebral -

Figura 51. Tal detecção permitiu o desenvolvimento de métodos de quantificação das células infectadas.

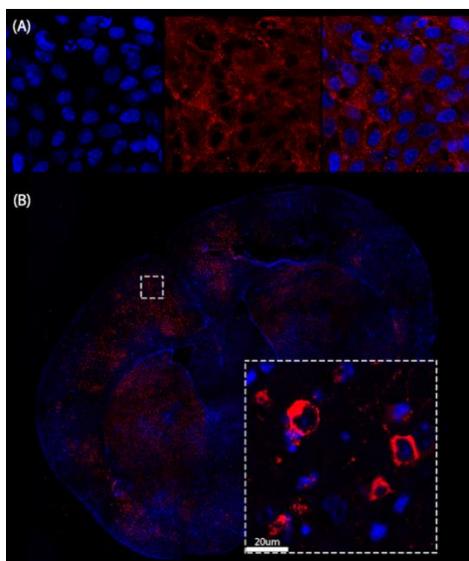


Figura 51. Imunofluorescência para detecção do vírus USUV. (A) Ensaio validado e padronizado em células Vero infectadas. (B) Detecção do vírus USUV em cérebro de camundongo. Corte transversal, dorsal à esquerda. Região tracejada com detalhes das células infectadas (vermelho).

Dada à limitação do anticorpo 4G2 na detecção de alguns flavivírus, foram testados métodos de hibridização *in situ* como alternativa para a detecção dos vírus USUV e SLEV em cultura de células. Para tanto, sondas de RNA sense e anti-sense foram desenhadas baseadas nas sequências de nucleotídeos das linhagens de USUV e SLEV presentes no laboratório. Exemplos da hibridização *in situ* realizada com essas sondas podem ser vistos na Figura 52.

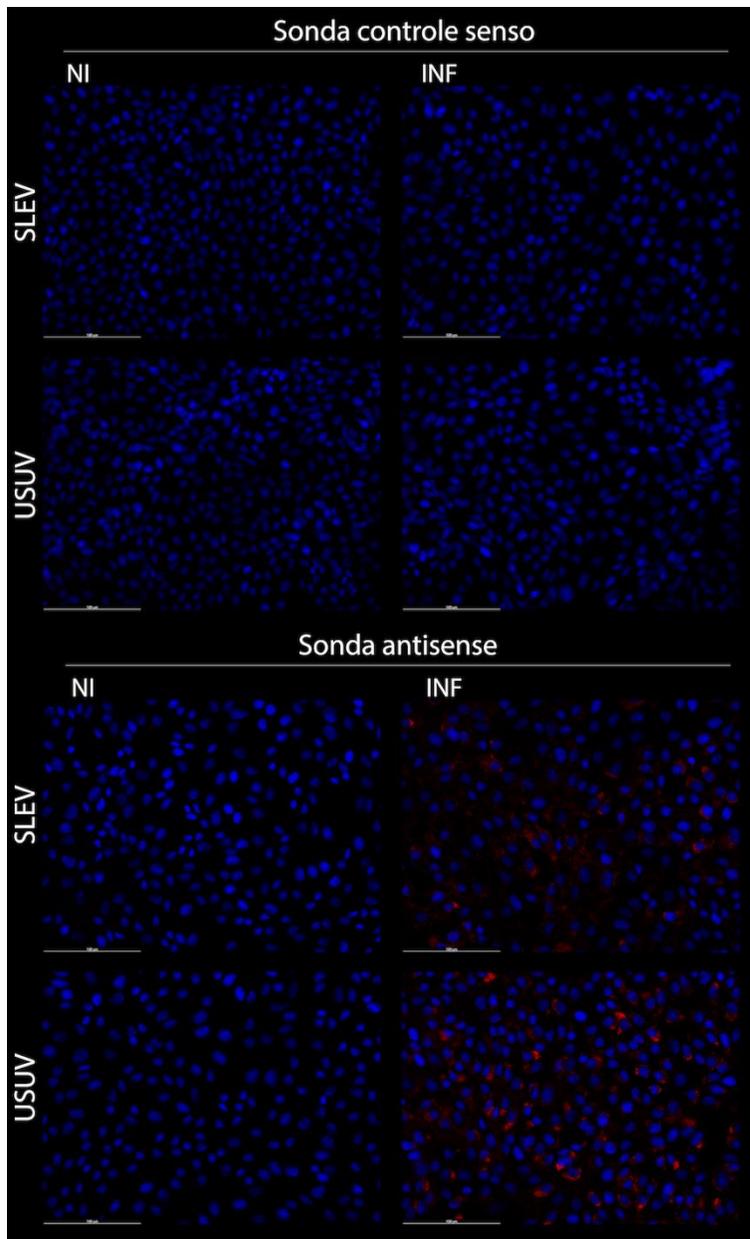


Figura 52. Hibridização *in situ* fluorescente em células Vero para USUV e SLEV com sondas controle *sense* e *antisense* utilizando-se o fluoróforo Cy3. Barra de escala, 100  $\mu$ m.

#### Segmentação do tubo neural a partir de imagens de microtomografia de raio x

Protocolos de preparo de amostra e medidas na linha de luz de microtomografia de raios-X síncrotron foram desenvolvidos e otimizados. O preparo das amostras envolve uma etapa de aumento de contraste pelo tratamento com ácido fosfotungstístico (PTA). Esse composto penetra no interior das células e no núcleo depositando tungstênio e, conseqüentemente, aumentando a densidade eletrônica. Portanto, foi possível obter detalhes anatômicos em amostras preservadas de modo não destrutivo e em escala tecidual. O resultado é um

conjunto de dados com a morfologia intacta. Isso permite explorar uma estrutura tridimensionalmente complexa como o tubo neural de modo a avaliar a formação do epitélio neural que irá originar o sistema nervoso. Porém, tais métodos precisarem ser criados e otimizados. Com uso de algoritmos de aprendizado de máquinas e filtros morfológicos pôde-se extrair das imagens dos embriões somente o tubo neural e eliminar os demais tecidos (Figura 53). Assim, a esqueletonização do lúmen do tubo neural foi realizada e utilizada como eixo principal. Dessa forma, pôde-se realizar uma histologia virtual com cortes sempre transversais a essa estrutura. Isso permitiu avaliar a espessura do epitélio neural em cada fatia ao longo do eixo ântero-posterior dos embriões (Figura 54). Utilizando-se diversos embriões pode-se assim modelar essa variável o que permitirá quantificar o efeito das infecções de flavivírus na gestação.

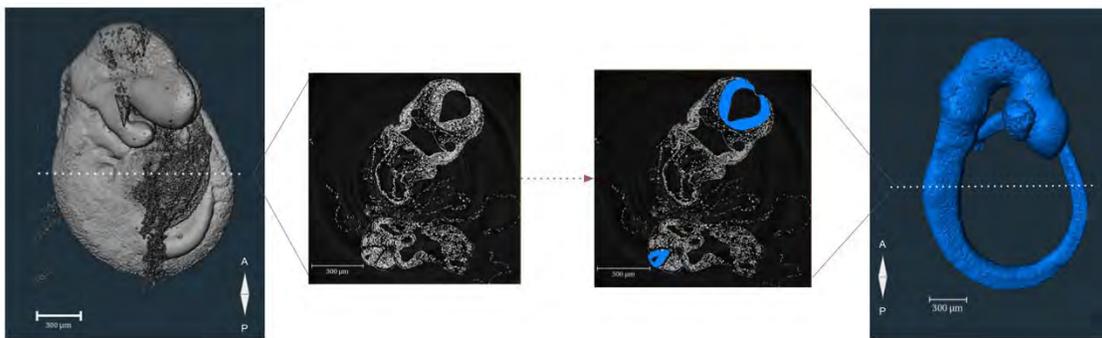


Figura 53. Resultados do processamento do tubo neural por tomografias. Da esquerda para direita, respectivamente, renderização 3D da imagem crua da tomografia síncrotron de um embrião de camundongo no estágio TS15; fatia da tomografia com detalhamento histológico; segmentação em azul do tubo neural; renderização 3D do tubo neural segmentado.

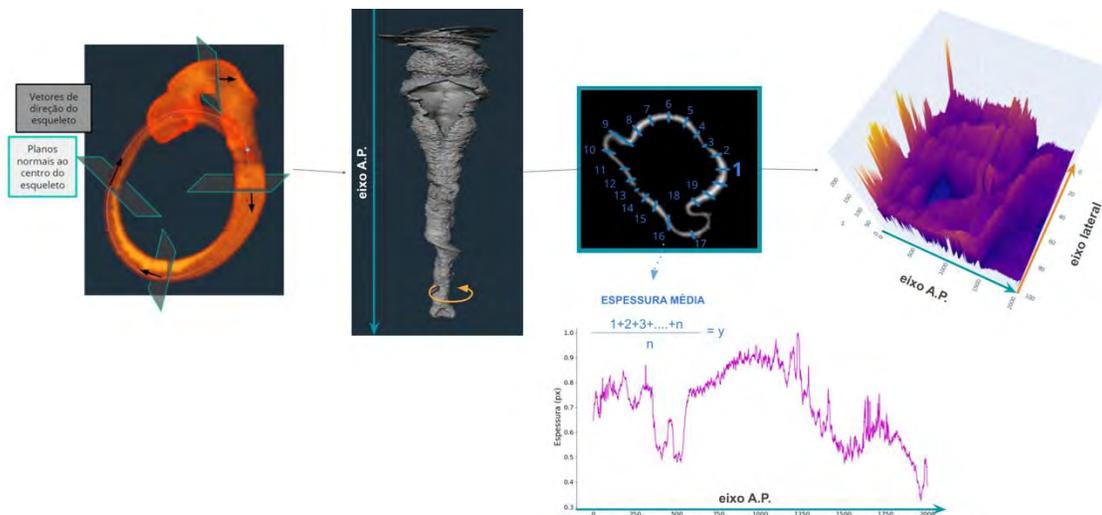


Figura 54. Fluxograma de processamento do tubo neural dos embriões da camundongos por tomografia síncrotron. Respectivamente, da esquerda para direita, renderização 3D do tubo neural segmentado ilustrando os planos de histologia virtual transversais; desdobraimento do tubo neural para permitir a quantificação da espessura do epitélio neural; gráfico de superfície com os valores da espessura do epitélio neural ao longo do eixo ântero-posterior.

### *Subprograma Métodos aplicados à Descoberta e Desenvolvimento de Fármacos*

A plataforma de descoberta e desenvolvimento de fármacos do LNBio vem sendo implementada ao longo dos anos, atingindo sua maturidade nos anos recentes, tendo a missão de desenvolver *leads* para estudos pré-clínicos, conforme ilustrado na Figura 55.

A plataforma segue padrões mundiais, seguindo um processo racional de seleção de moléculas através de uma cascata de ensaios, onde compostos candidatos são cuidadosamente selecionados com base em critérios de seleção visando guiar a progressão de compostos na plataforma. Primeiramente, alvos moleculares (proteínas, vírus) ou fenótipos (em células modelo) são selecionados a partir de dados da literatura e/ou dos dados derivados do programa de pesquisa interna em Mecanismos de Doenças. Bioensaios em formato *High Throughput Screening* (HTS) são desenvolvidos e validados, com a finalidade de triar milhares de amostras químicas, verificando sua atividade biológica diretamente no alvo farmacológico ou no fenótipo da célula modelo. As substâncias químicas encontradas são validadas no ensaio primário, sendo denominadas *hits*. Este é o primeiro filtro aplicado no *pipeline*, no qual partindo de milhares de substâncias, chega-se a dezenas a centenas de *hits*. Os *hits* são caracterizados em modelos celulares mais complexos e avaliados quanto às suas propriedades de fármacos (parâmetros ADME-Tox: administração, metabolização, excreção e toxicidade) *in silico* e *in vitro*. Os *hits* que se mostrarem eficazes nos modelos celulares mais complexos e que apresentarem propriedades de fármaco adequados para a terapia da doença em estudo (ex.: estabilidade metabólica, penetração na barreira hemato-encefálica – doenças neurológicas, absorção e estabilidade adequada para administração por via oral, etc.) são selecionados, sendo denominados candidatos a *leads*. Este segundo filtro visa aumentar as chances de translação dos dados de eficácia obtidos *in vitro* para os modelos *in vivo* (animais) e para os pacientes. Em geral as dezenas de *hits* confirmados na etapa 1 se reduzem a algumas unidades de candidatos a *leads*. Em alguns casos, classes químicas com eficácia no modelo celular são encontradas, porém sem apresentar representantes com boas propriedades de fármaco. Neste caso, derivados dos *hits* são planejados visando otimizar as propriedades de fármaco na série química. Estas moléculas são sintetizadas e novamente testadas na cascata de ensaios, até que se obtenha pelo menos 1 candidato a *lead*. Os candidatos a *lead* são então avaliados em modelos *in vivo*, principalmente considerando sua farmacocinética (PK), distribuição, acumulação em órgãos e tecidos e doses máxima tolerada (DMT). Esta informação é utilizada para estabelecer as doses adequadas para realização do estudo de prova de conceito (PoC) *in vivo*. A PoC visa avaliar a eficácia do candidato a *lead* em modelo animal que apresenta o fenótipo da doença em estudo, monitorando sua capacidade de reverter o caminho natural da doença ou tratar seus sintomas. Esta é a última etapa dos testes que a plataforma de descoberta de fármacos do LNBio realiza. Os compostos que

têm sua eficácia comprovada no modelo *in vivo* são denominados *leads* e seguem para estudos pré-clínicos e clínicos regulatórios realizados em outras instituições e com patrocinadores específicos. O *lead* entregue pela plataforma de DD do LNBio tem eficácia e propriedades *in vivo* avaliadas e bem caracterizadas, aumentando suas chances de translação para a clínica.

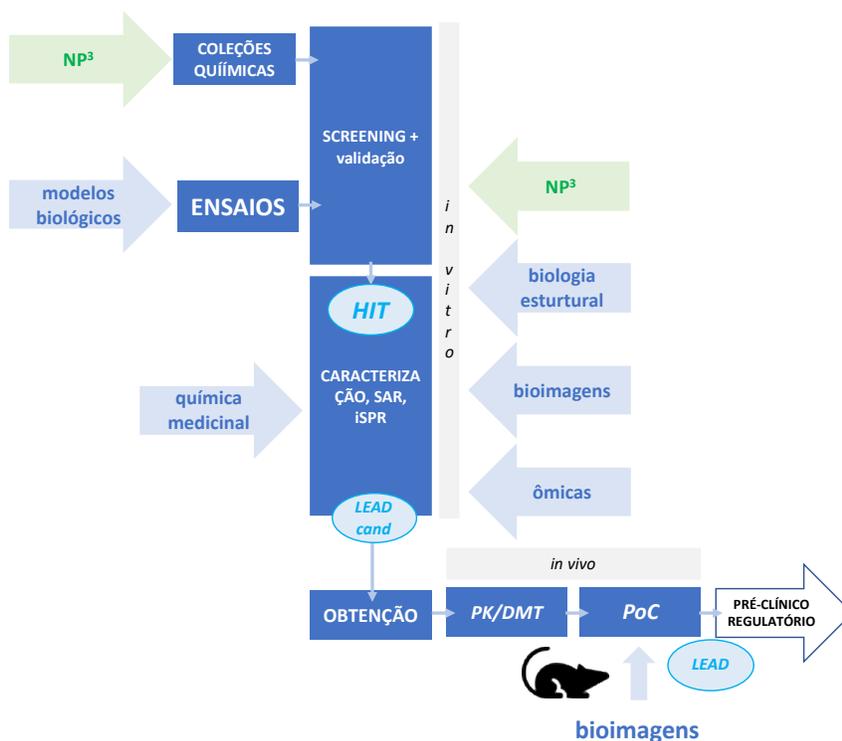


Figura 55. Organização e fluxo de trabalho na plataforma de descoberta e desenvolvimento de fármacos do LNBio-CNPEM e métodos avançados desenvolvidos no CNPEM, visando máxima performance da plataforma.

A plataforma de descoberta de fármacos do LNBio hoje desenvolve projetos em parceria com empresas nacionais e internacionais, mostrando sua potencialidade de execução e expansão (mais informações na seção **Apoio à geração de inovação**, relativa ao eixo 3). Ao mesmo tempo, a ciência de fronteira desenvolvida no CNPEM pode contribuir para o desenvolvimento de métodos inovadores que visam aumentar a velocidade da descoberta de novos *leads* e a previsibilidade de seus efeitos clínicos. Os principais métodos relacionados à plataforma de D&D compreendem as competências do CNPEM na área de bioimagens, química (bio)sintética, modelos biológicos, biologia estrutural e ômicas. Todas estas etapas são interfaceadas por métodos computacionais, os quais se encontram em implementação ou aprimoramento no Programa de Computação Científica do LNBio. Em conjunto, estes métodos visam acelerar o processo de descoberta e desenvolvimento de novos fármacos, aumentando a capacidade preditiva e a taxa de sucesso ao longo da

longa e ineficiente cadeia de D&D de fármacos. Os métodos têm aplicação direta à plataforma de descoberta de fármacos do LNBio e podem ainda ser empregados em outras plataformas mundialmente competitivas.

Destacam-se os métodos de “quimioinformática” (como a plataforma NP<sup>3</sup> empregada principalmente nos projetos que partem de produtos naturais), na área da química (bio)sintética; e avanços no trabalho com proteínas de membrana, culturas de células 3D e modelos animais geneticamente modificados, no contexto dos “modelos biológicos”, que são aplicados nas diferentes etapas da cascata de ensaios da plataforma D&D do LNBio.

### Química (bio)sintética

Ferramentas de quimioinformática vem sendo implementadas e cada vez mais utilizadas na plataforma D&D fármacos do LNBio. Um dos principais caminhos é a **plataforma NP<sup>3</sup>**, financiada pelo Instituto Serrapilheira desde 2018, que visa desenvolver algoritmos computacionais para acelerar a descoberta de novas substâncias químicas bioativas a partir de amostras de produtos naturais, cujos componentes químicos são inicialmente desconhecidos. O processamento integrado de uma grande gama de dados obtidos a partir de cristalografia de proteínas, metabolômica por espectrometria de massas e dados de bioatividade obtidos em moldes *high throughput screening* é realizado.

No ano de 2020 destacam-se os avanços no módulo 2 da plataforma NP<sup>3</sup>, que consiste em um algoritmo denominado “NP3 MS workflow” capaz de processar e minerar dados de metabolômica por espectrometria de massas de maneira muito robusta e com diferenciais ao estado da arte nesta área. A mineração dos dados de compostos presentes nas bibliotecas de produtos naturais do LNBio foi realizada, e vem permitindo o acompanhamento do crescimento destas bibliotecas, bem como a mineração de substâncias bioativas encontradas em diversos projetos de D&D do CNPEM. O artigo reportando a mineração dos dados da biblioteca de bactérias de mar profundo usando o NP3 MS *workflow* foi submetido para publicação. Além disto, abordagens de quimioinformática desenvolvidas neste processo foram utilizadas para a avaliação do espaço químico dos produtos naturais e fármacos já reportados, com o enfoque de avaliar a distribuição de inibidores alostéricos no contexto global do espaço químico. Esta avaliação, em conjunto com a atividade biológica e estruturas cristalográficas disponíveis de inibidores alostéricos naturais (Figura 56), foi publicada na revista *Natural Product Reports*<sup>24</sup>. Uma figura relativa ao artigo, preparada em conjunto com a ACO-CNPEM, foi destaque na capa da revista.

---

<sup>24</sup> Bruder M, Polo G, Trivella DBB. Natural allosteric modulators and their biological targets: molecular signatures and mechanisms. **Natural Product Reports**, 2020 Apr1;37(4):488-514, doi: 10.1039/c9np00064j.

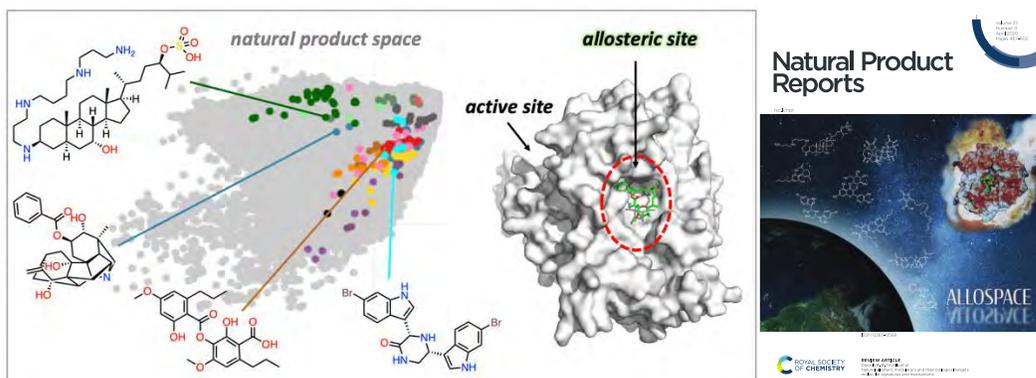


Figura 56. Avaliação do espaço químico de inibidores alostéricos usando abordagens de quimiinformática implementadas no contexto da plataforma NP<sup>3</sup>. Trabalho publicado e destacado na capa da revista *Natural Product Reports*.

Ainda no contexto da química, o planejamento e síntese de moléculas para estudos de SAR, SPR e desenvolvimento de *leads* é realizado no LQPN-LNBio. No ano de 2020, foi concluída a síntese de compostos nucleosídicos com atividade antiviral (projeto Zika Decit-MS, CNPq, CAPES). Além disso, uma série de compostos esteroidais com atividade anti-Chagas seletiva foi publicada (ver projeto “Chagas, alvo G6PDH” - Figura 45). O LQPN também contribuiu com compostos com ação anti-SARS-CoV-2 inovadores (vide força-tarefa CNPEM COVID19). A síntese foi escalonada, os compostos foram analisados quanto às suas propriedades ADME-Tox *in silico* e *in vitro* e seguem para estudos em animais de experimentação.

Em 2020, foram também desenvolvidos métodos analíticos para a detecção de compostos alvo em matrizes biológicas e estabelecidas rotinas de controle de qualidade de amostras químicas e gestão de compostos.

### Modelos biológicos

Os modelos biológicos são essenciais tanto para a pesquisa fundamental em biociências quanto para as diferentes etapas da cascata de ensaios da plataforma D&D de fármacos do LNBio. As competências em desenvolvimento de modelos biológicos no LNBio partem de proteínas isoladas, passando por culturas de células 2D e 3D, chegando a modelos mais complexos como camundongos geneticamente modificados.

*Proteínas de membrana isoladas para estudos bioquímicos e estruturais*

Em 2020, o LNBio, em colaboração com o LNNano, avançou na implementação de protocolos para a expressão, purificação e realização de estudos estruturais com proteínas de membrana. Especial atenção é dada aos receptores acoplados à proteína G (GPCRs), que são alvos para aproximadamente 40% dos fármacos. Desafios são encontrados na extração, purificação e estabilização destas proteínas para estudos estruturais. O CNPEM utiliza abordagens no estado da arte para contornar os principais problemas encontrados no estudo de receptores tipo GPCR. Um fluxo de trabalho integrado foi estabelecido (Figura 57), visando expressar, extrair e purificar o receptor, seguindo a montagem das grades de microscopia eletrônica. É também realizado o controle de qualidade de cada etapa do processo. No último ano, foi possível purificar um lote monodisperso do receptor GALR2 extraído em nanodiscos (SMALPs) e montar grades de crio microscopia eletrônica, coletando-se as primeiras imagens. As imagens mostram boa qualidade de gelo e é possível localizar as partículas de interesse, porém ainda há número pequeno de partículas. A equipe segue com ajustes no protocolo de produção da proteína, visando aumento da concentração da amostra final, mantendo a população da proteína na forma monodispersa.

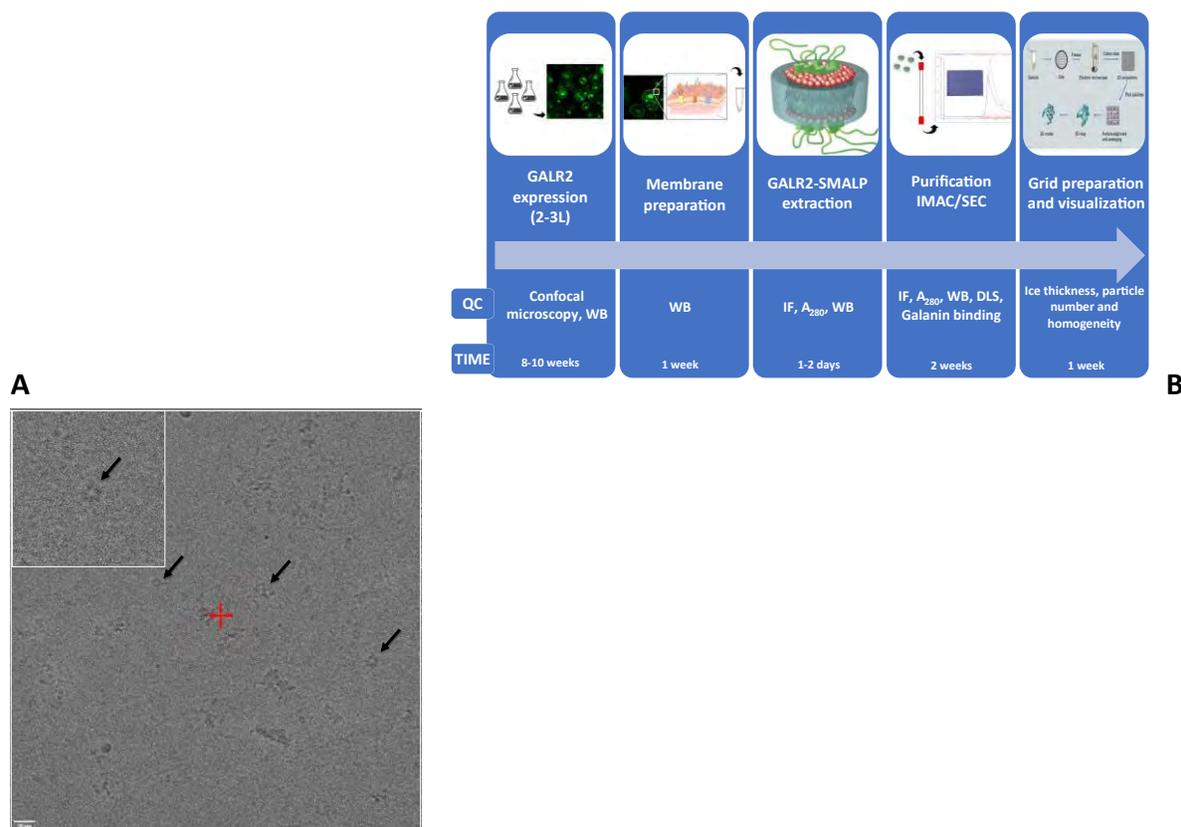


Figura 57. Produção e análise do receptor GALR2 extraído em nanodiscos SMALP. (A) Fluxo de trabalho para produção e controle de qualidade da amostra em cada etapa (QC). (B) Imagens de crio microscopia eletrônica do receptor GALR2 purificado.

## Culturas 3D

Outra área que exige métodos avançados é o desenvolvimento de sistemas *in vitro* mais complexos que culturas de células 2D. Estes sistemas, se aproximam do organismo humano, uma vez que são formados por células humanas, permitindo a realização de estudos e testes em um sistema *in vitro* miniaturizado. Os chamados **“Modelos de cultura de células 3D”**, encontram-se em desenvolvimento no laboratório de organoides e células IPS. Os modelos 3D são representados, por exemplo, por organoides, que se aproximam dos órgãos humanos e podem ser conectados a outros organoides emulando o corpo humano, ou alguns sistemas integrados específicos, como por exemplo, o de absorção, metabolização e excreção. Este último, permite, por exemplo, a avaliação *in vitro* de propriedades ADME de fármacos, uma etapa essencial no desenvolvimento de *leads*. Além disto, os sistemas 3D vêm se tornando cada vez mais complexos e completos, permitindo o estudo aprofundado de fenômenos biológicos relacionados à biologia e às doenças humanas.

No projeto **“Desenvolvimento de modelos de culturas 3D derivadas de linhagens de células imortalizadas ou de IPS”** estão sendo desenvolvidos modelos de pele reconstituída, esferóides de tecido adiposo, esferóides de fígado, epitélio de córnea e modelo de barreira intestinal com células derivadas de linhagens imortalizadas e células primárias, além de organoides de cérebro a partir de células IPS.

Inicialmente, foram desenvolvidos modelos de tecido adiposo branco e marrom em esferóides, sendo o tecido adiposo branco diferenciado em tecido adiposo magro e obeso. Esses modelos inicialmente desenvolvidos em células murinas foram comparados com tecidos de camundongos magros e obesos em termos de estruturação, funcionalidade, assinatura molecular e comportamento fenotípico. Diversos ensaios foram executados para analisar desde a histologia e formação do organoide por meio de microscopia, até a expressão de genes e proteínas por q-PCR e espectrometria de massas, comparando-se condições de diferenciação e tratamento nas culturas e animais. Com isso, as culturas 3D de tecido adiposo foram validadas e bioensaios focando em termogênese e lipólise foram padronizados. Por fim, o modelo de cultura de tecido adiposo foi transposto para células humanas e um modelo racional para o desenvolvimento e caracterização de culturas 3D, com controles de qualidade foi instituído no laboratório. O manuscrito que descreve este desenvolvimento está em preparação devendo ser submetido em breve.

Outro modelo desenvolvido foi o de cultura de pele reconstituída. Neste modelo a pele artificial contendo derme e epiderme foi montada e caracterizada para testes de produtos dermatológicos, além da caracterização de alvos importantes na composição, regeneração e manutenção da sua homeostase. Foram definidos diversos ensaios para alvos de reepitelização, sendo que o manuscrito está em preparação.

Por fim, estão sendo desenvolvidas culturas 3D de fígado, epitélio de córnea e barreira intestinal, focando o desenvolvimento de ensaios de toxicologia e outros métodos

alternativos ao uso de animais, sendo que as primeiras culturas estão iniciando no processo de caracterização definido no laboratório. Pretende-se, com estas culturas, desenvolver ensaios de *organs-on-chip* para buscar respostas em um sistema que mimetize características fisiológicas.

Em paralelo, o laboratório está produzindo organoides de cérebro a partir de células IPS. Este desenvolvimento parte de células previamente diferenciadas em neurônios. Além disso, a diferenciação de astrócitos, neurônios e oligodendrócitos está em andamento e outros organoides deverão ser desenvolvidos e caracterizados.

#### *Organismos modelo*

Avançando um pouco mais na escala da vida, estão os “**organismos modelo**”. Esta linha, executada pelo Laboratório de Organismos Modelo (LOM, LNBio-CNPEM), visa a “**Produção de linhagens de camundongos geneticamente modificadas através de técnicas clássicas de transgenia e sistema CRISPR/Cas9**”. O LOM tem gerado linhagens de camundongos transgênicos, *knockouts* ou *knockins* através de ferramentas clássicas de transgenia e tecnologia CRISPR/Cas9 para projetos internos do CNPEM e pesquisadores de universidades do Brasil. Em 2020, foram gerados animais *knockins* portadores da mutação W248L no gene do receptor de galanina 2, GALR2. Dois dos animais mutantes apresentaram um quadro grave de hidrocefalia, motivo pelo qual a eutanásia teve que ser realizada, enquanto outros treze animais foram mosaicos para a mutação desejada. A fim de se obter a linhagem GALR2 W248L, em heterozigose, foram realizadas cirurgias de transferências de ovário da fêmea com hidrocefalia mutante para fêmeas selvagens saudáveis, bem como acasalamentos de animais mosaicos GALR2 W248L com os respectivos selvagens. O cérebro do animal com hidrocefalia foi coletado e preparado para análise na linha de tomografia MOGNO do SIRIUS. Em 2020, o LOM também auxiliou pesquisadores internos do CNPEM que utilizam animais geneticamente modificados em seus projetos e dois trabalhos com animais mutantes gerados em nossa instalação foram publicados nas revistas *EBioMedicine* e *Oncotarget*<sup>25</sup>.

#### 2.3.3. Programa de Biologia Computacional

O Programa de Computação Científica tem por objetivo 1) estimular e coordenar a pesquisa nas áreas de biologia computacional, quimioinformática, química computacional, bioestatística e ciências da computação; 2) organizar a alocação de recursos computacionais e recursos humanos especializados para projetos de pesquisa institucionais

---

<sup>25</sup> Melo-Hanchuk T. Diniz, Colleti C., Saito &., Mendes M. Carolina Santos, Carvalheira J. Barreto Campello, Vassallo J., Kobarg J. Intracellular hyaluronic acid-binding protein 4 (HABP4): a candidate tumor suppressor in colorectal cancer. *Oncotarget*, 2020, 11: 4325-4337, doi:10.18632/oncotarget.27804.

e individuais dos pesquisadores do LNBio; 3) Promover a integração com as áreas de Computação Científica dos demais Laboratórios Nacionais do CNPEM, possibilitando a otimização da aquisição e utilização de recursos computacionais, bem como o intercâmbio científico.

Dentre as principais linhas de pesquisa do programa podemos destacar o desenvolvimento e aplicação de ferramentas baseadas em biologia computacional para resolver problemas biológicos (como análise de estruturas de moléculas, interações entre alvos biológicos e moléculas), bem como análises de dados gerados por estudos genômicos, transcriptômicos, proteômicos e metabolômicos, na área de biologia integrativa, na busca de preditores de diagnóstico e prognóstico de doenças poligênicas. Além disso, o programa também prevê disponibilizar tais ferramentas para pesquisadores internos e para a comunidade científica e empresarial brasileira. No âmbito do Programa de Computação Científica, o LNBio tem realizado colaborações científicas com outros Laboratórios do CNPEM, e com outros grupos de pesquisa do Brasil e do exterior.

A linha de pesquisa ***“Predição e análise estrutural de biomacromoléculas”***, tem como principal objetivo a construção de modelos estruturais de alta qualidade de proteínas e seus complexos com outras macromoléculas e com pequenas moléculas. Neste sentido, são utilizados métodos que envolvem modelagem por homologia e dinâmica molecular. Nesta área, houve uma participação efetiva na força-tarefa de enfrentamento à COVID-19, financiada pela Finep/MCTI, no entendimento estrutural de alvos moleculares através de análises de modelagem e dinâmica molecular bem como na predição de fármacos de prateleira que poderiam se ligar a estes alvos e inibir a replicação viral - Figura 58. Destaca-se o acordo com a Oracle Brasil, que concedeu acesso à sua infraestrutura computacional através da *Oracle Cloud infrastructure*, que proporcionou grandes avanços nas pesquisas computacionais do LNBio, no que envolve o entendimento da biologia de SARS-Cov2.

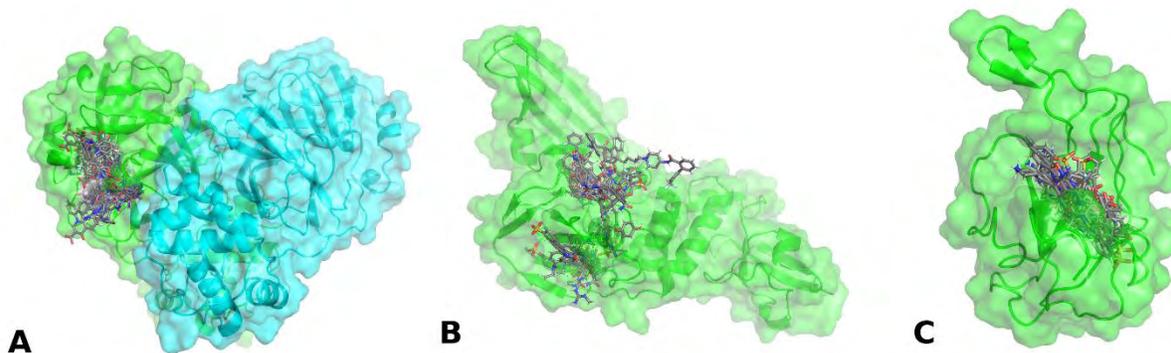


Figura 58. Exemplos de possíveis complexos receptor-inibidor identificados através de triagem virtual contra três alvos moleculares do SARS-CoV-2. (A) 3C-Like Protease, (B) Papain-Like Protease, (C) domínio N-terminal da proteína do nucleocapsídeo.

Outra frente de trabalho é o **“Desenvolvimento de algoritmos computacionais em biologia molecular”**. O objetivo desta linha de pesquisa é o desenvolvimento de algoritmos computacionais para a análise de sistemas biológicos em nível atômico. Aqui destacamos a publicação **“ParKVFinder: A thread-level parallel approach in biomolecular cavity detection”**<sup>26</sup>, na revista *SoftwareX*, um *software* paralelizado para detecção de cavidade biomolecular. Esta nova ferramenta mantém o método preciso de detecção baseado em grade e esfera usado na implementação original do KVFinder com sub-rotinas mais rápidas garantidas pelo paralelismo em nível de thread. O ParKVFinder está disponível como um novo plugin PyMOL amigável com uma interface gráfica do usuário (GUI) intuitiva que permite aos usuários configurar parâmetros personalizados para detecção de cavidades, análise de resultados e visualização. Os usuários avançados podem tirar o máximo proveito da ferramenta por meio de uma nova interface de linha de comando (CLI), que pode ser incorporada à descoberta de medicamentos e aos *pipelines* de *docking* molecular.

Nesta mesma linha destacam-se os métodos de quimioinformática, como a plataforma NP<sup>3</sup>, desenvolvida pelo grupo de Química de produtos Naturais, empregada principalmente nos projetos que usam protocolos de caracterização de produtos naturais.

Na linha de biologia integrativa, o projeto de pesquisa **“Utilização de métodos de aprendizado profundo para a detecção de novos alvos terapêuticos e biomarcadores”** conta com a parceria com os Drs. John Blangero e Marcio Almeida da *University of Texas Rio Grande Valley* para análise genética de populações afetadas por diabetes e síndrome metabólica. O objetivo deste estudo é a utilização de métodos de aprendizado profundo para a detecção de novos alvos terapêutico e biomarcadores. O grande diferencial deste estudo é o uso de uma população de mais de 3.000 pacientes que foram genotipados por sequenciamento total de genoma. Foi utilizada uma abordagem de redes neurais profundas que permitiu a identificação de diabéticos do tipo 2 (T2D) com 92% de acurácia. Esse algoritmo permite a predição da probabilidade do indivíduo desenvolver a doença bem como em que idade é mais provável este evento ocorrer.

Também, pode-se destacar um trabalho desenvolvido em conjunto com pesquisadores da Unicamp, publicado na *Scientific Reports*<sup>27</sup>, onde utilizamos ferramentas de análise de vias biológicas em estudo de expressão gênica para entender o papel de macrófagos na

---

<sup>26</sup> Guerra João Victor da Silva, Ribeiro-Filho Helder Veras, Bortot, Leandro Oliveira, Honorato, Rodrigo Vargas, Pereira, José Geraldo de Carvalho, Lopes-de-Oliveira, Paulo Sérgio. ParKVFinder: A thread-level parallel approach in biomolecular cavity detection. *SoftwareX*, 2020, Oct 6, 12: 100606, doi: 10.1016/j.softx.2020.100606.

<sup>27</sup> Castelucci BG, Pereira AHM, Fioramonte M, Carazzolle MF, de Oliveira PSL, Franchini KG, Kobarg J, Martins-de-Souza D, Joazeiro PP, Consonni SR. Evidence of macrophage modulation in the mouse pubic symphysis remodeling during the end of first pregnancy and postpartum. *Scientific Reports*, 2020, Jul 24, 10(1):12403. doi: 10.1038/s41598-020-68676-x.

remodelagem da matriz extracelular da sínfise púbica que ocorre no pós-parto de camundongos.

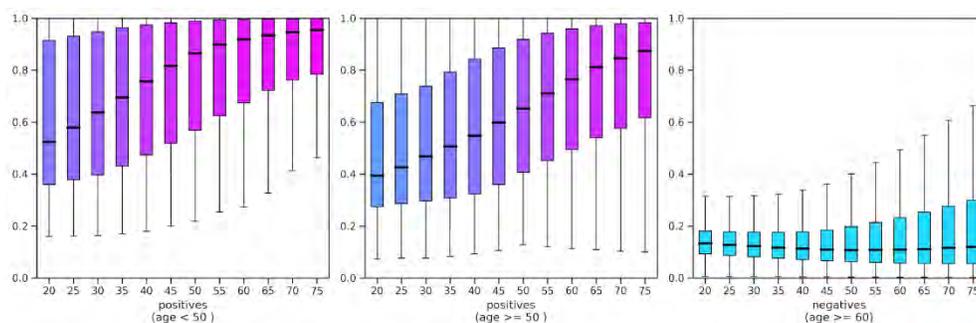


Figura 59. Distribuição de probabilidade de risco de T2D utilizando uma rede neural profunda ao longo dos anos de pacientes em diferentes grupos: 1) Diabéticos diagnosticado antes dos 50 anos; 2) Diabéticos diagnosticado após os 50 anos e; 3 Não diabéticos (mais de 60 anos).

## 2.4. Apoio à geração de inovação

Em 2020, o LNBio participou ativamente dos esforços relacionados à pandemia da COVID-19, desenvolvendo projetos e estudos para avanço no conhecimento acerca da ação do vírus SARS-CoV-2 e formas de combate. Adicionalmente, além das colaborações com empresas, descritas a seguir, os resultados das pesquisas internas do Laboratório geram 3 pedidos de patente depositados no INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial), além da efetivação da extensão da proteção de um pedido de 2019 cuja prioridade foi feita por meio de depósito na modalidade de pedido provisório (*provisional patent application*) no USPTO (*United States Patents and Trademarks Office*).

### 2.4.1. Pedidos de Patente Depositados em 2020

Em parceria com a UNICAMP, foi depositado o pedido de patente (BR 10 2020 009949 3) intitulado “Processo de síntese de compostos inibidores de glutaminase e compostos inibidores de glutaminase assim obtidos”. Tal composto pode ser utilizado em tratamento de câncer.

Dentro das frentes de ações contra o COVID-19, o LNBio desenvolveu internamente uma tecnologia protegida pelo pedido de patente BR 10 2020 017928 4 e de uma nova composição farmacêutica para prevenção e/ou tratamento de infecções virais

O pedido intitulado “Compostos de RNA de interferência para inibição transcricional de FoxP3 métodos de obtenção, composições farmacêuticas contendo-os e uso” trata de compostos para tratamento de cânceres e tumores.

Ainda neste ano, foi depositado o pedido internacional via Tratado de Cooperação de Patentes (do inglês *Patent Cooperation Treaty* - PCT), que havia sido protegido em 2019 no USPTO na modalidade de pedido provisório, denominado “Immunomodulatory virus-like particles, compositions and therapeutic use thereof” recebeu número PCT/BR2020/050016 e trata de nova partícula pseudoviral com ação imunomodulatória.

#### 2.4.2. Projetos desenvolvidos em parceria com empresas

##### *Desenvolvimento de fármacos anticâncer a partir da biodiversidade brasileira*

O projeto realizado em parceria com o Aché, cofinanciado pela Embrapii, que visa o desenvolvimento de fármacos anticâncer a partir de produtos naturais provenientes da biodiversidade brasileira teve início em 2018, com a triagem da biblioteca de plantas Phytobios-CNPEM em um alvo proteico validado para mieloma múltiplo. Ao longo do projeto dezenas de *hits* foram encontrados, isolados e caracterizados a partir desta coleção química. O processo de caracterização dos *hits* foi finalizado com sucesso em 2020, com a seleção de 3 séries para desenvolvimento em 2021.

Além disso, novas estruturas cristalográficas foram identificadas pelo CNPEM em ligação com moléculas naturais que propiciaram uma triagem virtual de moléculas que serão compradas e testadas nos próximos meses. Houve também a síntese de dezenas de análogos de uma molécula natural, que foram testadas em um ensaio bioquímico e mostraram atividade superior ao *hit* inicial.

##### *Projeto de purificação bioguiada de extratos vegetais*

Em 2018 a empresa Indena, especializada na identificação de princípios ativos derivados de plantas, estabeleceu uma parceria com o LNBio e com a Phytobios, com foco no desenvolvimento de produtos a partir da biodiversidade brasileira.

A primeira etapa da colaboração, realizada pela empresa Phytobios, consistiu na revisão bibliográfica e investigação da presença de moléculas bioativas em vários extratos naturais. Dentre as espécies vegetais avaliadas, foi selecionada uma prioritária para a realização de testes *in vitro*, com o objetivo de verificar propriedades terapêuticas para uma condição específica solicitada pela empresa. A ampliação do escopo da parceria está em validação pela empresa, com previsão de início da realização dos ensaios no início de 2021.

##### *Desenvolvimento de dermocosmético a partir de produtos naturais*

Projeto realizado pelo LNBio em Parceria com o Ache e a Phytobios, com cofinanciamento Embrapii. Um dos principais avanços deste projeto durante este ano foi a finalização de estudos de marcadores dos extratos já triados e confirmados nas campanhas de *screening*. Com isso, foi possível o desenvolvimento de metodologias para a otimização dos extratos

selecionados. Destes, destacamos dois extratos que tiveram suas atividades melhoradas, além de apresentarem baixa toxicidade e boa reprodutibilidade em lotes diferentes de produção em escala bancada. Em paralelo, o desenvolvimento do modelo de pele humana reconstituída foi finalizado, e foram desenvolvidos ensaios para avaliação de concentrações de tratamento, toxicidade, formação e manutenção de barreira epitelial, migração e proliferação celular, cicatrização e potencial antioxidante em pele. Estes ensaios foram realizados com substâncias controle e, na próxima etapa do projeto, serão realizados com os extratos otimizados para a finalização da prova de conceito de sua eficácia em pele humana reconstituída.

*Projeto Naturalis - Desenvolvimento de novo método alternativo ao uso de animais para avaliação de toxicologia sistêmica em cosméticos, dermocosméticos e suplementos orais.* Este projeto visa o desenvolvimento de uma metodologia alternativa para ensaios de toxicologia utilizando a tecnologia de sistemas microfisiológicos humanos através do cultivo simultâneo de 3 modelos de culturas tridimensionais (pele, fígado e barreira intestinal) em um Chip. O contrato foi assinado em 2019 e o projeto foi pausado durante 6 meses. Após sua retomada, já foi possível desenvolver os modelos de culturas tridimensionais que estão em processo de caracterização morfológica e de expressão gênica.

## 2.5. Treinamento, Educação e Extensão

### 2.5.1. Seminários e Palestras

Os pesquisadores do LNBio participaram ativamente de eventos científicos a despeito das restrições imposta pela pandemia de COVID-19. Destacamos aqui a participação da Dra. Daniela Trivella na *Gordon Conference Marine Natural Products*, Ventura, CA em fevereiro 2020. Outras ações importantes de divulgação estão listadas abaixo:

<p>Daniela Barretto Barbosa Trivella</p>	<p>SBPC reunião virtual Julho 2020 MCTI Semana da Ciência e Tecnologia Outubro 2020 SBBq Simpósio Protein Biochemistry Outubro 2020 LNNano CryoEM workshop Outubro 2020 ACCamargo Seminário de Pesquisa Básica CIPE Dezembro 2020 Simpósio pós-graduações CCB UFSC Dezembro 2020</p>
<p>Andrea Dessen de Souza e Silva</p>	<p>Universidade de Lyon, França, Nov 2020</p>

	<p>Biozentrum, Basel, Suíça, Out 2020</p> <p>Ecole Normale Supérieure de Lyon, França, Set 2020</p>
Marcio Chaim Bajgelman	Seminário Pibic 18/11/2020 sobre Força Tarefa COVID-19 - Ensaio sorológicos antivirais
Adriana Franco Paes Leme	Videoconferência intitulada de "Exploring the mechanisms of ADAM17 regulation using mass spectrometry approaches" no Instituto Do Coração, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 13 de novembro de 2020.
Matheus de Castro Fonseca	<p><i>Web Hall: EPM in times of COVID-19. Unraveling the Three-Dimensional Neuronal Architecture of the Brain affected by virus infection by High-resolution Synchrotron-Based X-ray.</i> 2020. (Simpósio).</p> <p>Conferências no XIV Reunião Regional da FeSBE. Neurobiologia: Iluminando o cérebro com raios-X: uma visão microtomográfica na saúde e na epilepsia. 2020 (Congresso).</p> <p>Homossexuais podem doar sangue. 2020. (Programa de rádio ou TV/Entrevista).</p> <p>Entenda as alterações neurológicas causadas pela covid-19.. 2020. (Programa de rádio ou TV/Entrevista).</p>
Sandra Martha Gomes Dias	ACCamargo Seminário de Pesquisa Básica CIPE Dezembro 2020
Rafael Elias Marques Pereira Silva	<p>Palestra no VIII Curso de Férias do PPGBIOCEL – COVID-19: Do vírus a pandemia, o que sabemos?”, realizado pelo Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, do dia 10 a 14 de Agosto de 2020</p> <p>Mesa redonda "Inteligência Artificial na Imunologia e Medicina" promovida pela Sociedade Brasileira de Imunologia no dia 17/10/2020</p>

	<p>Palestra no evento da Mês Nacional de Ciência, Tecnologia e inovação, promovida pelo MCTI, no dia 14/09/2020</p> <p>Diversas entrevistas sobre a nitazoxanida para veículos de comunicação nacionais, locais e online.</p>
--	---

### 2.5.2. Ações de Capacitação

Nossos pesquisadores tem se destacado no treinamento de profissionais de outras instituições de pesquisa nestes tempos de pandemia. Destaca-se aqui o trabalho do Dr. Marcio Chaim Bajgelman no treinamento de pessoal do Instituto Dante Pazzanese para ensaios sorológicos e de qPCR para detecção do vírus SARS-CoV-2, além do treinamento de pesquisador da Biotec-Amazonas para ensaios sorológicos COVID-19. Destacamos também o trabalho do Dr. Rafael Elias Marques Pereira Silva, no treinamento de pessoas para experimentação em NB2, treinamento de pelo menos 15 pessoas para experimentação em NB3 (incluindo membros externos ao CNPEM).

Também, destacam-se as atividades de cursos de pós-graduação:

- disciplina NG278 - Biologia Molecular do Câncer no semestre atual, de forma remota, dentro do programa de pós graduação em Genética e Biologia Molecular (IB/Uincamp). Carga horária: 2h semanais (Juliana Smetana).
- Aula em disciplina de pós-graduação Modelos Animais Como Ferramenta de Investigação Científica de Doenças Endocrinológicas, coordenada pela Profa. Dra. Luciani Carvalho – FMUSP. Título: Edição Genômica em camundongo-O sistema CRISPR/Cas9 como uma ferramenta para edição do genoma de camundongos (A Saito).
- Aula em disciplina de pós-graduação INTRODUCTION TO MOLECULAR BIOLOGY, coordenada pelo Prof. Dr. Leonardo R. Silveira - UNICAMP. Título: CRISPR/Cas 9 technique
- A practical approach to construction of genetically modified cells (A. Saito).
- Videoconferência na disciplina “Tópicos Especiais: Mercado de Trabalho Odontológico” no dia 08 de setembro de 2020, na UERJ, 08 de setembro de 2020 (A. Paes-Leme).
- Videoconferência intitulada "Mass spectrometry-based clinical proteomics for discovery and verification of a prognostic signature in head and neck cancer" na Disciplina de Pós-graduação em Estomatopatologia, FOP-UNICAMP, 30 de outubro de 2020 (A. Paes-Leme).
- Aula “New technologies and techniques employed for studying central nervous system diseases/disorders” ministrada na Disciplina de pós-graduação da UNIFESP “Molecular Neurobiology of Intellectual Disability and Idiopathic Parkinson’s Disease”

### 2.5.3. Eventos Científicos

Em 2020, por causa da pandemia, o LNBio não realizou o tradicional Workshop de Proteômica, organizado pela Dra. Adriana Paes-Leme. No entanto, outros eventos importantes ocorreram como 18º Congresso Interno do PIBIC/CNPEM, realizado em 17 de novembro de 2020, com a participação de 26 bolsistas PIBIC, organizado pelo Dr. Celso Benedetti. Também tivemos o evento *Bacto-Gre, Bacteriology* em Grenoble, França, organizado pela Dra. Andrea Dessen em junho de 2020.

### 2.5.4. Orientação e Supervisão

Os pesquisadores do LNBio supervisionam ativamente 33 doutorandos, 13 estudantes de mestrado, 16 estudantes de iniciação científica, 15 outras modalidades, 3 PCI oriundos de vários programas de pós-graduação de Universidades nacionais e internacionais. Também, hoje 22 pesquisadores de pós-doutorado são treinados em nossos laboratórios de pesquisa.

Nossos pesquisadores ou seus estudantes receberam prêmios como é o caso da estudante Bruna Vieira, orientada pela Dra. Daniela Trivella como segundo melhor poster na LatinXChem.

## 2.6. Infraestrutura, Operação e Melhorias Técnicas

Além das instalações abertas à comunidade científica acadêmica e empresarial (MAS, RMN, LEC e ROBOLAB), o LNBio mantém outros laboratórios dedicados aos projetos científicos e tecnológicos (internos e/ou em parcerias com empresas) associados aos Programas Temáticos do LNBio/CNPEM. A seguir, destacam-se as melhorias realizadas nessas instalações, bem como as novas técnicas e metodologias disponibilizadas aos usuários em cada instalação.

### 2.6.1. Laboratório de Organismos Modelo (LOM)

O Laboratório de Organismos Modelo - LOM - possui infraestrutura e equipe qualificada que visam não somente atender às necessidades dos usuários na produção de animais geneticamente modificados (linhagens transgênicas, *knockouts* e *knockins*, via CRISPR/Cas9), como também dar treinamento a esses usuários em tecnologias de edição do genoma, especialmente na técnica de 'CRISPR/Cas9', e facilitar o uso de linhagens transgênicas e *knockouts*.

Em 2020, foram instalados no LOM vários equipamentos de pequeno porte, incluindo termocicladores, blocos de agitação e aquecimento, espectrofotômetro de luz UV/visível, microcentrífuga refrigerada, medidor de pH, fonte de eletroforese, cubas de eletroforese,

banho-maria histológico, sistema de congelamento gradual de embriões, incubadora de CO<sub>2</sub>, agitador de tubos, banho-maria e termobloco (Figura 60), os quais foram adquiridos com recursos de um projeto SICONV (Sistema de Gestão de Convênios e Contratos de Repasse do Governo Federal). Tal projeto tem como principal meta ampliar as capacidades laboratoriais do LOM na realização de experimentos de edição de genoma em camundongos.

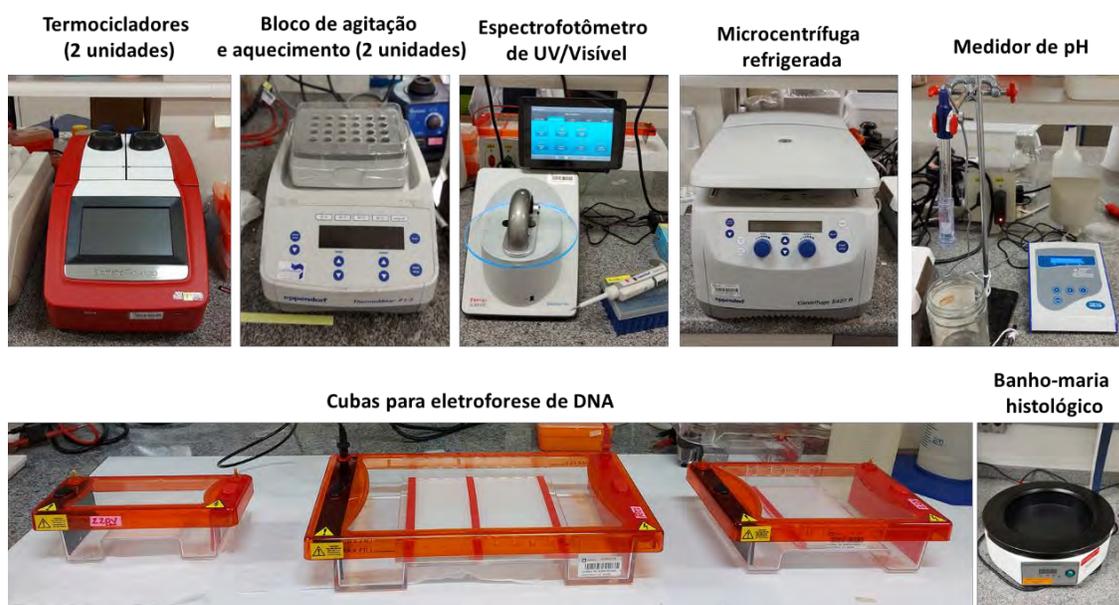


Figura 60. Equipamentos instalados no LOM em 2020 utilizados nos procedimentos rotineiros de geração das construções de DNA usadas na técnica CRISPR/Cas9 de edição de genoma.

### 2.6.2. Laboratório de Bioensaios – LBE

O Laboratório de Bioensaios - LBE - realiza diversos ensaios bioquímicos e fenotípicos utilizando proteínas alvo isoladas e linhagens celulares humanas ou de microrganismos. O laboratório está equipado com uma plataforma 'Cell::Explorer' (Perkin-Elmer), acoplada a leitores de placa e microscópio de fluorescência (Operetta), que permite a realização de triagens de compostos em larga escala (triagens HTS), primordiais na descoberta e caracterização de novos princípios ativos contra alvos proteicos associados a doenças. Neste ano, o LBE adquiriu, através do projeto 'FINEP – SARS-Cov-2', três novos dispensadores de reagentes 'Multidrop', da marca Thermo Fisher Scientific (Figura 61), os quais serão instalados na plataforma 'Cell::Explorer' no início de 2021.



Figura 61. Dispensador de reagentes 'Multidrop' (Thermo Fisher Scientific) utilizado no preparo de placas dos ensaios de HTS realizados na plataforma Cell::Explorer.

Além da aquisição dos dispensadores 'Multidrop', utilizados no preparo das placas de ensaio, o LBE realizou reparos no microscópio de fluorescência 'Operetta' e no pipetador automático 'Janus-Varispan' (Perkin-Elmer) substituindo neste último duas bombas hidráulicas de movimentação das seringas injetoras de líquidos. Tal intervenção foi fundamental para manter a qualidade e calibração das pipetagens na confecção das placas de ensaio e nas diluições das bibliotecas de compostos comerciais e de produtos naturais mantidas no LNBio.

#### 2.6.3. Laboratório de Anticorpos Monoclonais – LAM

O Laboratório de Anticorpos Monoclonais - LAM - tem a missão de desenvolver e produzir anticorpos monoclonais destinados à imunoterapia do câncer.

No ano de 2020, o LAM seguiu com as reformas iniciadas no ano anterior a fim de adequar suas instalações às necessidades do projeto de geração de anticorpos monoclonais. Em função da suspensão das atividades gerais do laboratório por conta da pandemia da COVID-19, o ritmo das reformas do LAM foi reduzido ao longo do ano. Mesmo assim, a instalação de novas bancadas, armários, pontos de CO<sub>2</sub> e de um novo sistema de ar condicionado foi concluída. Além disso, vários equipamentos foram adquiridos pelo projeto SICONV, incluindo um ultra freezer, uma incubadora de CO<sub>2</sub>, uma cabine de segurança biológica, um microscópio invertido, um tanque criogênico, uma mini centrífuga, um agitador orbital e um sistema de eletroforese.

Quanto a instalação do equipamento 'ClonePix', fundamental para a seleção de clones celulares produtores de anticorpos recombinantes, uma visita técnica internacional está sendo aguardada para o treinamento de pessoal interno e início das operações.

#### 2.6.4. Laboratório de Biologia Molecular e Cultura de Células – LBMCC

O Laboratório de Biologia Molecular e Cultura de Células - LBMCC - é uma das unidades operativas do LNBio mais utilizadas pelos pesquisadores do LNBio, pois disponibiliza não apenas espaço em bancada para a experimentação científica como agrega equipamentos e

infraestrutura necessária à realização de diversos procedimentos em biologia molecular e celular, que vão desde a clonagem gênica até a produção e a caracterização funcional de proteínas. Entre as melhorias realizadas no LBMCC em 2020, destaca-se a aquisição de bombas de vácuo acopladas às cabines de fluxo laminar e a atualização no sistema de fornecimento e monitoramento de gás CO<sub>2</sub> utilizado nas incubadoras de células de mamíferos e insetos.

#### 2.6.5. Laboratório de Cultivo de Tecidos Humanos - LCTH

O Laboratório de Cultivo de Tecidos Humanos - LCTH - desenvolve e estabelece métodos alternativos de testes em animais usando tecidos humanos cultivados em dispositivos microfluídicos. O LCTH realiza ainda testes toxicológicos e farmacocinéticos com objetivo de simular sistemas micro fisiológicos humanos.

Em 2020, foram instaurados novos procedimentos de controle de qualidade de testes e procedimentos laboratoriais, como também implementados novos protocolos de segurança para o manuseio de material biológico e realização de experimentos. Além disso, foram desenvolvidos novos protocolos de cultivo de esferoides de fígado e de barreira epitelial intestinal para que testes padronizados pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), como 'OECD491', possam ser realizados.

#### 2.6.6. Laboratório de Purificação de Proteínas (LPP)

O Laboratório de Purificação de Proteínas - LPP - disponibiliza aos seus usuários um conjunto de cromatógrafos tipo 'FPLC' (*Fast Protein Liquid Chromatography*) que permite a realização de todos os tipos de cromatografia líquida de alto desempenho utilizados na separação de proteínas, peptídeos e outras macromoléculas, incluindo cromatografia de afinidade, filtração em gel, troca iônica e interação hidrofóbica.

Como melhorias realizadas no LPP em 2020, destaca-se a instalação de um novo sistema de cromatografia líquida 'AKTA Pure', adquirido com financiamento da FINEP, equipado com bomba de injeção de amostra e sensor de ar, o que permite a injeção de grandes volumes de amostra de maneira prática e segura (Figura 62). O equipamento dispõe ainda de uma válvula de coluna que permite o usuário operar o sistema com o fluxo de líquidos nos dois sentidos, sem a necessidade de inverter a coluna manualmente.

Além do equipamento 'AKTA Pure', o laboratório adquiriu, com financiamento da FINEP, um conjunto de vinte colunas cromatográficas utilizadas na purificação das proteínas do vírus SARS-Cov-2 a fim de atender as demandas da força-tarefa da COVID-19, e realizou manutenções corretivas em quatro de seus sistemas de purificação 'AKTA FPLC'.



Figura 62. Sistema de cromatografia líquida 'AKTA Pure' (GE Healthcare) utilizado para purificar proteínas, peptídeos e outras macromoléculas.

#### 2.6.7. Laboratório de Biologia Computacional (LBC)

O Laboratório de Biologia Computacional - LBC - realiza pesquisa em várias áreas da biologia incluindo modelagem molecular, predição de estrutura e função de proteínas, engenharia de proteínas, análises de interfaces entre proteínas e entre proteínas e pequenos ligantes, desenho racional de fármacos e análise do efeito de mutações em proteínas.

Em 2020, em função das pesquisas realizadas na força-tarefa contra a COVID-19, organizada no CNPEM, foram adquiridos, com financiamento da FINEP, quatro novos servidores para computação de alto desempenho. Além disso, estabeleceu-se uma parceria com a empresa 'Oracle Brasil', que concedeu ao laboratório créditos para o acesso à 'Oracle Cloud Infrastructure'. O uso de tais servidores tem acelerado o desenvolvimento dos projetos do laboratório e contribuído de forma significativa para o avanço das pesquisas sobre a COVID-19.

#### 2.6.8. Laboratório de Química de Produtos Naturais - LQPN

No Laboratório de Química de Produtos Naturais - LQPN – são realizados diversos procedimentos químicos e bioquímicos incluindo a síntese e caracterização de compostos orgânicos, o preparação e gestão de bibliotecas de produtos naturais, a caracterização de produtos naturais e a síntese de compostos antivirais e de sondas químicas utilizadas em bioimagem.

Como novas técnicas implementadas no LQPN em 2020, destaca-se o desenvolvimento de um método cromatográfico para análises de farmacocinética de compostos antivirais desenvolvidos aqui no LNBio e que estão sendo utilizados nos estudos da COVID-19.

## 2.7. Seção especial força tarefa Covid-19

Em 2020, o CNPEM direcionou seus esforços para à força-tarefa CNPEM COVID-19, que envolveu todos os Laboratórios Nacionais do Centro com o objetivo de conhecer melhor o vírus SARS-CoV-2 utilizando as ferramentas de ponta disponíveis no Campus, além de apontar medicamentos para o reposicionamento de fármacos e novas moléculas como potenciais fármacos antivirais. O CNPEM integrou a Rede Vírus coordenada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). Outras atividades envolveram o desenvolvimento de métodos diagnóstico para COVID-19, construção de biobanco, produção de EPIs, e, em parceria com empresas brasileiras, o teste de novos métodos para descontaminação de ambientes.

A força-tarefa CNPEM COVID-19 dialogou com outras forças-tarefas no Brasil e no mundo, tendo colaboração próxima com os grupos da Unicamp e UFRJ envolvidos em pesquisas em COVID-19. Os resultados estão sendo imediatamente utilizados pelos parceiros clínicos (Hospital Dante Pazzanese e equipe clínica UFRJ), pela Rede Vírus MCTI, além de serem disponibilizados para a comunidade científica o quanto antes para as devidas validações científicas.

### *Reposicionamento e descoberta de fármacos*

O CNPEM ingressou na Rede Vírus MCTI como unidade responsável pelo apontamento de fármacos com potencial aplicação em COVID-19. Um esquema das atividades e fluxo de trabalho realizados neste contexto é apresentado na Figura 63. Estiveram diretamente envolvidos as Plataformas de Descoberta e Desenvolvimento de Fármacos, Computação Científica e Biologia Estrutural, e o Programa em pesquisa em Doenças Infecciosas, estabelecidos nos anos anteriores no LNBio. Em conjunto, esta infraestrutura e equipes executaram ensaios para triagem de compostos *in silico* e *in vitro*, determinaram a estrutura de proteínas importantes para a replicação de SARS-CoV-2 que representam alvos para fármacos antivirais, avançaram nos mecanismos moleculares importantes para o ciclo replicativo de SARS-CoV-2, bem como nos mecanismos de ação dos fármacos-candidatos encontrados.

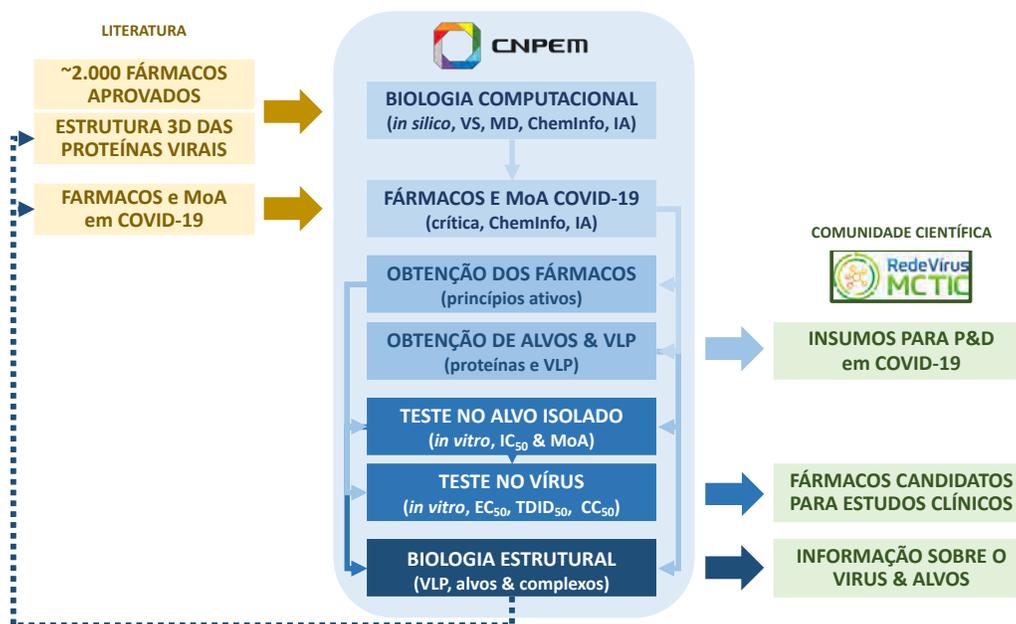


Figura 63. Participação do CNPEM na Rede Vírus MCTIC "Reposicionamento de fármacos e biologia estrutural de SARS-CoV-2".

*Biologia computacional: triagem in silico e mineração de dados da literatura visando a seleção de hits para COVID-19*

Inicialmente, cerca de 2 mil fármacos já aprovados para uso em outras doenças foram testados por triagem virtual contra as duas proteases de SARS-CoV-2 e a proteína do nucleocapsídeo de SARS-CoV-2. Esta iniciativa partiu de moléculas disponíveis em bancos de dados, sabidamente seguras em seres humanos, e as estruturas cristalográficas das proteínas alvo do vírus. Utilizando uma abordagem de *docking* molecular, seguido de dinâmica molecular, foi obtido um *ranking* de fármacos com potencial de ligação ao sítio ativo das proteínas alvo. Estas, por interferir na atividade das proteínas chave para replicação de SARS-CoV-2 em células humanas, seriam fármacos candidatos para reposicionamento em COVID-19 (Figura 64).

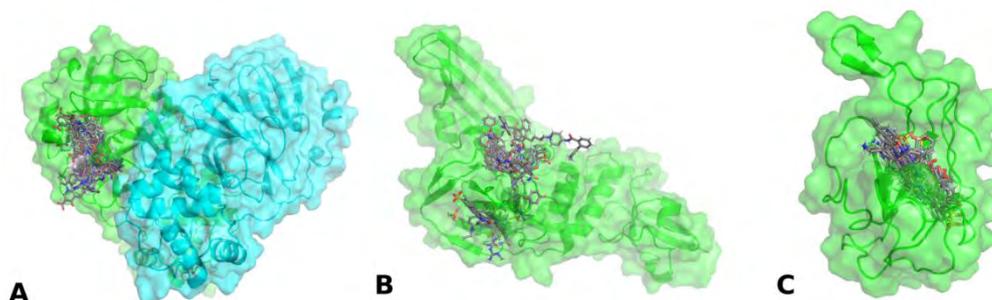


Figura 64. Exemplos de possíveis complexos receptor-inibidor identificados através de triagem virtual contra três alvos moleculares do SARS-CoV-2. (A) 3C-Like Protease, (B) Papain-Like Protease, (C) domínio N-terminal da proteína do nucleocapsídeo.

Os *hits* sugeridos pelos estudos *in silico* e compostos que estavam sendo reportados na literatura na época foram avaliados quanto à potencial aplicação em COVID-19, observando-se também os efeitos colaterais, concentrações atingidas no plasma e no pulmão, além dos custos do tratamento no Brasil. Vinte e nove moléculas foram purificadas a partir de medicamentos ou obtidas comercialmente. Destas, 7 mostraram inibição moderada da protease principal 3CL (IC<sub>50</sub> entre 11 e 100  $\mu$ M), 3 da protease PLPro (IC<sub>50</sub> entre 30 e 100  $\mu$ M) e 8 foram ativas frente a replicação de SARS-CoV-2 em culturas de células (EC<sub>50</sub> entre 4 e 70  $\mu$ M). O fármaco que mais se destacou no contexto de reposicionamento em COVID-19 foi nitazoxanida.

Em paralelo, uma parceria com a empresa KUNUMI, que desenvolve modelos usando inteligência artificial, foi estabelecida. A partir dessa parceria foi construído um banco de dados sobre fármacos já aprovados, com informações sobre suas aplicações e mecanismos moleculares de ação, estrutura química e resultados da literatura em COVID-19 (sintomas, mecanismos, estudos clínicos, entre outros). Um modelo computacional foi desenvolvido pela KUNUMI, resultando em um ranking de 100 compostos potenciais, dos quais 30 não reportados na literatura até o momento. Destes, 6 mostraram maior potencial e não haviam ainda sido testados no LNBio, sendo selecionados para aquisição e testes.

#### *Triagem in vitro visando a seleção de hits para COVID-19*

Além dos esforços a partir da mineração de dados e experimentos *in silico*, o CNPEM também estabeleceu ensaios para triagem em larga escala de bibliotecas químicas visando encontrar fármacos e novas moléculas com potencial aplicação na terapêutica de COVID-19. A Plataforma de Descoberta e Desenvolvimento de Fármacos do LNBio foi empregada, utilizando uma cascata de ensaios *in vitro* desenhada especificamente para a seleção e caracterização de *hits* antivirais (Figura 65).

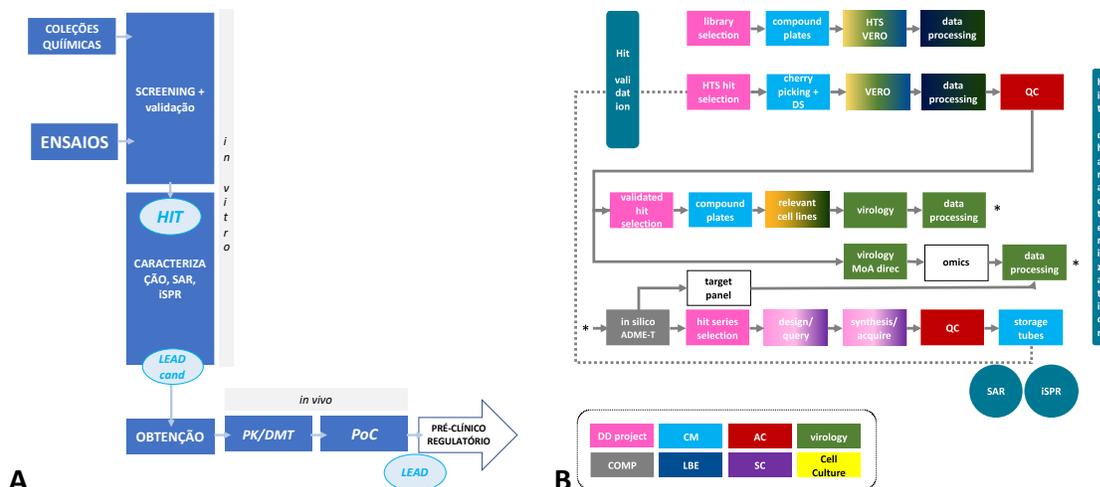
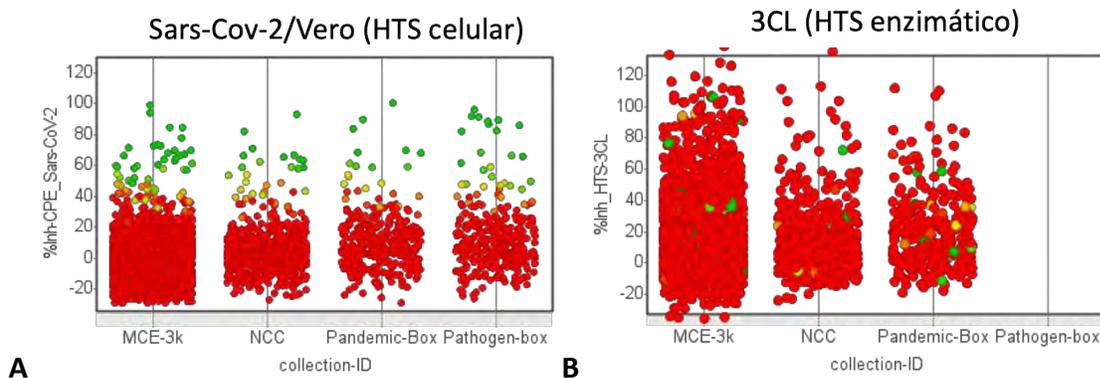


Figura 65. Representação esquemática da estratégia empregada para o reposicionamento e descoberta de fármacos para COVID-19. (A) Fluxograma da plataforma de Descoberta de Fármacos do LNBio-CNPem evidenciando as etapas de seleção de hits, seguido de caracterização para a seleção de candidatos e lead e finalmente o apontamento de leads para desenvolvimento pré-clínico. (B) Cascata de ensaios celulares especificamente desenhada para seleção e caracterização de hits para COVID-19. Abreviações: DD Project: gestão do projeto, CM: gestão de compostos, AC: química analítica, virology: grupo virologia LNBio, COMP: computação LNBio, LBE: bioensaios, SC: síntese química, cell culture: cultura de células NB2, SAR: structure activity relationship, SPR: structure-property relationship, PK: farmacocinética, DMT: dose máxima tolerada, PoC: prova de conceito em modelo animal.

Foram avaliadas cerca de 5 mil moléculas, observando a capacidade de interferir na replicação do vírus SARS-CoV-2 em culturas de células Vero (Figura 66a), além do teste adicional em 3 proteínas isoladas, que são essenciais para o ciclo de vida do vírus: a protease principal 3CL Mpro (Figura 66b), a protease secundária PLpro (Figura 66c) e a proteína nucleocapsídeo (N) - (Figura 66d).



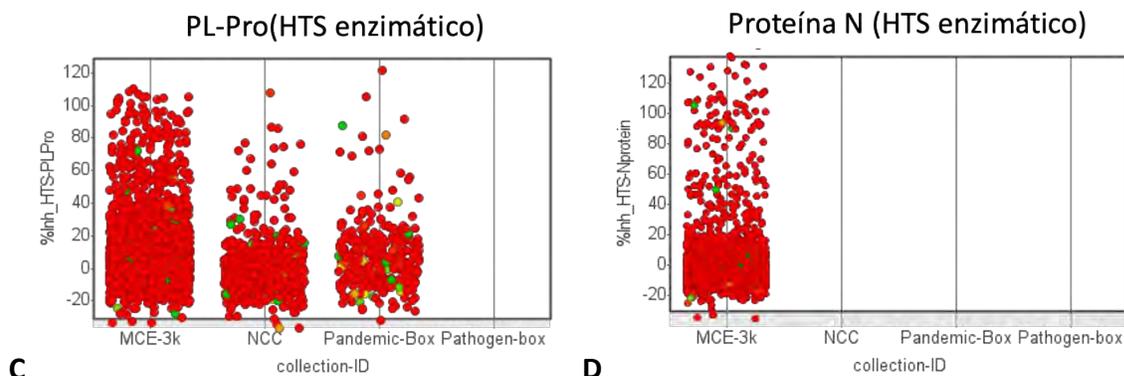


Figura 66. Triagem de bibliotecas químicas contra SARS-CoV-2. (A) Ensaios fenotípicos em cultura de células Vero CCL81, e seus alvos isolados produzidos no LNBio: (B) 3CL, (C) PLpro e (D) proteína N. Cada ponto indica uma molécula testada. Os pontos em verde mostram os *hits* encontrados nas triagens celulares.

Foram encontrados 61 *hits* capazes de inibir a replicação de SARS-CoV-2 em culturas de células, dos quais 24 foram confirmados em curvas concentração-resposta, mostrando valores de EC50 entre 0,6 e 10  $\mu$ M. Deste subconjunto, 16 foram selecionados como *hits* mais promissores por apresentarem baixa citotoxicidade ( $SI > 10$ ). As classes contemplam derivados de cloroquina, remdesivir, inibidores de quinase, ligantes de receptores beta adrenérgicos e novas classes de compostos, uma delas representada por uma série desenvolvida 100% no LNBio (série LNB). Dentre os *hits*, 5 são fármacos já aprovados, 6 já foram testados em seres humanos e 5 são moléculas novas que devem seguir as etapas de caracterização farmacocinética e de segurança em animais e humanos. Dois dos *hits* encontrados inibiram a atividade da protease principal 3CL de SARS-CoV-2, um deles pertencendo a uma das novas classes encontradas, podendo indicar um dos possíveis mecanismos de ação da molécula no contexto de COVID-19, o que pode auxiliar no processo de desenvolvimento de novas classes de fármacos antivirais.

#### Caracterização dos hits encontrados

##### *Nitazoxanida*

A Nitazoxanida foi o primeiro *hit* apontado pelo LNBio para reposicionamento de fármacos em COVID-19. Diversos estudos vêm sendo realizado no LNBio com este medicamento, os quais são sumarizados a seguir.

##### Avaliação da replicação viral em cultura de células humanas tratadas com nitazoxanida

Foram realizadas diversas validações da ação de nitazoxanida na replicação de SARS-CoV-2 em culturas de células humanas relevantes para COVID-19 (Figura 67), reforçando o potencial deste medicamento para reposicionamento.

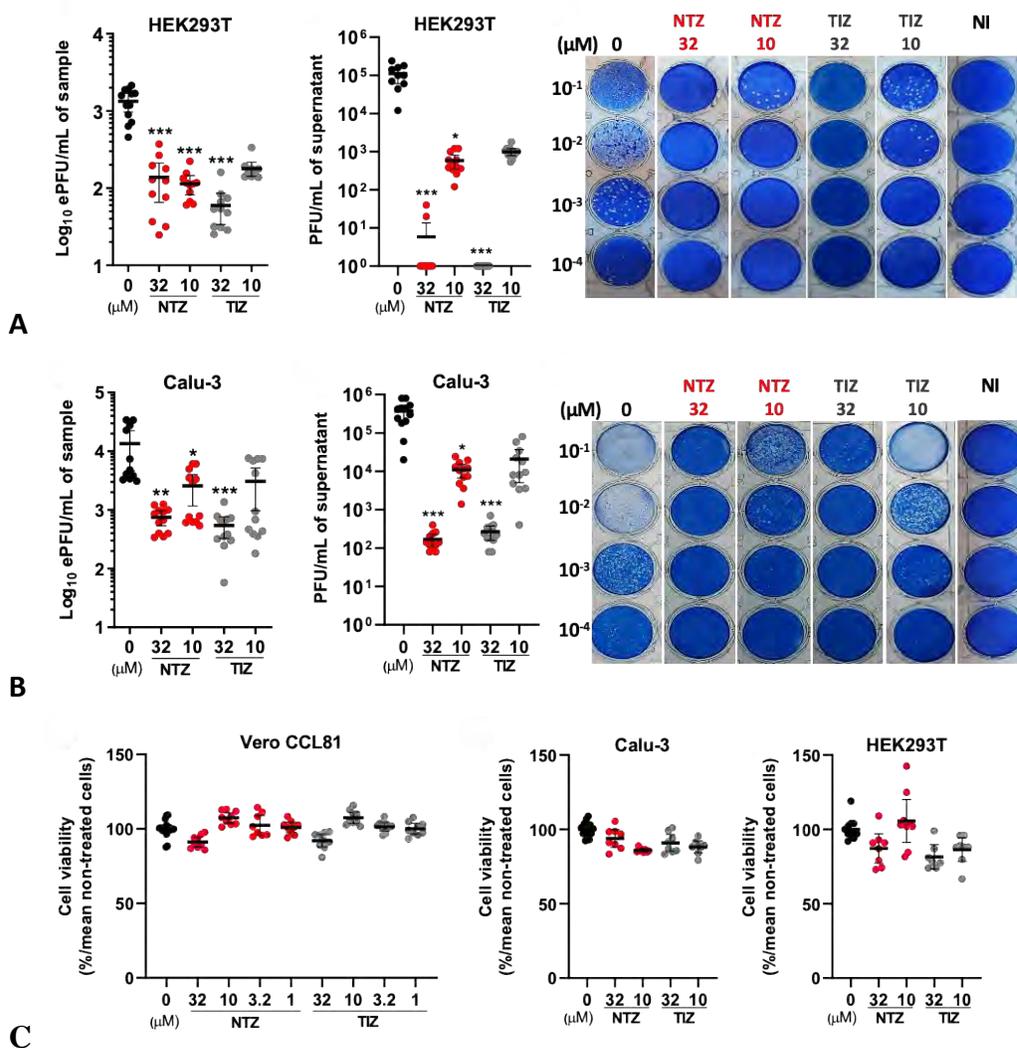


Figura 67. Avaliação *in vitro* de nitazoxanida (NTZ) e seu principal metabólito tizoxanida (TIZ) em cultura de células humanas infectadas com SARS-CoV-2. (A) HEK293; (B) Calu-3. A citotoxicidade de nitazoxanida nestas culturas foi também avaliada (C).

### Estudo clínico de reposicionamento de nitazoxanida em COVID-19

Após comprovada sua ação na replicação de SARS-CoV-2 em culturas de células humanas, nitazoxanida, que é um medicamento amplamente utilizado como anti-helmíntico e antiviral de amplo espectro, foi indicado para estudos clínicos em pacientes visando reposicionamento em COVID-19. Neste contexto, foram também avaliados os parâmetros de farmacocinética e segurança deste fármaco, em comparação com as concentrações eficazes utilizadas nos ensaios *in vitro*.

O estudo clínico, realizado no âmbito da Rede Vírus MCTI, foi o primeiro a ser concluído mundialmente com pacientes com COVID-19 utilizando este medicamento. Os resultados demonstraram translação dos resultados *in vitro* para a clínica, apontando redução da carga

viral nos pacientes tratados com nitazoxanida, assim como observado nos estudos *in vitro*. Porém, o desfecho primário do estudo, que era a melhora dos sintomas de COVID-19 durante os 5 dias de tratamento, não foi significativo. Os dados foram inicialmente publicados em *pre-print* no repositório *MedArxiv*<sup>28</sup>. O artigo científico revisado por pares foi recentemente aceito para publicação na revista *European Respiratory Journal*.

#### Mecanismo de ação e ação antiviral de nitazoxanida

A avaliação do mecanismo de ação da nitazoxanida no contexto da infecção por SARS-CoV-2 está sendo aprofundada no LNBio, visando identificar seu alvo molecular principal em células humanas. Também foram realizadas análises *in silico* de potenciais alvos moleculares de nitazoxanida, que apontaram algumas classes de proteínas que seriam afetadas por nitazoxanida. Esses alvos estão sendo avaliados, visando verificar seu papel e relevância na infecção por SARS-CoV-2 e no mecanismo de ação de nitazoxanida. Além desses testes, estão sendo realizados estudos por transcriptômica de células HEK293 infectadas com SARS-CoV-2 e tratadas com nitazoxanida. As análises de transcriptômica possibilitaram a identificação de uma via de sinalização central que é modulada durante a infecção de células humanas pelo vírus SARS-CoV-2. Esses dados corroboraram com o apontamento *in silico* de um dos prováveis alvos de nitazoxanida, e com as classes de *hits* encontradas nos ensaios de triagem *in vitro*. De forma complementar, imagens por microscopia confocal mostraram que nitazoxanida elimina a formação de fábricas virais na região perinuclear.

A análise integrada dos efeitos de nitazoxanida possibilitará melhor compreensão de seu mecanismo de ação e, principalmente, o apontamento da via afetada que é mais relevante no contexto de COVID-19. Tal conhecimento deve auxiliar a decisão nos protocolos terapêuticos para COVID-19 e no desenvolvimento de novos fármacos anti-SARS-CoV-2.

#### *Hits MMV*

A abordagem de triagem de compostos do CNPEM também resultou no estreitamento das parcerias com a *Medicine for Malaria Venture* (MMV) – um consórcio internacional que visa o desenvolvimento de novos fármacos para doenças infecciosas, incluindo viroses emergentes, além de malária. A partir da triagem das bibliotecas MMV disponibilizadas (Figura 66 – “Pandemic box” e “Pathogen box”) foram encontrados agentes com ação anti-SARS-CoV-2. A avaliação mais aprofundada da ação destes compostos em diversas células humanas está fase de conclusão, trabalho possível graças ao re-fornecimento dos *hits* e análogos pelo grupo MMV.

---

<sup>28</sup> <https://doi.org/10.1101/2020.10.21.20217208>

Série LNB

Além da nitazoxanida e dos *hits* MMV, uma nova classe de compostos desenvolvida 100% no CNPEM se mostrou como o principal agente antiviral encontrado nas triagens biológicas realizadas até aqui (Figura 68a).

- a. Avaliação da replicação viral em cultura de células humanas tratadas com a série LNB

Os principais *hits* da série foram avaliados em diferentes células humanas (Figura 68b-e).

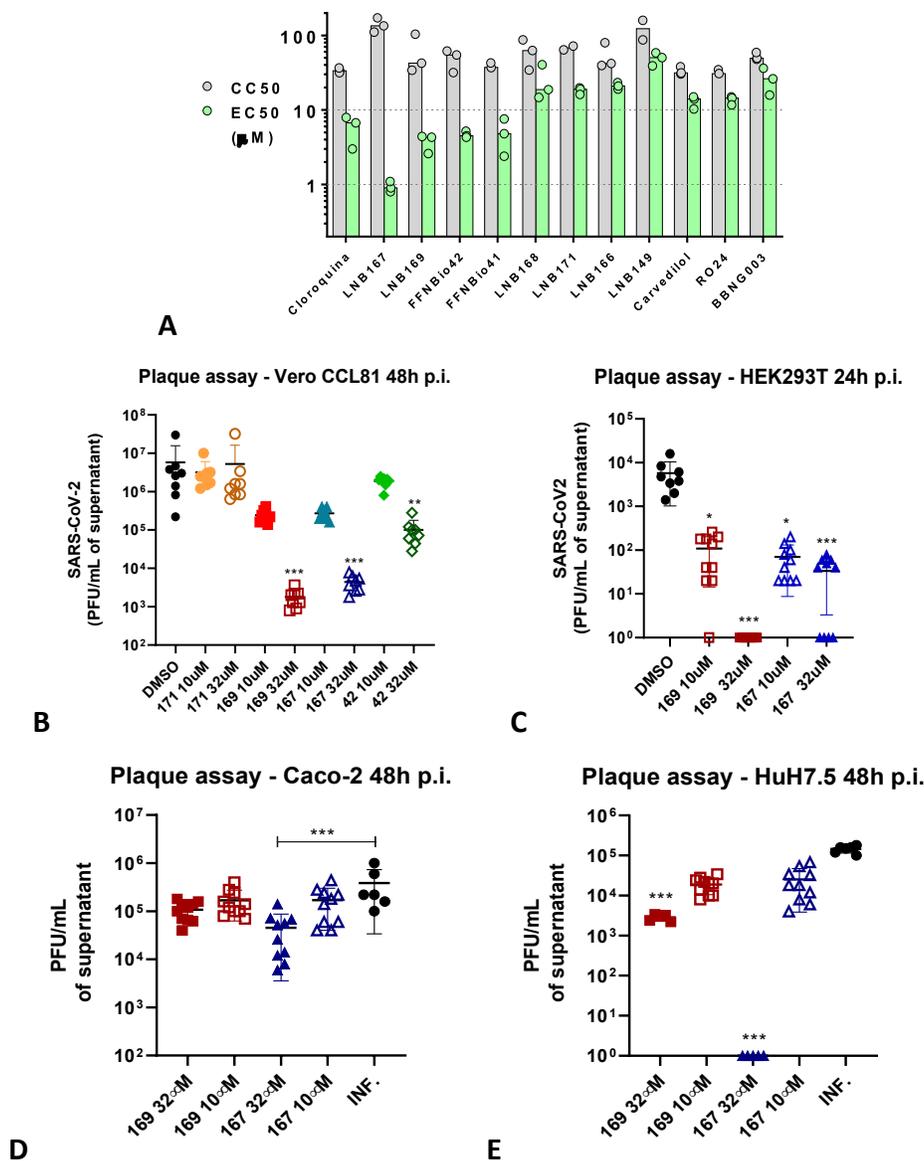


Figura 68. Identificação e caracterização da ação da série LNB na infecção por SARS-CoV-2. (A) Resultados dos ensaios fenotípicos por imagem comparando dos valores CC50 (citotoxicidade) e EC50 (inibição do efeito citopático causado por SARS-CoV-2) de hits do HTS em células Vero CCL81. (B) Ensaio de placa em células Vero CCL81, mostrando redução de significativa de partículas infectivas de SARS-CoV-2 após tratamento com os compostos LNB167, LNB169, LNB042. Os compostos LNB167 e LNB169 foram selecionados para testes em células humanas (C) HEK293T, (D) Caco-2 e (E) HuH7, mostrando redução significativa das partículas infectivas de SARS-CoV-2 por LNB167 em todas estas células humanas.

#### b. Análises ADME-Tox *in silico* e *in vitro* da série LNB

O LNBio realizou análises de ADME *in silico*, que indicaram boas propriedades do *hit* e potenciais proteínas alvo. Adicionalmente, foram contratadas análises de ADME *in vitro* de CRO nacional especializada. Os resultados apontam a molécula como muito promissora para o desenvolvimento de fármacos antivirais pela via oral, caracterizando-a como um *candidato a lead*. Um depósito de patente provisório foi realizado protegendo a molécula (LNB167) e a série química relacionada.

#### c. Mecanismo de ação e ação antiviral da série LNB

Em adição aos estudos protocolares conduzidos no contexto de *drug discovery* para antivirais com ação em SARS-CoV-2, a equipe do LNBio está aprofundando a identificação do alvo molecular desse novo composto (série LNB), o que deve auxiliar em seu futuro desenvolvimento como um novo fármaco antiviral. Em uma primeira análise por microscopia confocal, utilizando anticorpos anti-SARS-CoV-2 produzidos no LNBio, verificou-se que LNB167 elimina as “fábricas virais” na região perinuclear de células HEK infectadas com SARS-CoV-2 (Figura 69).

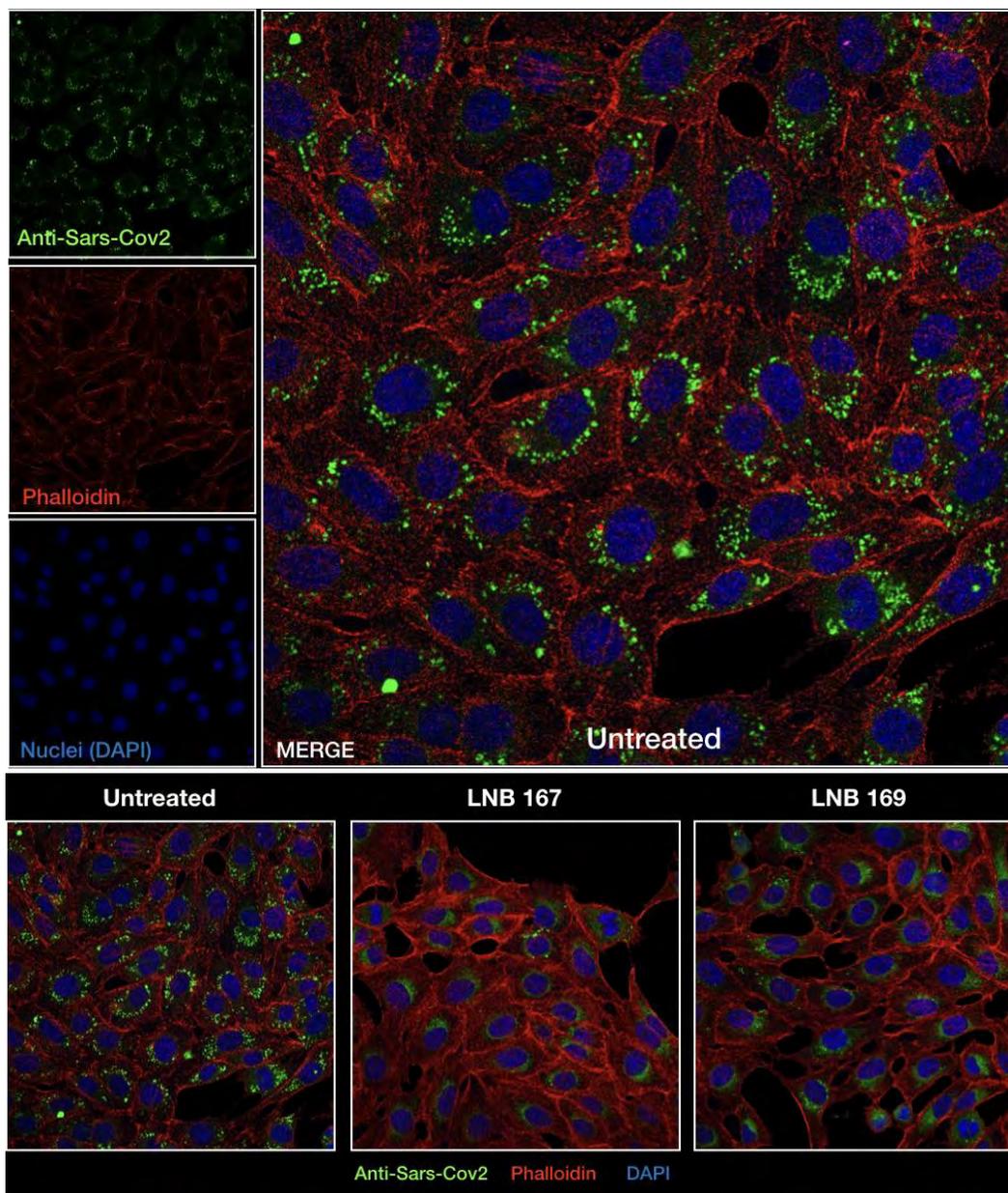


Figura 69. Avaliação do efeito de LNB167 e LNB169 na replicação do vírus SARS-CoV-2 em células HEK. Os núcleos celulares estão corados com DAPI (azul), enquanto as membranas com faloidina (vermelho). O vírus SARS-CoV-2 é detectado com anticorpo murino anti-proteína N de SARS-CoV-2 produzido no LNBio. O painel inferior traz imagens de células HEK infectadas por SRS-CoV-2 e ratadas com LNB167 e LNB169, em comparação ao controle não tratado (untreated).

Farmacocinética, toxicologia e prova de conceito in vivo da série LNB

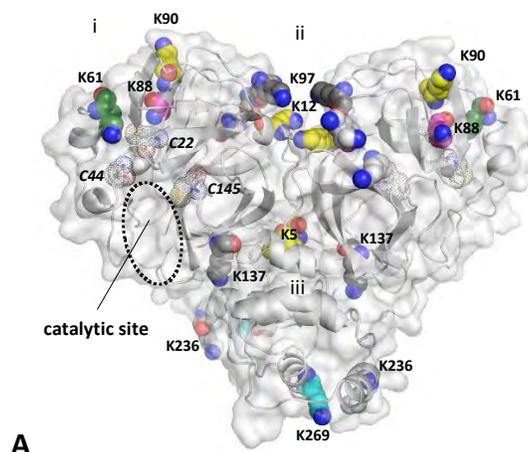
A série química LNB, desenvolvida no LNBio, recebeu financiamento adicional do MCTI-CNPq para a realização de testes pré-clínicos em animais de experimentação visando validar a molécula como um *lead* para desenvolvimento de fármacos antivirais com ação em COVID-19. Os testes incluem análise de farmacocinética, toxicologia e prova de conceito em modelos animais. Para tanto, o LNBio desenvolveu um método analítico para a detecção

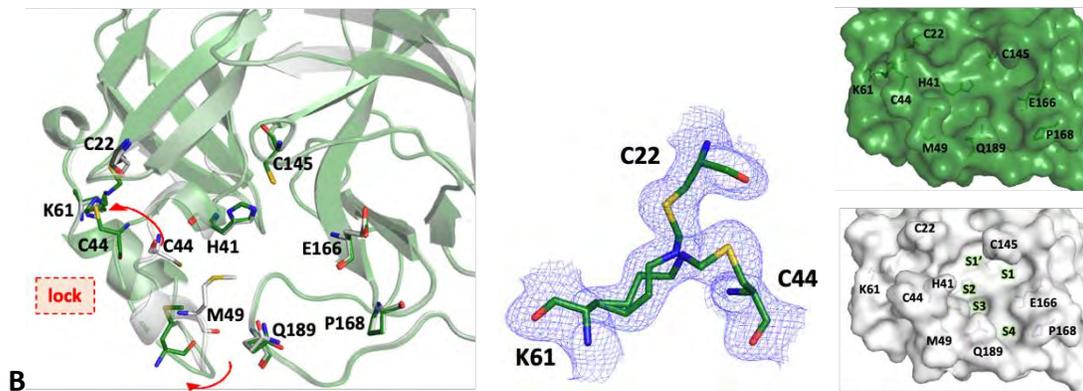
do composto alvo em matrizes biológicas. O ensaio de farmacocinética encontra-se em andamento com uma CRO nacional especializada, visando a determinação dos parâmetros de  $AUC_{0-24h}$ ,  $C_{max}$ ,  $T_{max}$ ,  $T_{1/2}$ , *clearance*, volume de distribuição e biodisponibilidade. Em seguida, está prevista a realização do estudo de máxima dose tolerada (MDT) e análise de toxicologia em animais. Por fim, a prova de conceito em modelos animais para COVID-19 será realizada em instituição parceira, que dispõe de tais modelos e infraestrutura NB3 para realização dos testes. Em conjunto, esses dados completarão a cascata de ensaios delineada na Plataforma de Descoberta e Desenvolvimento de Fármacos do LNBio, permitindo estabelecer a dose, prova de conceito em animais e sua viabilidade para seguimento em estudos regulatórios em animais e em seres humanos.

Avaliação estrutural da partícula viral e de proteínas alvo isoladas de SARS-CoV-2

#### *Protease 3CL Mpro*

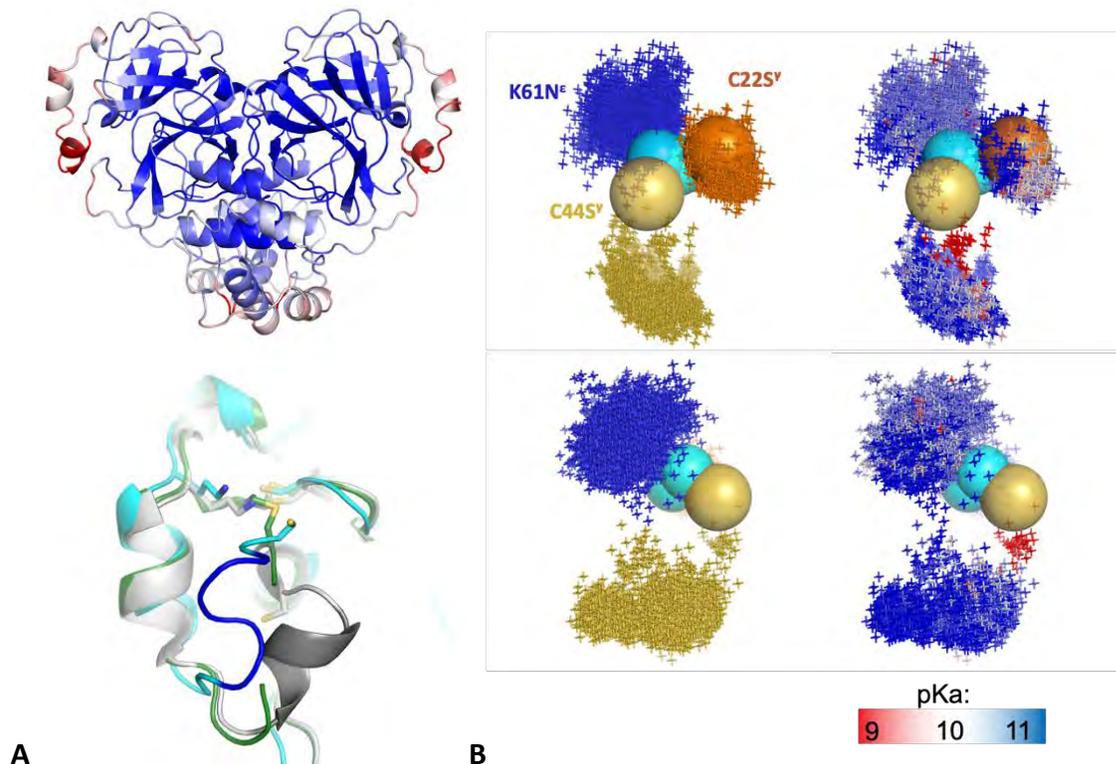
Os alvos isolados de SARS-CoV-2 também foram analisados do ponto de vista estrutural. Cristais da protease 3CL inauguraram a linha de luz Manacá do Sirius-LNLS. Foi verificada alterações pós-traducionais na proteína 3CL a partir da análise destes primeiros cristais, apontando novas facetas dessa importante protease viral (Figura 70). Os dados já estão disponíveis para a comunidade científica no *Protein Data Bank* (entradas 7JR3 e 7JR4), e o manuscrito reportando os achados encontra-se em fase final de preparação.





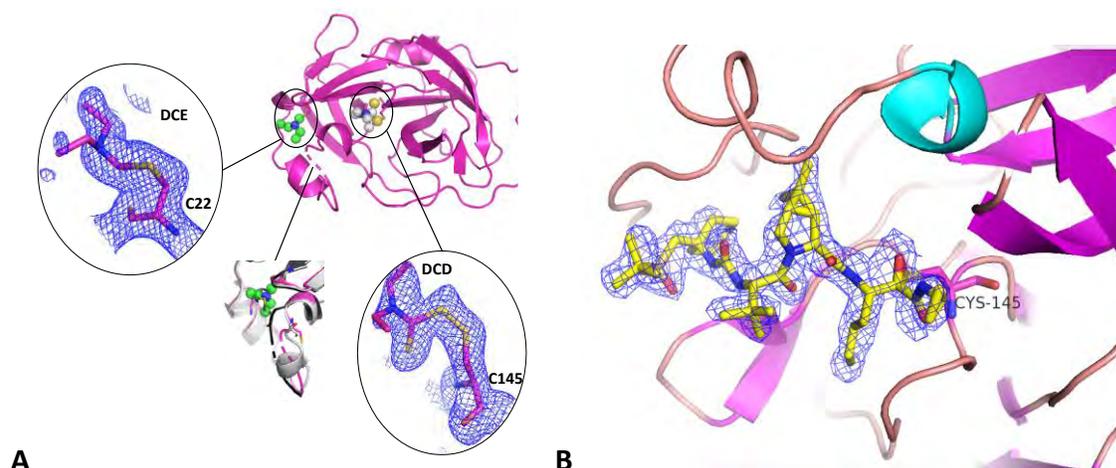
**Figura 70. Identificação de modificações pós-traducionais na protease principal de SARS-CoV-2 3CL Mpro, mostra alteração do sítio catalítico com implicações na atividade enzimática e estado oligomérico da proteína. (A)** Estrutura da proteína apontando lisinas susceptíveis a alterações conformacionais com implicação na estrutura e função da 3CL. A metilação destas lisinas foi confirmada por espectrometria de massas, a modulação da atividade enzimática por ensaios bioquímicos e a alteração do estado oligomérico por Dinamic Light Scattering (DLS) e cromatografia de exclusão molecular acompanhada por espalhamento dinâmico de luz (SEC-MALS). Em verde a lisina envolvida na ponte de metileno que é mostrada e detalhada em (B). **(B)** Formação de ponte de metileno identificada em cristais de 3CL, o inset mostra em detalhes a formação de ponte de metileno bifurcada com contorno da densidade eletrônica. A estrutura mostra o “travamento” da região entre hélices que compõe o sítio catalítico, afetando o sítio catalítico (superfície em verde), em relação à proteína nativa (superfície em cinza claro). Dados coletados na linha de luz Manacá.

Também foram realizadas análises de dinâmica molecular, apoiando a formação da ponte de metileno em 3CL Mpro de SARS-CoV-2 (Figura 71).



**Figura 71.** Estudos *in silico* por dinâmica molecular e cálculos de pKa também corroboram com a flexibilidade das pequenas hélices do sítio catalítico da 3CL e formação da ponte de metileno observada nos cristais. (A) Região das hélices curtas são as regiões mais flexíveis da protease 3CL (em vermelho). Abaixo é mostrado a cisteína 44 em proximidade à lisina 61, resíduos envolvidos na formação da ponte de metileno. (B) Posição dos átomos de enxofre das cisteínas 44 e 22 e do nitrogênio da cadeia lateral da lisina 61 durante a simulação, indicando proximidade destes átomos para formação da ponte de metileno. O pKa dos grupos tiol das cisteínas e da amina da lisina também foi calculado ao longo da simulação (painéis da direita), indicando decréscimo de mais de um ponto no pKa da cisteína 44, o que deve favorecer a metilação e formação da ponte de metileno.

Adicionalmente, potenciais inibidores da protease 3CL identificados por HTS foram submetidos a experimentos de co-cristalização e *soaking* com essa proteína, obtendo-se complexos em alta resolução (Figura 72).



**Figura 72.** Complexos cristalográficos da protease 3CL de SARS-CoV-2 com inibidores. (A) Disulfiram (1.6 Å) e (B) narlaprevir (1.7 Å). Dados coletados na linha de luz Manaca.

### Partícula viral

Esforços conjuntos com o LNNano permitiram avançar no conhecimento da partícula viral não infectiva (VLP) e no imageamento de células infectadas com SARS-CoV-2 (Figura 73 e Figura 74).

As partículas VLPs são partículas não infectantes, desprovidas de genoma viral, que apresentam o capsídeo envelopado do vírus SARS-CoV-2. Essas partículas podem ser utilizadas em ensaios de biologia estrutural, bem como outras aplicações para ensaios diagnósticos, vacinas e estudos biológicos do vírus. A produção das VLPs derivadas de SARS-CoV-2 foi realizada utilizando 4 sistemas de produção de VLPs baseados em: (1) vetores plasmidiais, (2) vetores retrovirais murinos, (3) vetores lentivirais, e (4) vetores baculovirais. Até o momento, foi possível gerar preparações de VLP apenas com o sistema (1), baseado em plasmídios que codificam expressão de proteínas estruturais de SARS-CoV-2. Também foram padronizadas metodologias para produção e concentração de partículas e obtidas

imagens de crio microscopia eletrônica, verificando a possibilidade de produção de partículas com morfologia característica (Figura 73). Essas partículas foram utilizadas em ensaios com animais para verificar formação de anticorpos IgM e IgG específicos para SARS-CoV-2.

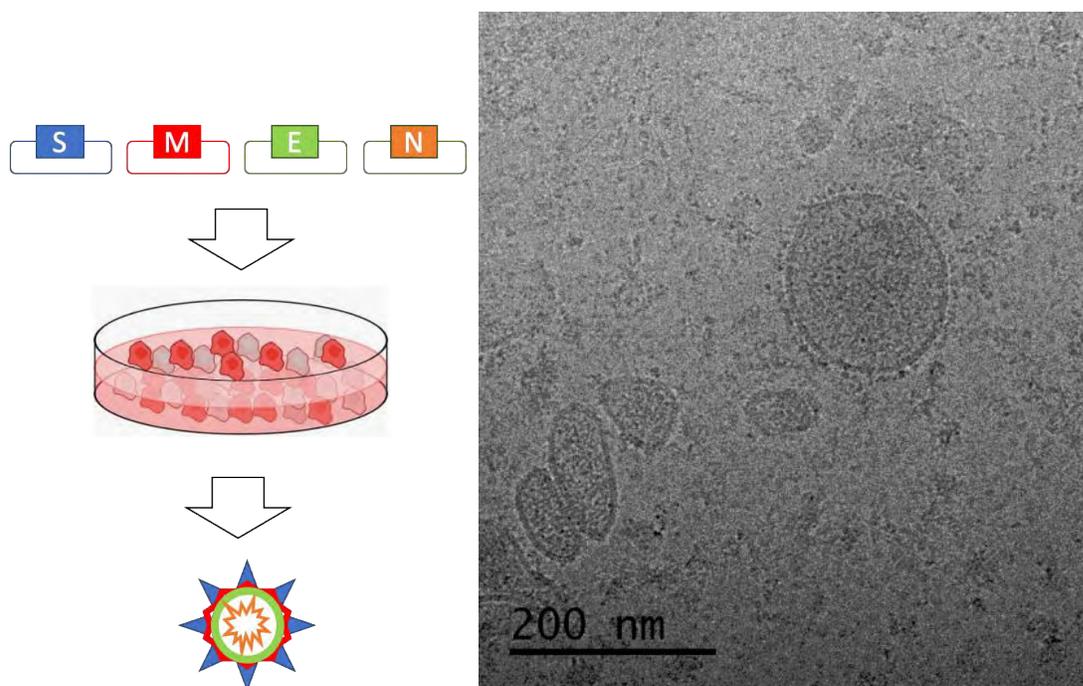


Figura 73. Produção e análise de VLPs de SARS-CoV-2. (A) Representação esquemática dos vetores plasmidiais construídos no LNBio para a expressão das proteínas estruturais do vírus em culturas de células. (B) imagem de crio microscopia eletrônica adquirida no LNNano. A figura mostra uma VLP com cerca de 150 nm, rodeada por proteínas spike.

Além disso, destaca-se a pesquisa realizada em colaboração entre pesquisadores do LNBio e da UNICAMP, que sugeriu a hipótese que linfócitos T CD4 poderiam ser infectados pelo SARS-CoV-2. O material genético do vírus foi encontrado nessas células, fortalecendo a hipótese de que o vírus infecta e, provavelmente, se replica em linfócitos T CD4. Assim, em conjunto com o LNNano, foi realizada uma otimização metodológica para preparação de amostras para microscopia eletrônica de transmissão, que permitiu visualizar o SARS-CoV-2 no interior dos linfócitos T CD4 (Figura 74) e confirmar seu potencial de infecção nessas células.

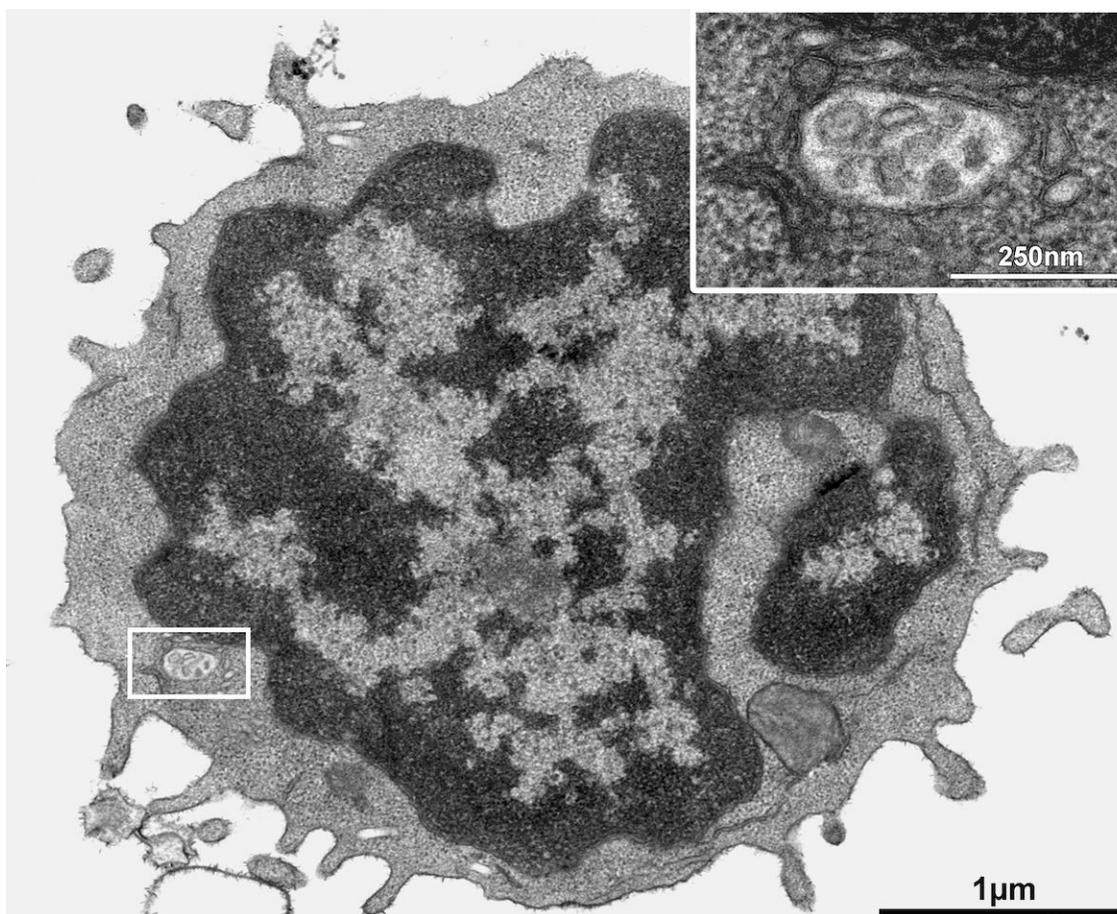


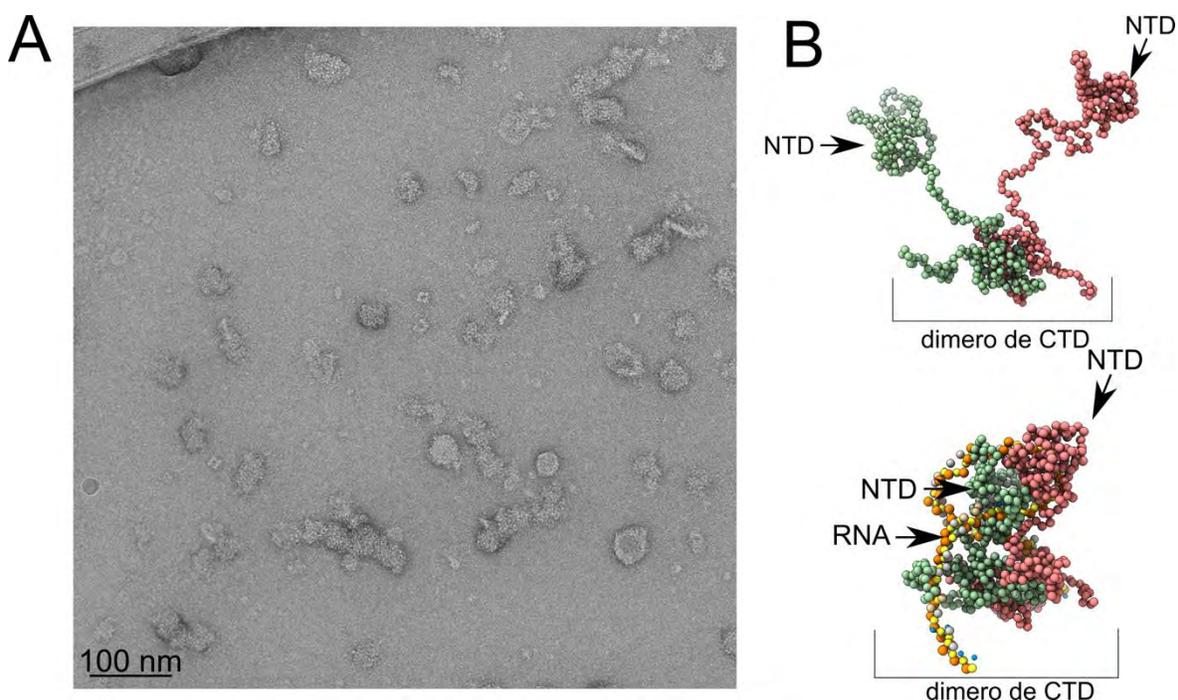
Figura 74. Imagem de microscopia eletrônica de transmissão de um linfócito T infectado por SARS-CoV-2 após 2 horas da inoculação. Detalhe em alta resolução mostrando as partículas virais em vesícula.

#### *Proteína nucleocapsídeo (N)*

A proteína N, que desempenha papel crucial na replicação e empacotamento do RNA viral, também foi selecionada como alvo molecular na identificação de novos compostos antivirais, uma vez que não se conhecem ainda fármacos capazes de inibir a atividade dessa classe de proteína, seja em SARS-CoV-2 ou em qualquer outro vírus relacionado. Além disso, como pouco se conhece sobre a estrutura global dessa proteína e suas propriedades de ligação ao RNA viral, o CNPEM está empregando várias técnicas espectroscópicas, de biologia computacional e de biologia estrutural buscando maior compreensão da relação estrutura-função dessa proteína e, assim, propor novas formas de inibir a ação da proteína N em células humanas.

A proteína completa (*full lenght*) foi produzida no LNBio, mostrando alteração de estado oligomérico na presença de RNA. Estudos da proteína N *full lenght* são escassos na literatura. Dessa forma, o LNBio em colaboração com o LNNano abordou a estrutura e

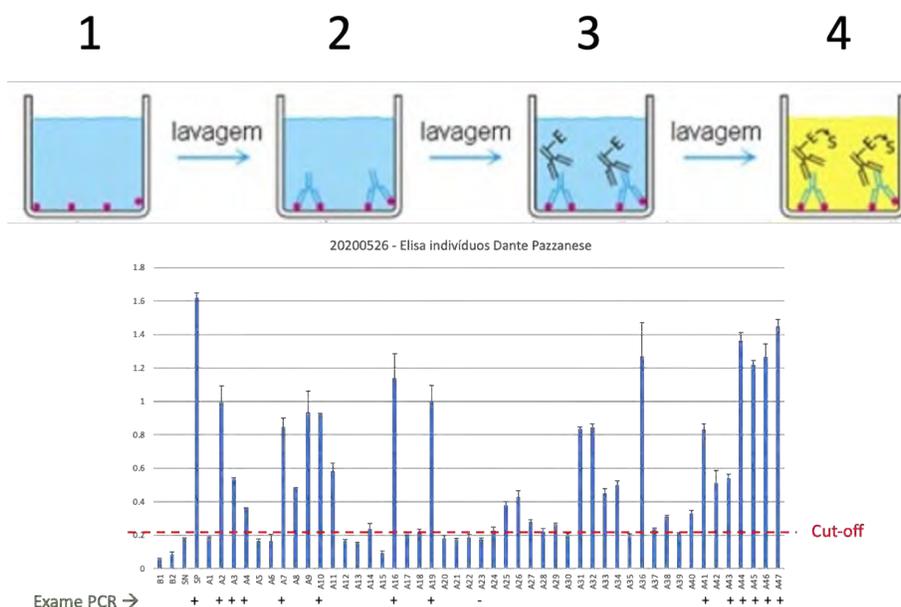
dinâmica dessa proteína por meio de estudos estruturais via microscopia eletrônica e da dinâmica desta intrigante proteína viral por dinâmica molecular (computacional). Através destas análises o CNPEM está propondo um modelo molecular extremamente dinâmico de estruturação da proteína N que é condizente com a versatilidade funcional dessa proteína (Figura 75).



**Figura 75. Análise dinâmico-estrutural da proteína nucleocapsídeo de SARS-CoV-2. (A)** Micrografia representativa obtida através da técnica de microscopia eletrônica por contrastação negativa da proteína N purificada. É possível observar uma ampla variedade de formas e tamanho de partículas, variando de 30 a 5 nm de diâmetro. Essa variedade de partículas é condizente com diversos estados de oligomerização que a Proteína N pode adotar, na ausência ou presença de RNA. **(B)** Simulações de dinâmica molecular coarse-grained da Proteína N em estado dimérico, na ausência (estrutura superior) ou presença (estrutura inferior). As simulações coarse-grained, que se baseiam na utilização de um modelo atômico simplificado, permitiram o estudo da dinâmica do dímero da Proteína N e sua interação com RNA, e guiaram a identificação de diferentes estados de oligomerização da Proteína N nas micrografias de microscopia eletrônica. NTD: domínio estruturado N-terminal; CTD: domínio estruturado C-terminal.

#### Desenvolvimento de métodos diagnóstico

No início da pandemia COVID19, foi desenvolvido um ensaio imunoenzimático para detecção de anticorpos antivirais de SARS-CoV-2. Esse ensaio utilizou a proteína N, produzida no LNBio, como um antígeno para ensaio Elisa, que possibilita detectar de forma semiquantitativa a presença de anticorpos antivirais em soro humano (Figura 76).



**Figura 76. Método diagnóstico baseado em detecção de IgG anti-SARS-CoV-2 desenvolvido no LNBio.** Círculos em vermelho indicam o antígeno, a proteína N de SARS-CoV-2 produzida no LNBio. O anticorpo primário é o do soro do “paciente” (em azul), o secundário é utilizado como repórter do sinal (em preto).

Por meio de uma parceria com o Hospital Dante Pazzanese, foi instituído um protocolo de pesquisa para acesso a amostras de soro e dados de PCR que possibilitaram a validação do ensaio desenvolvido. Além disso, foi efetuada a transferência de tecnologia do ensaio para o hospital, que já realizou mais de 2000 testes com funcionários, e para a Biotec Amazonia. Um manuscrito descrevendo o método está em vias de publicação. O ensaio de Elisa está sendo utilizado para um estudo realizado com colaboradores do CNPEM, relacionando sinais de anticorpos e efetividade de soroneutralização, para melhor entendimento da correlação do teste sorológico e imunidade protetora antiviral.

### 3. LABORATÓRIO NACIONAL DE BIORRENOVÁVEIS

#### 3.1. O LNBR em 2020

Os recursos de origem biológica criam desafios e oportunidades em pesquisa e desenvolvimento para a transição de uma economia de base fóssil para um desenvolvimento econômico sustentável. O Brasil pode ser protagonista nesse modelo de transformação industrial, se agregar valor à biomassa e à biodiversidade por meio de tecnologias habilitadoras, como a biotecnologia. Isso propiciará independência tecnológica e gerará riquezas e empregos mais qualificados. Neste ano, o LNBR participou, a convite do MCTI, em iniciativas internacionais, nas quais buscou promover a biotecnologia industrial: seminário por ocasião da visita do Presidente do Brasil aos EUA, seminários de cooperação com Alemanha e Suécia e do *Mission Innovation – fórum* internacional para acelerar a adoção de tecnologias limpas. Além disso, a convite da Associação Brasileira de Bioinovação, participou do painel *Bioquímicos e Biomateriais: a inovação tecnológica na geração de soluções de baixo carbono*, promovido pela Frente Parlamentar Mista de Bioeconomia do Congresso Nacional.

O ano de 2020 foi atípico em decorrência da pandemia de COVID-19 e o CNPEM ajustou suas atividades em concordância com as medidas sugeridas pelas autoridades. Mesmo neste cenário restritivo, houve grandes conquistas e o LNBR continuou a apoiar, por meio de instalações abertas, pesquisas nas universidades, além de manter parcerias com empresas, de *start-ups* a multinacionais, e produzir publicações científicas de impacto. Além disso, o realinhamento das atividades dos últimos anos evidenciou a necessidade de implementar um novo *website* bilíngue<sup>29</sup>.

O LNBR possui equipe jovem que começa a se destacar. Neste ano, dois de seus talentos foram premiados. Uma pesquisadora foi a segunda colocada na fase brasileira da iniciativa alemã *Falling Walls*, que elegeu as ideias transformadoras de 2020, conquistando o direito de participar na fase mundial na categoria *Emerging Talents*. Outro pesquisador foi selecionado na chamada da *Bioeconomy Youth Champions* do *Global Bioeconomy Summit*, também sediado na Alemanha, junto com sete lideranças ascendentes, todos considerados futuros embaixadores mundiais da bioeconomia.

Os resultados da pesquisa e desenvolvimento no LNBR atingiram o patamar mais elevado em 2020 desde a transição do antigo CTBE. O principal resultado deste ano foi o

---

<sup>29</sup> <https://lnbr.cnpem.br>

desenvolvimento de uma plataforma microbiana para a produção de celulases visando reduzir o custo da produção de etanol celulósico, com tecnologia customizada para a indústria brasileira e validada em condições de operação industrial. A tecnologia, desenvolvida a partir de cepas públicas, buscou evitar propriedades intelectuais pré-existentes e atualmente se encontra em fase final de escalonamento semi-industrial no LNBR. As avaliações tecnológicas vêm apoiando as discussões de licenciamento com empresas interessadas. Este resultado foi destaque na Folha de São Paulo, Valor Econômico e no portal da FAPESP<sup>30</sup>. A mudança de patamar foi consolidar a abordagem e as ferramentas genéticas, que serão centrais para que o LNBR desenvolva plataformas biológicas para outras moléculas de interesse industrial.

Outro importante destaque foi a combinação de métodos avançados de Bioinformática e Biologia Estrutural no estudo seminal publicado na *Nature Chemical Biology*, revelando novos mecanismos e estratégias para despolimerizar polissacarídeos vegetais que geram subprodutos de interesse, como prebióticos e biocombustíveis. O estudo foi destaque na resenha publicada pela editoria *News & Views* da *Nature*, que ressaltou a relevância científica do trabalho, a envergadura da abordagem experimental desde enzimologia fina até métodos biofísicos de alta resolução e o equilíbrio de gênero dos coautores. Além disso, no âmbito das parcerias internacionais, houve contribuição do LNBR em publicação sobre combustível de aviação renovável realizado em conjunto com instituições internacionais de renome como: Center for Bioenergy Innovation, Argonne National Laboratory, National Renewable Energy Laboratory, Imperial College, Boeing Research & Technology Center, entre outras.

No que tange a integração com o CNPEM, o acelerador Sirius se apresenta como central para a compreensão dos mecanismos que regem os sistemas biológicos complexos e, portanto, o LNBR busca desenvolver técnicas avançadas em biotecnologia industrial que possam ser disponibilizadas para a comunidade científica. Em 2020, o LNBR intensificou seus esforços para a utilização do Sirius com vistas a elucidar mecanismos atômicos e moleculares de enzimas, na desconstrução da biomassa e no entendimento dos mecanismos de troca de

---

<sup>30</sup> Valor Econômico: <https://valor.globo.com/agronegocios/noticia/2020/06/17/novo-impulso-ao-etanol-celulosico-no-pais.ghtml>

Folha de São Paulo: [https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2020/07/tecnologia-brasileira-produz-etanol-a-partir-do-bagaco-da-cana.shtml?utm\\_source=whatsapp&utm\\_medium=social&utm\\_campaign=compwa](https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2020/07/tecnologia-brasileira-produz-etanol-a-partir-do-bagaco-da-cana.shtml?utm_source=whatsapp&utm_medium=social&utm_campaign=compwa)

FAPESP: <https://agencia.fapesp.br/coquetel-enzimatico-desenvolvido-no-brasil-potencializa-producao-de-etanol-de-segunda-geracao/34318/#:~:text=A%20descoberta%20abre%20caminho%20para,da%20cana%2Dde%2Da%C3%A7%C3%BAcar>

nutrientes e gases do solo. Um dos destaques foi a participação do comissionamento científico da linha MANACÁ, que permitiu alcançar os limites da instrumentação por meio de faseamentos experimentais e coleta de dados em resolução atômica (< 1 angstrom). Em outra frente de integração, o LNBR atuou na força tarefa liderada pelo LNBio, dedicada ao reposicionamento de medicamentos para o controle da infecção COVID-19, com análise ômicas para compreender a resposta celular de medicamentos em células infectadas com SARS-COV-2.

Na biotecnologia aplicada à agricultura, houve avanços na identificação de moléculas sinalizadoras que inibem fitopatógenos e na compreensão dos mecanismos pelos quais estes compostos modulam o metabolismo do organismo alvo. Um aprofundamento científico, que com auxílio de ferramentas de Biologia Sintética, pode levar ao desenvolvimento de bioinoculantes de nova geração, mais seguros e eficientes.

Atuar em parcerias com empresas é trazer relevância ao desenvolvimento científico e tecnológico com impacto na sociedade. O destaque foi a coroação de uma parceria de cinco anos com uma multinacional norte-americana líder na produção de ração animal, com uma publicação científica conjunta em periódico do *Nature Index*. A pesquisa identificou um novo e complexo mecanismo relacionado a uma enzima descoberta no microbioma de ruminantes, que apresenta potencial uso industrial, e aumenta a eficiência da digestibilidade de fibras vegetais por animais de corte.

O LNBR busca uma atuação ampla no fortalecimento do ecossistema de biotecnologia industrial no Brasil, portanto realiza parcerias também com *start-ups*. Destaca-se em 2020 a parceria com a GlobalYeast para o desenvolvimento de tecnologias para processos fermentativos “inteligentes”, onde a planta semi-industrial do LNBR gerou dados para aprimorar o algoritmo desenvolvido pela empresa. No que tange à propriedade intelectual relacionados a bioprocessos, biocombustíveis, química verde e agricultura, houve seis pedidos de patentes, um registro de software e duas patentes em negociação para licenciamento.

Outro grande marco foi o encerramento do projeto SUCRE<sup>31</sup>, executado ao longo de cinco anos em parceria com cerca de vinte empresas e que contou com financiamento internacional. O objetivo foi usar um resíduo agrícola para substituir fontes fósseis na produção de biocombustíveis e reduzir a emissão de gases de efeito estufa na matriz energética brasileira. A execução e os resultados do projeto foram bastante elogiados por avaliadores internacionais contratados pelo PNUD<sup>32</sup>.

---

<sup>31</sup> SUCRE – Sugarcane Renewable Electricity - PNUD/Global Environment Facility (GEF).

<sup>32</sup> Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

Em 2021, o LNBR continuará empregando o estado-da-arte em abordagens biotecnológicas, que incluem simulações de mecânica quântica e dinâmica molecular, para desenvolver plataformas microbianas e biocatalisadores voltados para aplicações industriais e para a agricultura. Estas plataformas estimulam a inovação e reduzem os impactos ambientais em setores como: energia, químico, alimentos, bebidas, agrícola, transportes e mineração. As competências em biologia sintética, estrutural e computacional serão centrais para projetar e customizar plataformas biotecnológicas para a produção de biocombustíveis, bioquímicos e biomateriais. Tecnologias e processos serão validados em escala semi-industrial e complementados por avaliações tecnológicas e de ecossistemas, reduzindo o risco e promovendo a adoção sustentável das tecnologias pelas empresas. Três grandes tópicos definem a visão de futuro do LNBR: a Biologia Sintética, os Microbiomas e a Descarbonização.

*Eduardo do Couto e Silva*

**Diretor do LNBR**

## 3.2. Instalações Abertas a Usuários Externos

O LNBR disponibilizou este ano sete instalações abertas à usuários externos visando atender as principais demandas nas áreas correlatas ao desenvolvimento de biorrenováveis. Devido a situação da pandemia o atendimento sofreu restrições no período. Essas instalações são fundamentais para os projetos de pesquisa e desenvolvimento dos Programas Temáticos do LNBR de forma integrada com outros Laboratórios Nacionais do CNPEM, além da destinação ao apoio a inovação e treinamento e capacitação. A seguir os principais destaques de propostas atendidas.

### 3.2.1. Metabolômica (MET)

A instalação Metabolômica permite a identificação e quantificação de metabólitos em amostras biológicas complexas por meio da espectrometria de massas acoplada à cromatografia líquida e gasosa. A metabolômica representa a composição química de uma célula e permite uma visão geral das funções celulares, já que reflete diretamente seu estado fisiológico, permitindo a caracterização e diferenciação dos organismos. A instalação atende usuários com trabalhos relacionados a bioenergia e química verde. Neste ano a instalação destaca a proposta da UNICAMP relacionada a um novo híbrido comercial, a cana-energia. A cana-energia possui alto teor de fibras, baixo teor de sacarose e uma maior produtividade em relação aos atuais híbridos comerciais de cana-de-açúcar. Ainda há carência de estudos sobre seu metabolismo e o estudo propõe avaliar a variação diurna do metabolismo nos tecidos de folha e colmo de cana-energia e cana-de-açúcar, buscando compreender como diferentes órgãos interagem metabolicamente entre si para se adaptarem as características fisiológicas e sustentar seu crescimento. Instalação foi utilizada para a identificação dos metabólitos relacionados ao ciclo de carbono em períodos com presença e ausência de luz.

### 3.2.2. Instalação de Caracterização de Macromoléculas (MAC)

Instalação dedicada à caracterização bioquímica e biofísica de macromoléculas como proteínas e enzimas, e nanopolímeros, como a nanocelulose e derivados de lignina. Com o uso das técnicas desta instalação é possível avaliar e selecionar proteínas potenciais com características compatíveis (como pH e temperatura) para aplicação em bioprocessos. Além de toda a infraestrutura para caracterização bioquímica e biofísica de macromoléculas, que é de suma relevância para aplicações industriais, esta instalação conta com equipamentos instrumentais para enzimologia fina que envolve estudos de especificidade e mecanismos de ação. Uma proposta atendida em este ano é da Universidade Federal do Espírito Santo

(Ufes) e tem como objetivo avaliar o efeito das temperaturas de pirólise sobre as variáveis de obtenção do líquido pirolenhoso e a influência na sua composição química visando a utilização como biocombustível. O carvão vegetal é produzido pelo processo de pirólise, que consiste na degradação térmica da madeira em ambiente com atmosfera controlada de oxigênio. Por meio da pirólise forma-se, além do carvão, uma fração volátil composta por vapores orgânicos condensáveis (conhecida como líquido pirolenhoso) e gases não condensáveis. O objetivo central da proposta envolve uma extensa caracterização do líquido pirolenhoso para subsidiar a sua ampla aplicação como biocombustível. O uso de espectrofluorímetro presente na instalação MAC auxilia na elucidação das diferenças de absorção de fluorescência dentre as amostras avaliadas, sendo uma técnica complementar a outras para elucidar a composição química deste material.

Outra proposta atendida neste ano é de pesquisadores da UNICAMP cujo trabalho “Preparação de nanomateriais e sua aplicação na remoção de poluentes em águas” tem como objetivo gerar novos materiais com potencial para remoção de poluentes, por meio de processo de adsorção de contaminantes de difícil remoção por técnicas mais convencionais, ou já utilizadas, e prejudiciais ao ambiente e aos organismos que o habitam. Nesse contexto é extrema de importância analisar as cargas dos materiais e dos contaminantes, buscando inferir suas possíveis interações (eletrostática, ligações de hidrogênio e hidrofóbicas). Para avaliar a carga dos compostos é necessário compreender como age a interação eletrostática, principalmente em diferentes pHs. A técnica de espalhamento dinâmico de luz com a determinação do potencial zeta, disponibilizada pela instalação MAC, foi crucial neste trabalho na identificação das cargas de diferentes adsorventes, bem como suas possíveis interações, não apenas para desenvolver mecanismos de remoção de contaminantes, mas também, identificar possíveis interações entre os mesmos para análises de toxicidade em co-exposição em crustáceos.

### 3.2.3. Instalação de Sequenciamento de Alta Performance (NGS)

A instalação NGS é uma unidade dedicada ao sequenciamento em larga escala de ácidos nucleicos (DNA/RNA), possibilitando a realização de estudos para avaliação da expressão gênica de diversos sistemas biológicos, sequenciamento de genomas, metagenomas, metatranscriptomas e marcadores moleculares (16S rDNA e ITS). Atualmente é composta por dois sequenciadores que utilizam tecnologia de segunda geração para o sequenciamento em larga escala de ácidos nucleicos. Dispõe de uma equipe altamente qualificada para acompanhamento e assessoramento dos usuários nas atividades laboratoriais, monitorando todas as etapas do processo que vão desde o *design* experimental, preparação das amostras até o sequenciamento.

Destaca-se este ano proposta, enviada pela USP, que visa o estudo de uma bactéria (*Chromobacterium violaceum*) de vida livre encontrada no solo e na água, causadora de sérias infecções em humanos. O trabalho investiga os mecanismos de regulação de genes em resposta a estresse ocasionado pela limitação dos metais ferro e zinco. O conhecimento adquirido a partir do sequenciamento do RNA por meio de plataformas de segunda geração, permitirá identificar mecanismos regulatórios genéticos importantes para adaptação da bactéria em condições infectantes *in vivo* ou em condições relevantes do hospedeiro. O esclarecimento destas redes de expressões genicas contribuirá para os esclarecimentos de fatores determinantes de virulência da bactéria.

Esta instalação foi também empregada na campanha COVID-19 do CNPEM contribuindo com o sequenciamento gênico e estudos de transcriptômica para compreensão da resposta celular ao vírus SARS-COV-2.

#### 3.2.4. Instalação de Processos Físicos e Químicos (PFQ)

Instalação dedicada ao desenvolvimento, melhoria e aplicação de processos físico-químicos para obtenção de biocombustíveis, intermediários e blocos químicos renováveis das principais frações constituintes das biomassas vegetais. Os reatores de pré-tratamento de alta pressão e os sistemas de moagem e classificação granulométrica atuam de forma a apoiar a pesquisa e desenvolvimento na área de transformação da biomassa. Neste ano, a instalação destaca o projeto da UNESP, que visa o estudo do uso de glicerol, um subproduto da produção de biodiesel, como agente de pré-tratamento de materiais lignocelulósicos. A infraestrutura foi utilizada na moagem de diversas amostras para posterior avaliação do processo de fracionamento.

#### 3.2.5. Biorrefinaria Virtual de Cana-de-açúcar (BVC)

A instalação consiste em uma plataforma que permite a avaliação de impactos econômicos e ambientais de rotas tecnológicas no contexto de biorrefinarias a partir de matérias-primas renováveis, com enfoque em cana-de-açúcar. Pode ser empregada para mensurar o estágio de desenvolvimento de novas tecnologias, assim como identificar gargalos tecnológicos para promover sua competitividade econômica e melhorar seus benefícios ambientais. Para usuários externos a ferramenta está relacionada ao desenvolvimento de biorrenováveis a partir de cana-de-açúcar. A plataforma desenvolvida faz uso de modelos matemáticos e ferramentas de simulação computacional que podem ser aplicados a avaliações customizadas, permitindo a integração dos sistemas de produção agrícola e industrial. Para tanto, são empregadas metodologias padronizadas e consolidadas de avaliação, tais como Análise Tecnoeconômica (ATE) e a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). Neste ano a instalação

destaca a proposta da USP em parceria com o Instituto Federal de Rondônia (IFRO) que teve como objetivo realizar a avaliação ambiental de diferentes configurações de biorrefinarias a partir de cana-de-açúcar, considerando a produção integrada de etanol de primeira geração e celulósico, eletricidade, xilana e lignossulfonato. Resultados experimentais de dois métodos de extração de xilana foram utilizados para a construção das simulações: método químico e método enzimático. A utilização da Instalação possibilitou a comparação ambiental dos cenários avaliados e identificação de pontos chave para melhoria.

### 3.3. Pesquisa e Desenvolvimento in-house

Os esforços do LNBR no emprego da biotecnologia para o avanço do desenvolvimento econômico sustentável são visualizados em suas linhas de pesquisa e projetos científicos associados. Os Programas Biotecnologia Industrial e Sustentabilidade, estão diretamente associados a esses esforços. A integração com os demais Laboratórios Nacionais do CNPEM também é uma busca constante almejando maior profundidade científica em temas de grande relevância para a biotecnologia. A atuação do LNBR neste ano concentra-se nos seguintes temas-chave: químicos renováveis e biomateriais, biocombustíveis e sustentabilidade de biorrenováveis. Estes temas se complementam e compartilham as principais competências adquiridas/desenvolvidas ao longo da existência deste Laboratório nas áreas de Biologia Sintética, Biologia Molecular Estrutural, Bioprocessos, incluindo escalonamento e Avaliações de Tecnologias e de Ecossistemas. A seguir são descritas as linhas de pesquisa e seus projetos associados com os principais resultados deste ano. Os artigos correspondentes aos trabalhos de pesquisa e desenvolvimento *in-house* do LNBR são apresentados no Anexo III, ou apontados em notas de rodapé ao longo do texto.

#### 3.3.1. Programa de Biotecnologia Industrial

Para que o Brasil se posicione entre os líderes mundiais no desenvolvimento econômico sustentável, é necessário que a biotecnologia, como tecnologia habilitadora, promova a competitividade no âmbito da economia circular por meio de um modelo de produção industrial que minimize o impacto no meio ambiente e otimize a utilização de recursos naturais. O Brasil atualmente está mais voltado à utilização do que à produção de biotecnologia industrial e o LNBR atua nesta lacuna com o desenvolvimento de P&D até escala semi-industrial. O Programa de Biotecnologia Industrial tem como foco o desenvolvimento e customização de biocatalisadores e plataformas microbianas de alto desempenho para vários setores estratégicos como: energia/transporte (biocombustíveis),

indústria/materiais (químico de renováveis e biomateriais) e agricultura (bioinsumos). No tema biocombustíveis a ênfase está no desenvolvimento de coquetéis enzimáticos, leveduras e de rotas de produção de etanol celulósico. Na área de químicos renováveis e biomateriais a química sustentável é aplicada principalmente em estudos da lignina macromolecular e solúvel. São também estudadas rotas bioquímicas para hidrocarbonetos renováveis e aplicações da biotecnologia para a agricultura. A aplicação da biotecnologia na agricultura no LNBR visa o aumento da produtividade da biomassa usada para biorrenováveis e o controle de pragas e doenças, a elucidação dos mecanismos biológicos e físicos associados ao estoque de carbono no solo e a redução dos impactos ambientais, em particular gases de efeito estufa. O LNBR possui competências avançadas de Biologia Sintética como: Engenharia Genética, Design de Proteínas e Ciências Ômicas. Visa, além da prospecção e descoberta por métodos avançados de sequenciamento (como “single-cell sequencing” e sequenciamento de 3ª geração “long-read sequencing”), aplicar conhecimentos mecanísticos e metabólicos para o redesenho racional de macromoléculas e sistemas biológicos complexos. Para isso, é utilizado o estado-da arte em Biologia Estrutural com Síncrotron de 4ª geração, experimentos resolvidos no tempo na escala de microsegundos, e sofisticadas técnicas de manipulação genética, além de evolução adaptativa.

#### *Atuação COVID 19*

O LNBR por meio da competência em abordagens ômicas e sua instalação de Sequenciamento de Alta Performance (NGS) atuou na força tarefa do CNPEM, liderada pelo Laboratório Nacional de Biociências (LNBio), dedicada ao reposicionamento de medicamentos para o controle da infecção COVID 19. A estratégia escolhida baseia-se no sequenciamento de RNA (RNA-seq) de células infectadas e/ou tratadas com o fármaco selecionado, buscando compreender os mecanismos da resposta celular o vírus e aos possíveis tratamentos. Para isso, LNBio e LNBR realizaram juntos o processamento das amostras e a análise dos dados ômicos, visando reconstruir o transcriptoma dessas células infectadas e tratadas. Os resultados serão fundamentais para o melhor entendimento da doença e desenvolvimento de medicamentos mais eficazes.

#### *Químicos Renováveis e Biomateriais*

Um dos maiores desafios da economia circular é o aproveitamento máximo dos resíduos agroindustriais e fontes renováveis de materiais, sejam de natureza lignocelulósica ou oleaginosa. Biocombustíveis líquidos, como etanol, biodiesel e bioquerosene, são apenas uma das aplicações primárias desses materiais. Além destes, os resíduos agroindustriais permitem gerar uma miríade de bioprodutos com alto valor agregado (Químicos renováveis e biomateriais), que fazem parte de quase todo produto manufaturado da atualidade – com

aplicações nos setores alimentício, agrícola, bebidas, químico, farmacêutico, cosmético, têxtil, automobilístico e outros. O LNBR tem como desafio a produção de biorrenováveis investigando os fundamentos da desconstrução da biomassa em seus *building blocks* para posterior bioconversão em moléculas de alto valor agregado e intermediários. São estudados todos os aspectos científicos desta cadeia produtiva, desde soluções biotecnológicas para impulsionar a agricultura, desenvolvimento de enzimas e microrganismos para biorrefinarias, escalonamento de processos, até questões de sustentabilidade. Todos esses esforços são compilados nas linhas de pesquisa Plataforma Biológicas e Derivados de Lignina descritas a seguir.

#### *Plataformas Biológicas*

As enzimas e plataformas microbianas são consideradas primordiais para o desenvolvimento da biotecnologia e uma economia sustentável. Atualmente, diversos produtos disponíveis à sociedade (por exemplo, detergentes, roupas, alimentos, bebidas e combustíveis) possuem enzimas ou foram manufaturados a partir de recursos de origem biológica, como microrganismos. A linha de pesquisa Plataformas Biológicas é estruturante para o LNBR e visa entender os mecanismos fundamentais de sistemas biológicos complexos formados por microrganismos e enzimas para atuar na desconstrução, modificação e biossíntese a partir de componentes da biomassa. Além disso, atua no entendimento de microbiomas, mecanismos moleculares e tecnologias sustentáveis para a agricultura. Uma fração significativa das pesquisas do LNBR estão contidas nesta linha de pesquisa. Ela busca elucidar rotas metabólicas, descobrir novos biocatalisadores e desenvolver ferramentas de manipulação genética de microrganismos com potenciais aplicações, a exemplo de fungos filamentosos, leveduras e bactérias. Para isso o LNBR tem concentrado esforços em se posicionar na vanguarda da Biologia Sintética e áreas correlatas – como biologia de sistemas, biologia computacional, engenharia e desenho de proteínas e engenharia metabólica. A seguir a descrição dos esforços deste ano nos temas de desenvolvimento de: plataformas microbianas para aplicações industriais e agrícolas; enzimas para aplicações industriais; rotas bioquímicas para hidrocarbonetos renováveis.

#### *Enzimas para aplicações industriais*

As enzimas estão presentes no processamento ou formulação de uma vasta gama de produtos como por exemplo biocombustíveis, nutrição animal, alimentos, bebidas e detergentes. Também chamadas de biocatalisadores, as enzimas são proteínas que apresentam propriedades catalisadoras, ou seja, elas têm o poder de acelerar em milhares de vezes certas reações bioquímicas e fazem isso de maneira seletiva e altamente

especializada. São componentes vitais na produção de Biorrenováveis, atuando desde a despolimerização da biomassa até a conversão em produtos de valor agregado e biocombustíveis. Os coquetéis enzimáticos são fundamentais para quebrar a lignocelulose em açúcares avançados e lignina que serão fermentados por plataformas microbianas engenheiradas. Um notável esforço no desenvolvimento de linhagens industriais abrange caminhos metabólicos, que são essencialmente um conjunto de enzimas em série, bioquimicamente correlacionadas, para gerar moléculas altamente puras e complexas. O LNBR estabeleceu abordagens chave para a descoberta, compreensão e redesenho de enzimas. A descoberta é baseada em análises ômicas incluindo genômica, transcriptômica, proteômica e metabólica. Isto implica em uma compreensão completa das propriedades funcionais e da divisão estrutural, incluindo itinerários conformacionais das reações catalíticas e determinantes estruturais para o modo de clivagem e a especificidade do substrato. O redesenho depende em grande parte da elucidação mecanística que permite estratégias racionais e orientadas pela estrutura. Em última análise, o LNBR visa criar funções enzimáticas que não estão presentes na natureza para alavancar a geração de novas classes de relevância industrial. Importante ressaltar que as enzimas, em formas de cristais ou mesmo monodispersas em solução, podem ser analisadas em aceleradores de luz síncrotron como Sirius ou microscópios eletrônicos de última geração para determinar sua estrutura tridimensional e correlacionar com as funções. O LNBR é hoje referência nacional no desenho racional de enzimas devido ao conhecimento gerado sobre seus mecanismos de ação, chave para a desconstrução vegetal. Esses conhecimentos vão desde detalhes funcionais da enzima, como padrões de clivagem (corte da molécula em pontos específicos), até a elucidação de sua estrutura atômica.

Um dos grandes desafios para utilização dos componentes da parede celular vegetal é a sua despolimerização, processo ainda não totalmente consolidado e economicamente viável para diversas aplicações industriais. O projeto **“Novas estratégias para a despolimerização de polissacarídeos da parede celular vegetal”**, apoiado pela FAPESP<sup>33</sup>, busca descobrir novas enzimas ativas sobre carboidratos (CAZymes) com potencial de aplicação em processos industriais de relevância nacional, nas áreas de bioenergia, produção de alimentos e setores correlatos. Destaca-se esse ano o estudo publicado na revista *Nature Chemical Biology* que revela novos mecanismos e estratégias para romper polissacarídeos vegetais e gerar subprodutos de interesse, como prebióticos e biocombustíveis. É um trabalho inspirado na biodiversidade molecular dos microrganismos. Sabe-se que bactérias e fungos são capazes de processar os  $\beta$ -glucanos, gerando açúcares fermentescíveis e

---

<sup>33</sup> Temático FAPESP:2015/26982-0. Explorando novas estratégias para a despolimerização de polissacarídeos da parede celular vegetal: da estrutura, função e desenho racional de hidrolases glicosídicas às implicações biológicas e potenciais aplicações biotecnológicas.

moléculas biologicamente ativas. O trabalho focou em entender como acontece esse processo na natureza para que se possa projetar a aplicação desse conhecimento em diversos setores, da saúde à geração de biocombustíveis. Dentre as principais contribuições do trabalho destacam-se a prova de conceito do uso da rede de similaridade de sequências em glicogenômica, a descoberta de um novo mecanismo de reconhecimento de  $\beta$ -1,3-glicanos que pode ajudar no entendimento da arquitetura da parede celular de fungos, a geração de um conjunto de informações estruturais e funcionais mais completo sobre uma família de enzimas ativas sobre  $\beta$ -1,3-glicanos até o momento e o entendimento dos modos de ação com potencial aplicação industrial, como na produção de  $\beta$ -1,3-glicooligosacarídeos de cadeia longa e agentes antifúngicos (Figura 77). Em resenha publicada na editoria News & Views<sup>34</sup> da *Nature Chemical Biology*, seção que comenta os artigos mais relevantes de uma edição da revista, Paul Walton, do departamento de química da Universidade de York, pontuou que o trabalho, além da relevância científica evidenciada pela descoberta de uma nova família de enzimas, foi realizado com equipes multidisciplinares e com a adoção de técnicas diversificadas que resultaram em novos conceitos sobre a despolimerização de  $\beta$ -glicanos, encerrando o texto dizendo que não se pode “deixar de notar o equilíbrio de gênero dos co-autores do trabalho – algo do qual a equipe pode e deve se orgulhar”.

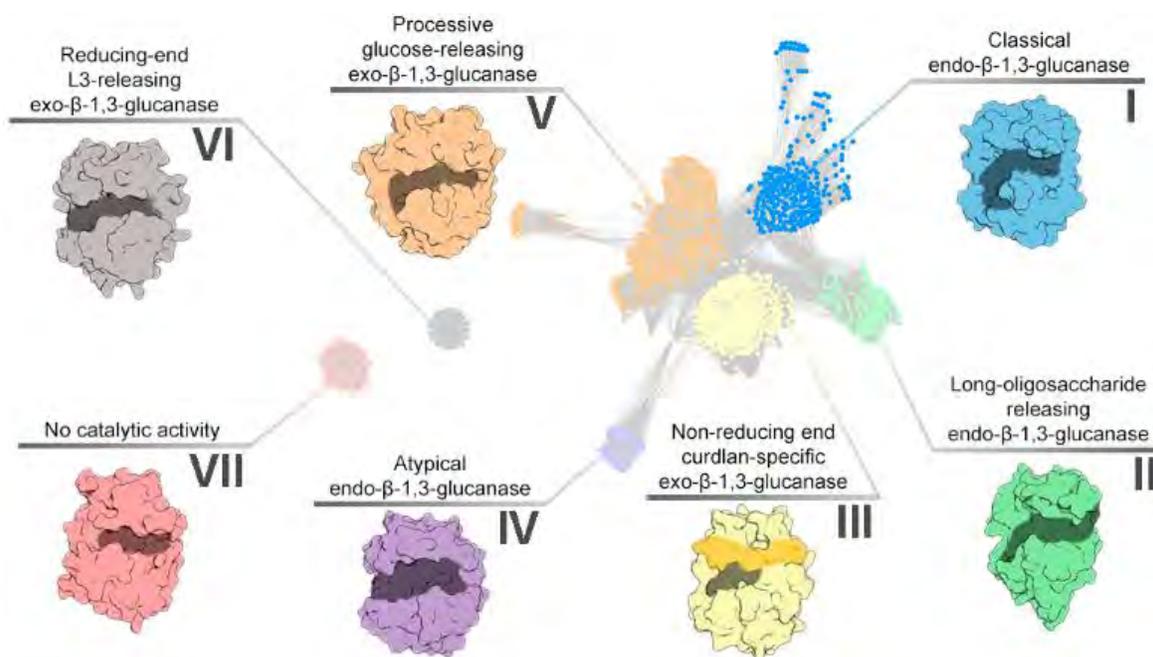


Figura 77. Reconhecimento e clivagem de  $\beta$ -1,3-glicanos pela família GH128. Nessa figura é apresentada a separação da família em subgrupos e as diferentes estratégias moleculares para o modo de ação empregados pelas enzimas de cada grupo.

<sup>34</sup> <https://www.nature.com/articles/s41589-020-0585-y>

Também este ano foi depositada a patente<sup>35</sup> relacionada a esse projeto que trata do uso de uma enzima para a degradação de polietileno tereftalato (PET) e polímeros plásticos relacionados. Resíduos de plástico são hoje grande fonte de impactos ao meio ambiente, sendo um desafio à economia circular o seu aproveitamento. Uma nova classe enzimática, além de ser ativa sobre polissacarídeos vegetais, demonstrou ser ativa sobre plásticos, tendo um grande potencial sinérgico com as clássicas PETases. Metodologias como microscopia de força atômica (MFA) e espectroscopia de fotoelétrons excitados por raios X (*X-ray photoelectron spectroscopy* ou XPS) detectaram alterações na morfologia e na composição química superficial do PET encontrado em garrafas de líquidos quando tratados com essa nova classe de enzimas. As condições brandas de temperatura empregadas durante a reação favorecem a aplicação dessas enzimas no auxílio a enzimas canônicas (PETases) para desconstrução de plásticos favorecendo a economia circular do PET.

Com relação à prospecção de novas enzimas ativas em Carboidratos (CAZymes), o LNBR também está desenvolvendo, com apoio de CNPq<sup>36</sup> e FAPESP<sup>37</sup>, o estudo **“Abordagens multi-ômicas e in silico para descoberta de enzimas para despolimerização da parede celular vegetal”**. O estudo investiga o microbioma intestinal de capivaras, maior roedor conhecido que habita desde a região do Pantanal até a bacia Amazônica, e se alimenta exclusivamente de gramíneas e plantas aquáticas. As comunidades microbianas presentes no trato digestivo de herbívoros são consideradas excelentes fontes de enzimas para desconstrução de biomassa. Para acessar esse potencial genético ainda inexplorado, foram realizadas análises integradas multi-ômicas por meio do sequenciamento em larga escala de amostras de DNA (metagenômica) e RNA (metatranscriptômica) e análises de metabólitos (metabolômica) combinados com estudos detalhados de enzimologia estrutural. Neste ano foram elucidados os sistemas enzimáticos, muito eficientes, empregados pela comunidade microbiana intestinal da capivara para a conversão de fibras presentes na dieta em moléculas utilizadas como fonte de energia para o animal. Duas novas famílias de CAZymes foram descobertas, uma nova família de hidrolases glicosídicas com atividade de  $\beta$ -galactosidase e um novo módulo de ligação à carboidratos envolvidos no reconhecimento de xilanos. As enzimas descobertas nesse trabalho podem ser aplicadas para a transformação de biomassa em bioprodutos, bem como aplicadas na indústria

---

<sup>35</sup> Patente: BR 10 2020 009936 1. Novo uso de monooxigenases líticas de polissacarídeos, composição enzimática contendo-as e método de degradação de polímeros plásticos.

<sup>36</sup> CNPq Universal. Abordagens in silico para análises multi-ômicas de comunidades microbianas visando explorar novas estratégias de desconstrução de biomassa lignocelulósica.

<sup>37</sup> Temático FAPESP:2015/26982-0.

alimentícia e de bebidas, visando impulsionar a transição para uma economia mais sustentável.

Os biocombustíveis a partir de resíduos de cana-de-açúcar requerem leveduras para metabolizar pentoses de xilose e para operar em condições suaves. Este é um desafio à conversão enzimática da xilose em xilulose que pode ser enfrentada por mudanças reversíveis de configurações enzimáticas. O trabalho **“Estudos de obtenção e utilização de C5 aplicados a engenharia evolutiva a partir da ação de xilose isomerase e a bioprospecção de microrganismos extremófilos”** relata este ano duas novas e únicas isomerases com substituições na sequência primária que constituem a interface catalítica e a preferência pela isomerização em condições mais brandas, que são mais compatíveis com o processo fermentativo das leveduras. O entendimento molecular dessas enzimas pode contribuir para a customização dos processos de fermentação.

Outro destaque relacionado a enzimas para aplicações industriais e abordagem computacional é o estudo **“Substrate and Product-Assisted Catalysis: Molecular Aspects behind Structural Switches along Organic Hydroperoxide Resistance Protein Catalytic Cycle”**. A combinação de simulações quânticas e clássicas de enzimas elucidadas por difração de raios X podem promover a compreensão sem precedentes da biocatálise. Neste trabalho usando esta abordagem no estado-da-arte e ainda em desenvolvimento foi possível desvendar novos detalhes mecanísticos sobre a resposta de oxidação das células bacterianas, que podem auxiliar no desenvolvimento de plataformas microbianas avançadas e de inibidores com potencial terapêutico.

Destaca-se este ano no tema de enzimas para aplicações industriais a segunda colocação na premiação do **Falling Walls Lab Brazil 2020**<sup>38</sup> da pesquisadora Mariana Morais. O concurso elegeu as ideias mais transformadoras de 2020 no país. Mariana foi um dos 100 finalistas globais na categoria **Emerging Talents**. Sua ideia propôs o estudo das etapas de uma reação enzimática por meio de simulações computacionais quânticas para criar enzimas com novas funções para serem aplicadas na indústria.

---

<sup>38</sup> O Falling Walls Lab Brazil 2020 foi organizado pelo Centro Alemão de Ciência e Inovação (DWIH) São Paulo em parceria com a FWF, o DAAD, o Ministério Federal das Relações Exteriores da Alemanha, a Euraxess Brazil e a agência Inova Unicamp. <https://agencia.fapesp.br/falling-walls-lab-brazil-2020-seleciona-ideias-brasileiras-para-competicao-internacional/34213/#:~:text=A%20etapa%20brasileira%2C%20que%20elegeu,promotora%20do%20evento%20no%20Brasil>

### Plataformas microbianas para aplicações industriais

O projeto e o desenvolvimento de biofábricas robustas e eficientes são os principais componentes das biorrefinarias à base de lignocelulose. O metabolismo microbiano pode ser redesenhado, criando plataformas eficientes para converter açúcares derivados de biomassa em produtos químicos e biocombustíveis de alto valor agregado, substituindo os derivados petroquímicos. Além da descoberta e elucidação de novos caminhos metabólicos, o uso da engenharia biológica para aumentar a tolerância microbiana para enfrentar condições extremas em processos industriais é essencial para desenvolver tecnologias industrialmente relevantes. O LNBR integra abordagens interdisciplinares para projetar a próxima geração de plataformas microbianas, fazendo interface com o projeto de modelos metabólicos em escala de genoma, biologia sintética, métodos de engenharia genética e evolutiva, biologia de sistemas e abordagens multi-ômicas. A exploração de novas rotas metabólicas permite o redesenho racional da fisiologia microbiana e o desenvolvimento de cepas de alto desempenho, ampliando o portfólio de produtos que podem ser obtidos biologicamente. Além disso, a conexão com a planta piloto do LNBR permite o escalonamento das plataformas biológicas e o desenvolvimento de um processo de produção em escala industrial relevante.

O desenvolvimento de plataformas microbianas envolve também estudos sobre componentes que podem interferir negativamente na atuação dos microrganismos. O processo de liberação dos açúcares da biomassa lignocelulósica e consequente conversão em biocombustíveis e bioquímicos libera uma série de moléculas inibitórias que afetam o crescimento do microrganismo. Compostos fenólicos são gerados a partir da lignina e podem causar perda de integridade da parede celular da levedura, acidificação do pH intracelular, estresse oxidativo, entre outros efeitos que impactam o crescimento e ameaçam a sobrevivência do microrganismo. O estudo **“Arquitetura e biossíntese da parede celular da levedura na presença de compostos fenólicos”** isolou este ano fração de inibidores fenólicos a fim de determinar os efeitos específicos que essa classe de compostos causa na levedura. Atualmente estão sendo investigados mecanismos moleculares relacionados a adaptação a esses compostos através de abordagem multi-ômicas. Alterações estruturais na topologia e arquitetura da parede celular estão sendo investigadas com o auxílio de microscopia de força atômica, permitindo uma compreensão mais profunda dos danos físicos causados por essa classe de inibidores.

Outro interesse do LNBR no desenvolvimento de plataformas microbianas está relacionado a produção de ácido mucônico. Este ácido possui grande potencial para ser empregado como intermediário na manufatura de uma ampla variedade de plásticos atualmente

produzidos pela indústria petroquímica, como o polietileno tereftálico (PET) e o nylon-6,6, bem como de novas moléculas que podem gerar polímeros com propriedades novas e avançadas e que não poderiam ser sintetizados efetivamente a partir de componentes de origem fóssil. É crescente o interesse mundial por bioprocessos robustos e eficientes que permitam a produção de ácido mucônico em larga escala. Neste sentido, o estudo **“Bio-produção de ácido mucônico: plataformas microbianas para o desenvolvimento de uma bioeconomia sustentável”** dedica esforços em construir e otimizar microrganismos capazes de produzir ácido mucônico a partir de bioprocessos economicamente viáveis e ambientalmente corretos, utilizando substratos baratos e renováveis, como açúcares e derivados aromáticos de lignina gerados nos processos de desconstrução de materiais lignocelulósicos e outros resíduos agroindustriais. Este ano modelos metabólicos em escala genômica foram utilizados para selecionar racionalmente a rota metabólica mais promissora para biossíntese do ácido mucônico e guiar as modificações genéticas a serem implementadas no microrganismo “chassi”, possibilitando a reprogramação das vias metabólicas existentes. Esses estudos iniciais *in silico* servirão de base para as etapas de engenharia metabólica, na qual o LNBR empregará técnicas avançadas de biologia sintética, prospecção de enzimas mais eficientes e abordagens multi-ômicas para caracterizar e otimizar nossas plataformas microbianas super-produtoras de ácido mucônico.

#### Plataformas microbianas para aplicações agrícolas

O foco do desenvolvimento de plataformas microbianas para aplicações agrícolas é a descoberta de novas moléculas bioativas e microrganismos que atuem na promoção do crescimento e da saúde das plantas, com potencial uso no desenvolvimento de bioprodutos de baixo carbono em substituição aos produtos de base fóssil. Para investigar como os microrganismos podem promover uma agricultura sustentável, os estudos no LNBR aplicam uma abordagem multi-disciplinar, incluindo análises multi-ômicas, técnicas isotópicas e radiação sincrotron.

Nesse cenário, vários microrganismos podem aumentar a sanidade e produtividade vegetal através de uma variedade de mecanismos. Um deles é através da produção de compostos orgânicos voláteis (COVs), pequenas moléculas sinalizadoras que facilmente se encontram na forma gasosa em temperatura ambiente, e que podem atuar no crescimento vegetal e como antagonista de fitopatógenos. Nessa temática, destacam-se os resultados associados ao estudo **“Identificação e uso de voláteis bacterianos contra patógenos da cana-de-açúcar”**, financiado pela FAPESP<sup>39</sup>. No ano anterior foram selecionados isolados de bactérias

---

<sup>39</sup> FAPESP: 2017/24395-5. Identificação e uso de voláteis bacterianos contra patógenos da cana-de-açúcar.

que inibem, por meio dos COVs, em até 90% o crescimento de diversos fitopatógenos da cana-de-açúcar, sendo, portanto, promissores microrganismos para desenvolvimento de bioprodutos. Este ano foi realizada a identificação destas moléculas sinalizadoras que inibem fitopatógenos, bem como na compreensão dos mecanismos pelos quais estes compostos modulam o metabolismo do organismo alvo. Observou-se que o volatiloma dos melhores isolados depende do meio de cultivo, ou seja, dependendo dos nutrientes disponíveis, um dado isolado microbiano irá ou não produzir um dado volátil. Além do meio de cultura, observou-se também que diferentes isolados produzem conjuntos de voláteis distintos, mesmo quando crescidos no mesmo meio de cultura. Isso provavelmente se deve por diferenças em suas vias metabólicas, já que eles são de espécies distintas. Foi também comprovado que cerca de quinze COVs (dentro os testados) podem inibir o crescimento dos fitopatógenos, e que a inibição depende da concentração do composto. Na Figura 78. percebe-se que quanto maior a concentração do composto, menor é o crescimento do fitopatógeno, mas que não há inibição na menor concentração avaliada (5µM). Este caso mostra o efeito antagonista destes metabólitos em um fungo que causa doença na cana-de-açúcar. Por fim, para entender como os COVs atuam, foram realizadas análises moleculares da expressão gênica global do fungo, crescido na presença e na ausência de COV. Foi possível perceber que o fungo, quando em contato com o COV, hipo-expressa diversos genes relacionados ao metabolismo central e obtenção de energia, o que pode justificar seu menor crescimento nesta condição. Este estudo também foi destaque em reportagem no programa Brasil Rural da EBC.<sup>40</sup>

---

40

<https://radios.ebc.com.br/brasil-rural/2020/02/pesquisa-usa-bacterias-para-estimular-o-crescimento-de-plantas>

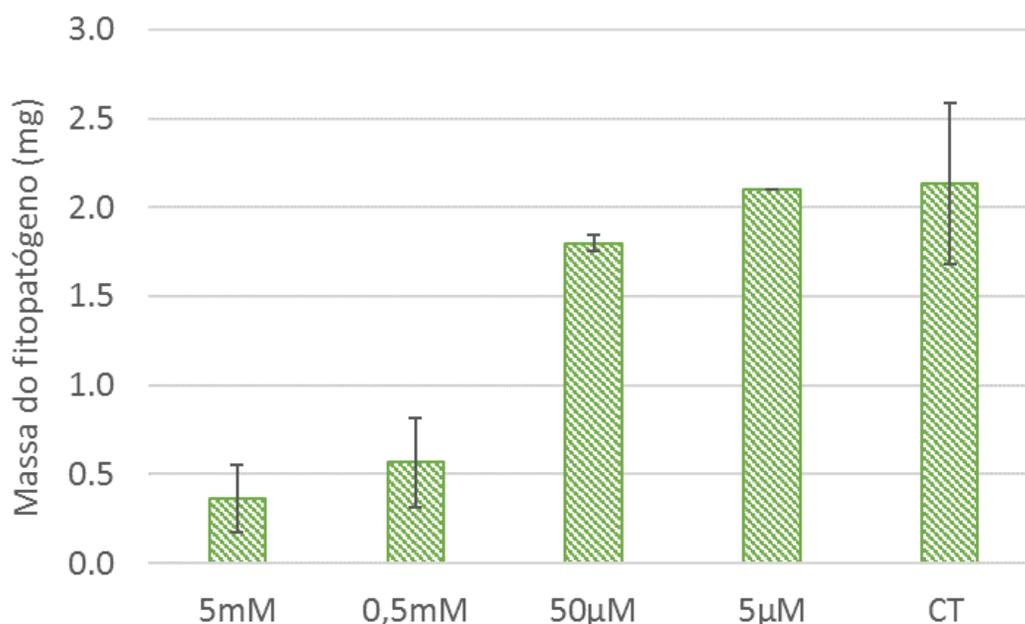


Figura 78. Efeito antagonista de um COV no crescimento de um dos fitopatógenos estudados. Quanto maior a concentração do composto (eixo x), menor é o crescimento do fitopatógeno (eixo y). CT: crescimento do fungo sem COV.

#### Desenvolvimento de rotas bioquímicas para hidrocarbonetos renováveis

O conceito de plataformas biológicas também é utilizado no LNBR para descobrir, desenvolver e customizar tipos diferentes de enzimas para disponibilizar uma estratégia biotecnológica para a produção de hidrocarbonetos renováveis. Hidrocarbonetos renováveis são cadeias médias e longas de alcenos e alcanos, que podem ser oriundos de diferentes tipos de biomassas (por exemplo, lignocelulósica e óleos vegetais). Estes compostos possuem características físicas e químicas muito semelhantes às do petróleo, o que permite serem utilizados na produção de biocombustíveis (diesel verde e bioquerosene de aviação), plásticos, lubrificantes sustentáveis, dentre outros biomateriais e, portanto, são denominados compostos *drop-in*. Uma das estratégias mais utilizadas para a produção de hidrocarbonetos renováveis é por meio da conversão química, a qual utiliza altas temperaturas e pressões, metais pesados, além de grande quantidade de hidrogênio. O grande entrave na produção desses compostos é a presença de intermediários oxigenados proveniente das biomassas. Uma alternativa promissora para esse problema é o uso de rotas bioquímicas baseadas em microrganismos engenheirados com enzimas altamente eficientes e específicas que são capazes de remover o oxigênio de cadeias longas de ácidos graxos. A rota bioquímica, ao possibilitar que o oxigênio seja removido enzimaticamente, também permite a produção mais limpa e sustentável de hidrocarbonetos renováveis.

Relacionado a essa temática, o LNBR tem dedicado esforços para o desenvolvimento de enzimas para síntese e modificação de hidrocarbonetos. No âmbito do estudo apoiado pela FAPESP<sup>41</sup> **“Obtenção e investigação de enzimas para a produção de hidrocarbonetos”** o destaque deste ano foi a caracterização de uma nova enzima oxidativa da superfamília P450. A enzima, uma peroxigenase, possui atividade em substratos saturados e insaturados com cadeia de doze a vinte carbonos (C12 a C20). Dada a relevância da enzima descoberta na obtenção de alcenos monoinsaturados úteis na obtenção de bioprodutos foi depositada uma patente<sup>42</sup> que descreve um método enzimático de produção. Outra patente depositada<sup>43</sup> trata da conversão de óleo de macaúba utilizando uma lipase isolada do fungo termofílico *Rasamsonia emersonii* (ReLip), com alta tolerância a metanol, altas temperaturas e meios ácidos. A Macaúba é uma planta altamente produtora de óleo, que apresenta um elevado conteúdo de ácidos graxos, sendo uma matéria-prima promissora para a produção de biocombustível. As rotas químicas de produção atuais são dispendiosas e complexas, envolvendo condições industriais muito duras. A rota enzimática com a lipase da patente apresenta perfil de atividade no pH ácido, em altas temperaturas e é ativa na presença de álcoois de cadeia curta sendo promissora na produção de biocombustíveis e outros bioprodutos, como por exemplo, polímeros, lubrificantes, aditivos para cosméticos.

#### Derivados de Lignina

Esta linha de pesquisa visa a valorização da lignina, que é um dos três principais componentes macromoleculares da biomassa lignocelulósica e, por isso, a principal fonte renovável de compostos aromáticos. Nas biorrefinarias que processam a biomassa, lignina é usualmente um composto de menor valor usado como combustível. Produtos como fragrâncias, solventes e plásticos podem ser produzidos a partir de químicos obtidos de lignina. Portanto, é promissor o uso da lignina para produção de químicos aromáticos de maior valor agregado, visto que esse uso aumenta as receitas das biorrefinarias, permite substituir por equivalentes renováveis os produtos químicos aromáticos hoje derivados do petróleo, e ainda cria oportunidades para obtenção de novas moléculas com vantagens funcionais em relação aos petroquímicos atuais. Apesar das particularidades de cada bioquímico derivado da lignina, existem desafios comuns como a compreensão dos mecanismos de despolimerização da lignina macromolecular e a conversão (afunilamento)

---

<sup>41</sup> FAPESP: 2019/08855-1. Novos mecanismos de P450: uma estratégia enzimática para a produção de hidrocarbonetos renováveis.

<sup>42</sup> Patente: BR 10 2020 016004 4. Método enzimático para preparar um alceno monoinsaturado.

<sup>43</sup> Patente: BR 10 2020 023537 0. Uso de lipase fúngica para conversão de óleo de Macaúba e método.

da diversidade de fragmentos de lignina despolimerizada em um único composto alvo. O LNBR atua em parceria com outros Laboratórios Nacionais do CNPEM, empregando ferramentas de biologia sintética, química molecular, radiação síncrotron e instrumentação de larga escala na planta piloto para o desenvolvimento de bioquímicos derivados de lignina.

Nessa temática, destacam-se os resultados associados ao estudo “Modificação biológica de fragmentos de lignina na obtenção de compostos fenólicos”, financiado pela FAPESP44 e CAPES45. Em 2020, foi estudada a adição de estabilizadores moleculares na etapa de fracionamento da lignina, visando preservar as ligações nativas que são mais reativas e suscetíveis a posterior despolimerização. Nos estudos de despolimerização da lignina, foi investigada a despolimerização hidrotérmica, que produz bio-óleo de lignina conforme esquematizado na Figura 79.

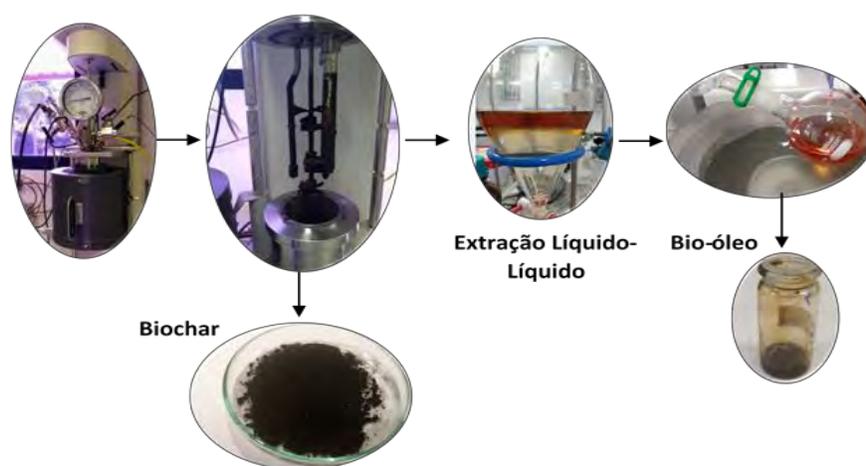


Figura 79. Esquema da despolimerização hidrotérmica realizada como etapa anterior à conversão biológica

Importante destacar que os estudos de despolimerização de lignina vêm requerendo desenvolvimento de novas metodologias analíticas. Significativos avanços metodológicos foram desenvolvidos no estudo **“Hidrolisado hemicelulósico: destoxificação, caracterização dos compostos fenólicos e avaliação do processo fermentativo para produção de E2G”**. O estudo teve como objetivo investigar o processo de destoxificação do hidrolisado hemicelulósico, obtido após o pré-tratamento do bagaço de cana-de-açúcar, visando a extração dos ácidos orgânicos, aldeídos furânicos e compostos fenólicos que são sub-produtos formados durante o processo. Foram utilizadas infraestrutura do LNBio e

<sup>44</sup> FAPESP 2019/22213-2: Modificação biológica de fragmentos de lignina na obtenção de compostos fenólicos.

<sup>45</sup> Bolsa PCI CAPES/CNPEM.

LNBR para determinar concentrações dos principais compostos aromáticos, seus grupos funcionais, ramificações e faixas de massa molar. Esses avanços analíticos seguem sendo aprimorados com vistas a consolidar metodologias para analisar vasta gama de intermediários aromáticos gerados na despolimerização de lignina. Essa gama de compostos aromáticos intermediários pode ser posteriormente convertida a moléculas de interesse usando plataforma microbiana, dentro do conceito de funil biológico.

O conceito de funil biológico é a base do estudo apoiado pela FAPESP<sup>46</sup> **“Investigação das rotas metabólicas utilizadas por *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* para a utilização de compostos aromáticos derivados da lignina”**. O uso da lignina como insumo para produção de bioquímicos envolve várias etapas e desafios. Sua despolimerização, por exemplo, resulta numa mistura contendo dezenas a centenas de moléculas aromáticas diferentes, cada qual presente em baixas concentrações. Para se transformar essa mistura complexa num produto definido, uma estratégia promissora envolve o uso de microrganismos capazes de converter moléculas aromáticas diferentes em metabólitos centrais, um processo conhecido como afunilamento biológico. Bactérias do gênero *Xanthomonas* apresentam essa capacidade, porém os mecanismos moleculares que elas utilizam para esse fim são pouco conhecidos. Assim, o objetivo desse estudo é desvendar alguns desses mecanismos usando uma abordagem integrativa e multidisciplinar que envolve bioinformática, engenharia genética, enzimologia, biologia estrutural, e sequenciamento de RNA em larga-escala. Neste ano o estudo conseguiu demonstrar o crescimento da bactéria *Xanthomonas citri* numa mistura complexa de moléculas aromáticas oriundas da despolimerização da lignina (Figura 80). Usando ferramentas de bioinformática, descobriu-se em *X. citri* uma via metabólica ainda não caracterizada, que aparentemente está envolvida no metabolismo de algumas dessas moléculas. Os genes que codificam as duas enzimas dessa via foram clonados e as enzimas produzidas e purificadas para estudos bioquímicos e estruturais. Uma delas mostrou ser multifuncional, convertendo pelo menos três tipos diferentes de aldeídos aromáticos em ácidos aromáticos amplamente usados nos setores farmacêutico, alimentício e com potencial aplicação na síntese de bioplásticos. A outra enzima foi cristalizada e dados de

---

<sup>46</sup> FAPESP: 2019/06921-7. Investigação das rotas metabólicas utilizadas por *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* para a utilização de compostos aromáticos derivados da lignina.

difração de raios X foram coletados na recém inaugurada linha de luz MANACÁ do SIRIUS, abrindo caminho para a descoberta dos determinantes estruturais que regem sua função.

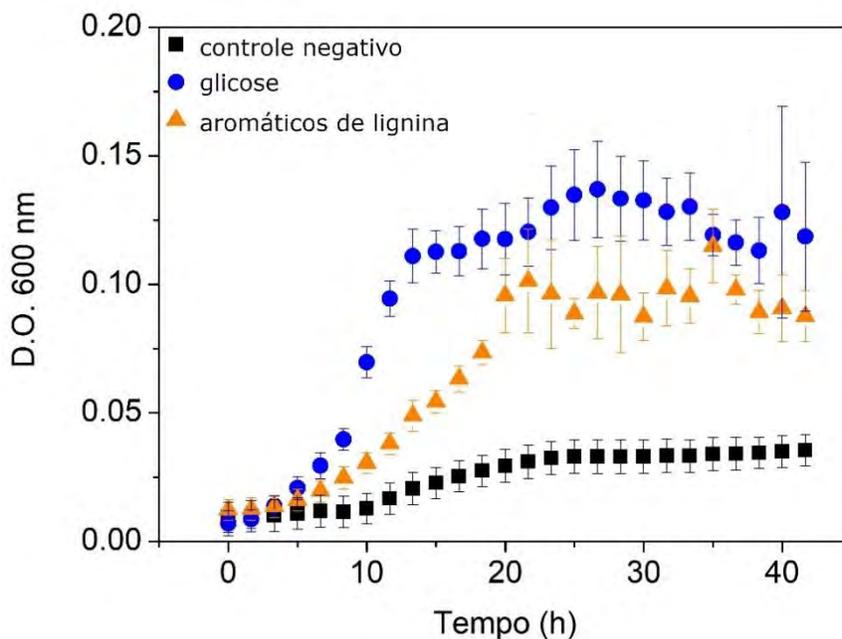


Figura 80. Curva de crescimento de *X. citri* mostrando sua capacidade de conversão de moléculas derivadas da lignina. O crescimento foi monitorado em placa de 96 poços e por isso as leituras de D.O. 600 nm (densidade ótica) são menores do que o observado em ensaios de maior escala.

### Biocombustíveis

Os biocombustíveis têm papel central na substituição de combustíveis fósseis nas matrizes energéticas de transporte e, conseqüentemente, na mitigação da emissão dos gases de efeito estufa. O Brasil é reconhecido mundialmente pela sua matriz energética renovável e pelo pioneirismo no desenvolvimento de bioetanol. Nesse sentido, o LNBR tem focado parte de suas atividades para o desenvolvimento de novas tecnologias de aproveitamento de matérias-primas e resíduos provenientes de fontes renováveis, como a biomassa, com vistas a geração de biocombustíveis líquidos.

### Etanol

Esta linha de pesquisa visa o desenvolvimento de tecnologias de produção de bioetanol. O bioetanol a partir do caldo da cana-de-açúcar é um biocombustível avançado devido ao seu baixo índice de emissões de gases de efeito estufa, quando comparado à gasolina, além de apresentar custo competitivo e de possuir mercado consolidado no Brasil. Os biocombustíveis sustentáveis são importantes para a descarbonização do transporte

rodoviário de veículos leves. Considerando o aproveitamento de palha e bagaço de cana-de-açúcar para geração do etanol celulósico, é possível aumentar em até 50% a produção de etanol no País, com redução de até 30% nos impactos ambientais. Entretanto, isto requer o desenvolvimento de novas tecnologias. Neste contexto, o LNBR tem atuado em grandes gargalos do setor no País. A ênfase é no desenvolvimento de coquetéis enzimáticos, leveduras e de rotas de produção de etanol celulósico, que podem ser divididos em três elementos centrais: a produção de enzimas, a sacarificação e a fermentação.

#### Estratégias físico-químicas de modificação da biomassa lignocelulósica

O pré-tratamento da biomassa – etapa fundamental para obtenção de etanol celulósico – busca alterar as propriedades físicas e químicas da biomassa para aumentar a acessibilidade dos agentes químicos e biológicos a ela, impactando diretamente o processo de sacarificação (liberação de açúcares para a fermentação posterior). O pré-tratamento hidrotérmico é considerado uma das tecnologias mais promissoras para a produção de etanol celulósico. O trabalho **“Engineering aspects of hydrothermal pretreatment: From batch to continuous operation, scale-up and pilot reactor under biorefinery concept”** é uma revisão realizada por pesquisadores de vários países<sup>47</sup>, incluindo do LNBR, e fornece informações abrangentes sobre pré-tratamento hidrotérmico, incluindo desempenho em escala semi-industrial (planta piloto LNBR) além de discutir o projeto de processo integrado.

Outros produtos, além de açúcares, são liberados na etapa de pré-tratamento da biomassa e o trabalho **“Processo de separar compostos aromáticos de hidrolisado hemicelulósico”** abordou esse tema e gerou um depósito de patente esse ano. Trata-se de um processo de obtenção de compostos aromáticos a partir de resíduos agroindustriais, tais como bagaço de cana-de-açúcar, resíduos de palma (dendê), palha de milho, trigo, arroz e casca de frutas, utilizando-se membranas semipermeáveis. O produto obtido no processo descrito encontra aplicação particularmente vantajosa na produção de compósitos foto-protetores, apresentando características de absorção na região de UV (ultravioleta). Outras aplicações tornadas viáveis a partir do produto obtido pelo presente processo é a produção de antioxidantes e imunomoduladores.

Para aumentar a eficiência e a eficácia dos processos biotecnológicos usados na produção do etanol celulósico é preciso conhecer a estrutura da biomassa. Nessa temática o LNBR colabora com o **INCT Bioetanol**<sup>48</sup> e esse ano aprofundou o conhecimento sobre os componentes inorgânicos da biomassa. A biomassa de cana-de-açúcar contém diversos

---

<sup>47</sup> Brasil, China, Dinamarca, Espanha, México, Portugal e Uruguai.

<sup>48</sup> O INCT é co-financiado por CNPq, CAPES e FAPESP.

componentes inorgânicos, presentes principalmente na palha e bagaço, que impactam o uso da biomassa para geração de energia e processamento em biorrefinarias. Os inorgânicos são responsáveis por incrustações e corrosão nas caldeiras. A introdução de novas tecnologias como recolhimento de palha de cana-de-açúcar e processamento de bagaço e palha para etanol celulósico têm destacado a importância do apropriado entendimento técnico-científico desses componentes inorgânicos. Nesse sentido, o estudo “**Imageamento multimodal dos componentes inorgânicos intrínsecos e extrínsecos do bagaço e da palha de cana-de-açúcar**”, avança no entendimento dos inorgânicos da biomassa, usando para isso técnicas de imagem com luz síncrotron e microscopia eletrônica. Neste ano foi realizado um extenso estudo que detalha os inorgânicos: origens, contexto agroindustrial e importância nos processos de bioenergia e biorrefino. A Figura 81 sintetiza a classificação discutida no trabalho. É importante destacar que esse trabalho consolida entendimentos que foram construídos ao longo dos anos no LNBR, incluindo projetos em parcerias com empresas. O trabalho será útil no desenho de novos processos de bioenergia e biorrefino que utilizem a biomassa de cana-de-açúcar, servindo de base também para entendimento de outros resíduos agrícolas e gramíneas energéticas.

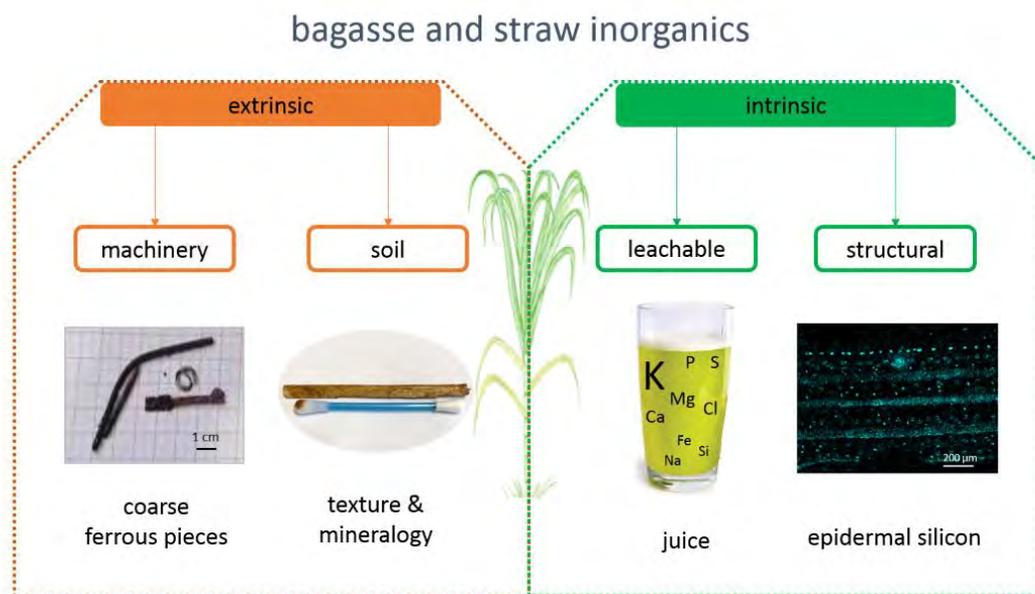


Figura 81. Classificação de inorgânicos presentes no bagaço e na palha de cana-de-açúcar.

#### Desenvolvimento de plataformas biológicas para etanol celulósico

A eficiência da sacarificação enzimática depende de múltiplos fatores relacionados à natureza e composição da biomassa, ao tipo de pré-tratamento e as propriedades funcionais das enzimas. Assim, a obtenção de uma sacarificação eficiente requer o desenvolvimento

de coquetéis enzimáticos customizados com enzimas específicas para cada biomassa e tipo de pré-tratamento. As tecnologias de produção de coquetéis enzimáticos, embora inexistentes no País, são estratégicas para viabilizar a produção de etanol celulósico. Para tanto, o LNBR tem dedicado esforços extensivos para desenvolver uma plataforma microbiana para a produção de celulase para reduzir o custo da produção de etanol celulósico com tecnologia brasileira validada em condições de operação industrial e que emprega o projeto racional de uma cepa de domínio público. O estudo **“Desenvolvimento de novas plataformas enzimáticas visando a produção de biocombustíveis”** emprega uma abordagem interdisciplinar, que abrange desde a biologia molecular até avaliação técnicoeconômica. Neste ano acrescentou-se a duas patentes já depositadas, uma publicação internacional dos resultados do coquetel enzimático para produção de etanol celulósico. Também recebeu destaque em grandes veículos de comunicação como Folha de São Paulo, Valor Econômico e portal FAPESP<sup>49</sup>. A tecnologia se encontra em fase final de escalonamento em planta piloto, superou as etapas de análise tecnoeconômicas e ambientais, já com empresa interessada no licenciamento das patentes. Escalonamento em planta piloto é a última fase antes de tecnologia chegar à escala comercial, estima-se dois anos para se alcançar esse objetivo. Além da alta concentração de enzimas por grama/litro, o coquetel produzido pelo fungo geneticamente modificado do LNBR também apresentou eficiência de sacarificação semelhante à de um coquetel comercial. A plataforma foi concebida de forma que fosse totalmente integrável as usinas sucroalcooleiras do país, sem custo de *downstream*, transporte e armazenamento. Este fungo é capaz de produzir todas as enzimas necessárias para a hidrólise enzimática, visto que uso combinado de distintas fontes produtoras de enzimas tem se mostrado impraticável na realidade industrial. O trabalho representa um avanço significativo neste campo de pesquisa, o que deverá pautar estudos futuros relacionados à produção de enzimas com este fungo e, possivelmente, impactar também o setor de produção industrial de enzimas.

Novas soluções para a produção dos biocombustíveis a partir de resíduos de cana de açúcar podem vir de ambientes inesperados, como o marinho. O trabalho **“Aplicação de enzimas celulolíticas em processo de Sacarificação e Fermentação Simultâneos (SSF)”** demonstrou o potencial de uso de uma enzima  $\beta$ -glicosidase (GH1) marinha, identificada racionalmente, na produção de etanol celulósico onde há sacarificação e fermentação simultâneas. A

---

<sup>49</sup> Valor Econômico: <https://valor.globo.com/agronegocios/noticia/2020/06/17/novo-impulso-ao-etanol-celulosico-no-pais.ghtml>

Folha de São Paulo: [https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2020/07/tecnologia-brasileira-produz-etanol-a-partir-do-bagaco-da-cana.shtml?utm\\_source=whatsapp&utm\\_medium=social&utm\\_campaign=compwa](https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2020/07/tecnologia-brasileira-produz-etanol-a-partir-do-bagaco-da-cana.shtml?utm_source=whatsapp&utm_medium=social&utm_campaign=compwa)

FAPESP: <https://agencia.fapesp.br/coquetel-enzimatico-desenvolvido-no-brasil-potencializa-producao-de-etanol-de-segunda-geracao/34318>

enzima, com atividade em celo-oligossacarídeo, demonstrou alta eficiência em temperaturas mais brandas e, juntamente com leveduras industriais, pode reduzir custos do processo, já que as etapas de hidrólise e fermentação poderiam ocorrer no mesmo reator. A Figura 82 mostra a capacidade da enzima (EmBgl) na conversão em glicose e a compatibilidade de seu sítio ativo com os celo-oligossacarídeos. Esse estudo demonstra o potencial da enzima e da SSF em processos biotecnológicos industriais que envolvam desconstrução de material lignocelulósico, como a produção de etanol celulósico. Também gerou um depósito de patente<sup>50</sup> em conjunto com a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

---

<sup>50</sup> Patente: BR 10 2020 011122 1. Coquetel enzimático contendo  $\beta$ -glicosidase,  $\beta$ -xylosidase e xilose isomerase immobilizadas em nanopartículas magnéticas de ferroxita (d-FeOOH) e seu uso no processo de fermentação.

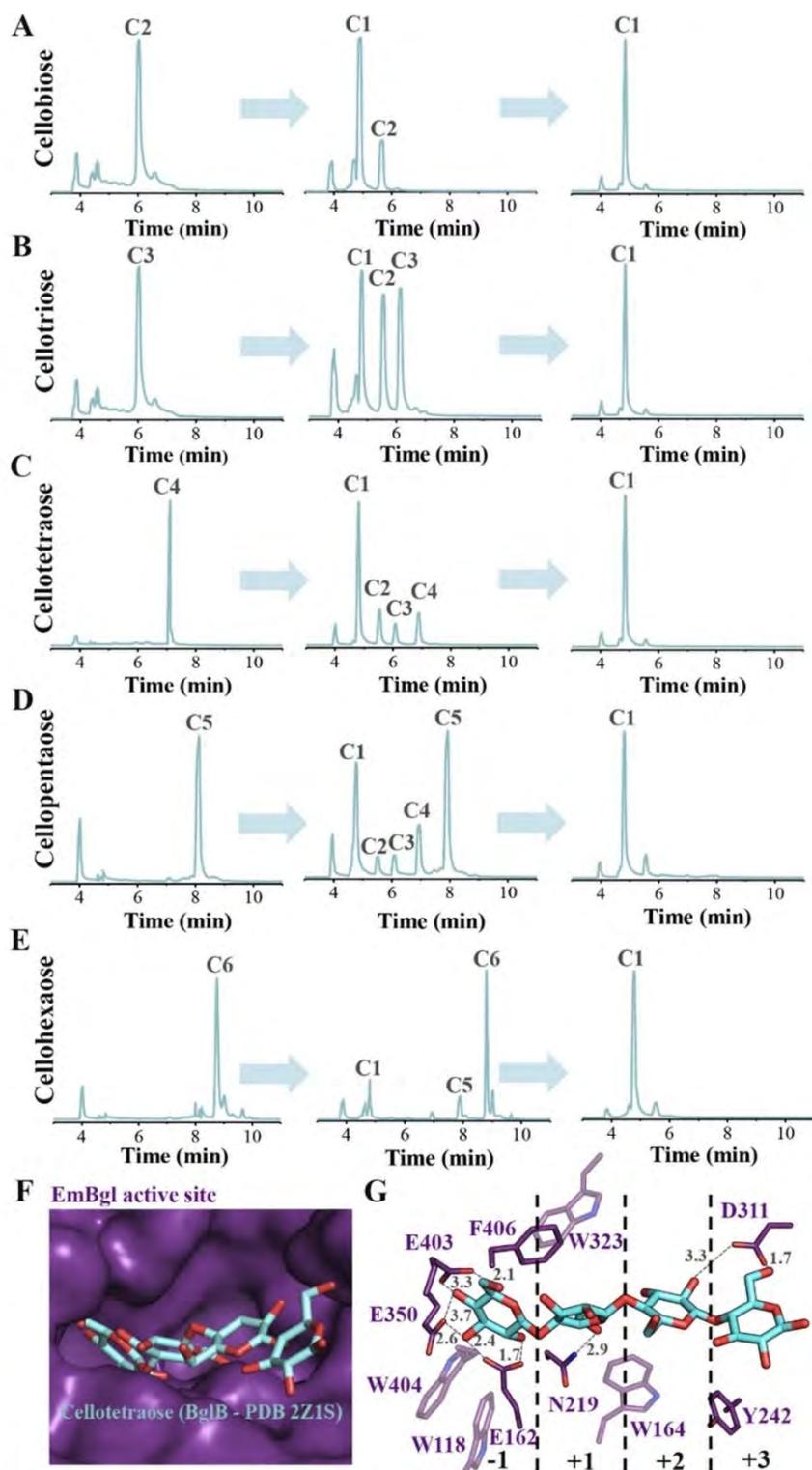


Figura 82. Imagens A, B, C, D, E mostram a enzima (EmBgl) convertendo celo-oligossacarídeos de tamanhos C2 a C6 em glicose (C1). Imagens F e G mostram a compatibilidade da topologia do sítio ativo da enzima com celo-oligossacarídeos e as interações que podem ocorrer com os aminoácidos do bolsão catalítico.

Outra abordagem do LNBR no que diz respeito a plataformas microbianas para produção de etanol está relacionada aos microrganismos responsáveis pela fermentação dos açúcares.

Um grande desafio na produção de bioquímicos e biocombustíveis renováveis é a ineficiente assimilação do açúcar xilose por cepas geneticamente modificadas da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, estendendo o tempo de fermentação na indústria. Durante o processo de produção, uma fração expressiva do açúcar de cinco de carbonos xilose não é utilizado por leveduras industriais devido à falta de vias metabólicas específicas. Logo, a modificação genética desses microrganismos é uma etapa fundamental e utiliza técnicas avançadas de biologia sintética, engenharia metabólica e multi-ômicas, que visam racionalmente redesenhar rotas bioquímicas. Nesse contexto, destaca-se o projeto apoiado pelo CNPq: **“Engenharia racional de transportadores de xilose para aumento da eficiência da produção de biocombustíveis”**. Neste ano, o estudo identificou um novo e eficiente transportador de xilose, que apresenta uma característica atípica ao permitir a assimilação em altas concentrações de xilose. Tal característica era ausente em transportadores descritos na literatura, tornando o novo gene descrito um excelente alvo a ser utilizado na construção de linhagens industriais. Também investigou o comportamento dinâmico do novo transportador, apontando resíduos relacionados ao reconhecimento e translocação de xilose.

Além da tradicional levedura modelo industrial *S. cerevisiae*, o estudo com leveduras não-convencionais fornece uma base ampla para o redesenho de novos metabolismos. Nesse contexto, a levedura *Spathaspora passalidarum* é uma potencial plataforma para aplicações industriais na obtenção de biocombustíveis e bioquímicos devido sua capacidade natural de fermentar xilose. O estudo **“Impact of the Melle-Boinot process on the enhancement of second-generation ethanol production by *Spathaspora passalidarum*”** relatou neste ano, pela primeira vez, o uso do processo de fermentação Melle-Boinot com essa levedura, obtendo aumentos superiores a 30% no rendimento de etanol obtido, demonstrando ser uma estratégia eficaz na produção de biocombustíveis. Atualmente, experimentos de ômicas integrativas estão sendo conduzidos visando elucidar alterações moleculares no comportamento e fisiologia do microrganismo.

Os resultados experimentais relacionados a plataformas biológicas estão sendo concatenados com uma abordagem computacional visando entender os gargalos técnico-econômicos dos processos fermentativos e estratégias para aumentar o desempenho dessa etapa tão importante da bioconversão. Neste contexto o estudo **“Modelagem de processo industrial de fermentação alcoólica contínua com reatores de mistura ligados em série”** aborda a etapa de fermentação da produção do etanol celulósico. Neste ano avaliou-se o desempenho da produção de etanol de duas leveduras (*S. Passalidarum* e *Saccharomyces cerevisiae*) consumidoras dos açúcares xilose e glicose para processos com diferentes

relações desses açúcares. Os resultados mostraram que a levedura *Saccharomyces cerevisiae* estudada apresentou maiores velocidades específicas de formação de etanol e consumo de substratos em todos os cenários testados. Contudo, a formação de xilitol e glicerol foi um fator negativo, não observado na levedura *S. Passalidarum*. Xilitol e glicerol são sub-produtos nas fermentações com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* estudada e representam um desperdício de açúcar que poderia ser direcionado a um maior rendimento de etanol. Estudo possibilitou uma comparação entre importantes leveduras a serem empregadas na produção de etanol celulósico.

### 3.3.2. Programa de Sustentabilidade

O Programa de Sustentabilidade visa assegurar o uso da biotecnologia e dos processos industriais no âmbito do desenvolvimento sustentável. Desde sua concepção o LNBR buscou criar ferramentas que permitam avaliar quantitativamente os impactos na sustentabilidade (econômica, ambiental e social) das tecnologias em desenvolvimento, bem como dos impactos globais em ecossistemas. O LNBR está alinhado como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas ao desenvolver tecnologias para produção sustentável de biorrenováveis de forma a manter positivo o balanço entre os serviços e desserviços ecossistêmicos gerados por estas cadeias produtivas.

#### *Sustentabilidade de Biorrenováveis*

A transição para uma economia de base biológica requer a garantia de que os biorrenováveis produzidos minimizarão os impactos sobre o meio ambiente, otimizarão o uso dos recursos naturais e promoverão benefícios socioeconômicos. Em relação a sustentabilidade de biorrenováveis o LNBR direciona suas linhas de ação em três níveis. Em um nível mais amplo desenvolve uma plataforma para quantificação e avaliação dos serviços e desserviços dos ecossistemas, em escala regional e nacional, para assegurar a produção sustentável de biorrenováveis. Um exemplo de serviços ecossistêmicos é a mitigação da mudança climática e de desserviços a emissão de gases de efeito estufa. No nível de biorrefinarias e rotas de produção de biorrenováveis o LNBR utiliza técnicas avançadas de modelagem e simulação para antecipar os impactos ambientais e econômicos da produção visando orientar os desenvolvimentos tecnológicos e apoiar os processos de tomada de decisão em vários níveis. Por fim, desenvolve estratégias de avaliação do sistema Solo-Planta-Atmosfera com o objetivo de melhorar a qualidade da matéria-prima e do solo e reduzir emissões de gases do efeito estufa.

Destaca-se este ano no tema sustentabilidade que o jovem pesquisador do LNBR Mateus Chagas foi um dos oito selecionados na chamada mundial *Bioeconomy Youth Champions*,

promovida pelo *Global Bioeconomy Summit* (GBS) e patrocinado pelo governo alemão. O objetivo da chamada foi reunir um grupo de lideranças ascendentes para atuarem como embaixadores da bioeconomia. Chagas é o único representante da América do Sul e sua proposta assinalou a importância de se discutir o papel dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos em bioeconomia no enfrentamento das mudanças climáticas, destacando como os jovens devem se engajar no que é considerado um dos maiores desafios desta geração. Os oito selecionados participaram de uma série de encontros para chegar a uma posição conjunta, representando a visão da juventude para a bioeconomia que foi apresentada no evento<sup>51</sup>.

#### *Avaliação de Ecossistemas*

Os agroecossistemas são essenciais para produzir alimentos e fibras e, se bem administrados, podem também fornecer outros serviços e bens importantes. O LNBR avalia cadeias de produção biorrenováveis que podem impulsionar a provisão de serviços ecossistêmicos a partir de agroecossistemas, tais como mitigação da mudança climática, reciclagem e manutenção da qualidade da água. Estes também podem promover a redução de desserviços comuns, tais como desmatamento, perda de nutrientes, emissão de gases de efeito estufa, entre outros. O LNBR vem desenvolvendo e adaptando ferramentas e modelos para quantificar e avaliar sinergias e trade-offs entre serviços ecossistêmicos e as falhas relacionadas com as cadeias de produção biorrenováveis. O objetivo é desenvolver uma plataforma de avaliação de sustentabilidade georreferenciada que possa ser personalizada e aplicada na avaliação do desempenho ambiental e econômico para diversos bioprodutos e aplicável em diferentes escalas geográficas. Esta plataforma permitirá a quantificação e avaliação confiável dos serviços e desserviços dos ecossistemas, essenciais para assegurar a produção sustentável de biorrenováveis.

Neste contexto desperta grande interesse o uso de recursos na produção de matéria-prima. O estudo **“Implementação um modelo de estimativa da evapotranspiração e produtividade da cana-de-açúcar”** do LNBR desenvolveu uma ferramenta para avaliações de impactos tanto nos recursos hídricos, através da pegada hídrica, quanto na necessidade de expansão da cultura, podendo ser direcionada para áreas com menor uso de água e terra, colaborando com a utilização sustentável/responsável destes recursos. Este ano o estudo culminou na confecção e aperfeiçoamento da ferramenta, na linguagem de programação R, que é capaz de estimar a produtividade da cana-de-açúcar para grandes áreas (Figura 83), chegando a valores muito próximos àqueles advindos de bases de dados públicas, como CONAB e IBGE.

---

<sup>51</sup> Global Bioeconomy Summit <https://gbs2020.net>

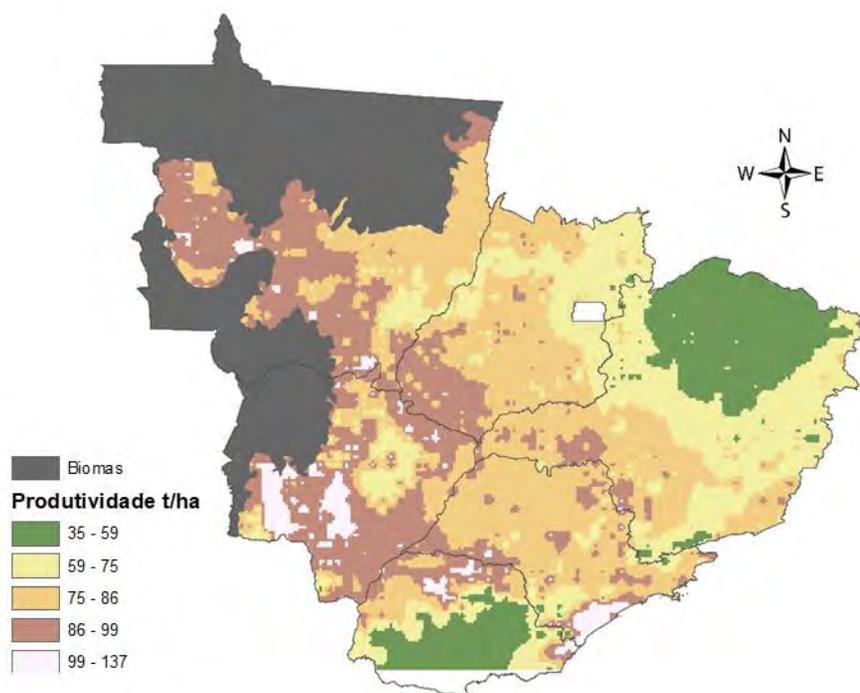


Figura 83. Resultados das simulações de produtividade. Exclusão dos Biomas Amazônia e Pantanal em adequação ao Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar.

Ainda nesse contexto o estudo sobre a **“Avaliação dos impactos da mudança de uso da terra e manejo na disponibilidade de água das bacias”** focou em entender os efeitos da manutenção da palha no solo na contribuição com a vazão de bacias hidrográficas. Os resultados, até o momento, mostram que o impacto da camada de palha é sentido localmente, na evaporação do solo e na transpiração da cultura em menor grau. Entretanto, as diferentes quantidades de palha como cobertura consideradas nas simulações não mostraram impacto significativo na vazão da bacia avaliada. Por fim, foi finalizado em 2020 a publicação do **“Boletim de Monitoramento de Cana-de-Açúcar nos estados de São Paulo e Goiás”** todas as edições produzidas se encontram disponíveis on-line<sup>52</sup>.

#### *Processos Agroindustriais*

O desenvolvimento de novas tecnologias de base biológica é a chave para alcançar um futuro sustentável. Considerando que os biorrenováveis podem ser produzidos utilizando uma grande variedade de matérias-primas com múltiplas combinações de caminhos de conversão industrial, é importante compreender completamente seus impactos antes de

<sup>52</sup> <https://lnbr.cnpem.br/sucre-project/dissemination/sugarcane-monitoring-reports>

escalonar novas tecnologias em biorrefinarias. A necessidade de antecipar as consequências adversas antes da implementação real em larga escala é fundamental para promover a competitividade econômica, melhorar os benefícios ambientais e socioeconômicos a curto e longo prazo. O LNBR emprega uma plataforma de Biorrefinaria Virtual para avaliar as tecnologias envolvidas na produção de biorrenováveis. Esta plataforma combina modelos matemáticos e ferramentas de simulação para avaliações feitas sob medida, que consideram toda a cadeia de produção e integram um modelo de produção agrícola a uma configuração industrial específica. A plataforma se baseia no conceito de Process Design para avaliar uma nova tecnologia, cujos indicadores são dados pela Análise Tecnoeconômica (AT) e pela Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). Também apoia ciclos contínuos de desenvolvimento tecnológico, auxiliando os processos de tomada de decisão na escala da biorrefinaria.

Este ano a linha de pesquisa Processos Agroindustriais apresentou resultados relacionados a combustível de aviação, etanol de palha de cana-de açúcar e Avaliação da Integração cana-de açúcar e pecuária. Além disso, foi entregue ao público uma ferramenta para avaliação preliminar da viabilidade técnico-econômica do aproveitamento da palha para a geração de bioeletricidade.

Biocombustíveis sustentáveis são importantes para a descarbonização de setores complexos, tais como aviação, transporte marítimo e transporte rodoviário pesado. O baixo custo do etanol e a grande capacidade de produção tornam atraente a sua conversão em um combustível hidrocarbônico, o que normalmente é feito em três etapas. O LNBR participou do estudo **“Technoeconomic and life-cycle analysis of single-step catalytic conversion of wet ethanol into fungible fuel blendstocks”** que apresentou uma análise econômica e ambiental de um combustível de aviação renovável obtido a partir de um processo catalítico de etapa única utilizando bioetanol como matéria-prima. Este estudo foi uma iniciativa do Center for Bioenergy Innovation (CBI/ORNL) e teve a participação de diversas instituições internacionais (Argonne National Laboratory, National Renewable Energy Laboratory, Imperial College, Boeing Research & Technology Center, entre outras).

O Brasil pode reduzir ainda mais as emissões de gases de efeito estufa ao aumentar significativamente a eletricidade renovável gerada a partir da biomassa. Isso se deve à legislação ambiental que proibiu progressivamente a queima antes da colheita da cana e levou a uma alta disponibilidade de palha. O estudo **“Process simulation of renewable electricity from sugarcane straw: Techno-economic assessment of retrofit scenarios in Brazil”** integrou modelos agrícolas e industriais para fornecer avaliações tecno-econômicas que podem permitir investimentos em biorefinarias existentes (*retrofit*). Destaca-se como resultado do estudo finalizado a forte dependência dos preços da eletricidade na viabilidade dos projetos de recolhimento de palha.

Como entrega realizada dentro do projeto SUCRE, finalizado esse ano, a **calculadora do SUCRE**, denominada PalhaCalc, foi disponibilizada para o público<sup>53</sup>. A ferramenta incorpora os modelos matemáticos e bancos de dados compilados ao longo dos cinco anos do projeto SUCRE os quais envolvem desde a simulação de processos existentes na etapa agrícola de recolhimento da palha de cana-de-açúcar (pelas rotas fardo e integral) até as operações industriais relacionadas ao aproveitamento dessa biomassa para a exportação de eletricidade em usinas. A estrutura de cálculo online permite que o usuário, a partir de seus dados de entrada, gere respostas de interesse referentes à aptidão do município para o recolhimento de palha, seus custos agrícolas, geração de eletricidade na usina, emissões evitadas de gases de efeito estufa, bem como uma avaliação preliminar da viabilidade técnico-econômica do aproveitamento da palha para a geração de bioeletricidade. A PalhaCalc representa um dos grandes legados do projeto SUCRE e foi um desafio para a equipe de pesquisa do LNBR.

Ainda no âmbito de desenvolvimento de ferramentas, a Biorrefinaria Virtual, em constante aperfeiçoamento, aprimorou uma estrutura de cálculo que permitirá a análise de viabilidade técnico-econômica de projetos, de forma ainda mais detalhada. Essa estrutura utilizada na **“Avaliação de Viabilidade Econômica”** foi preparada para diversos tipos de biomassa (cana convencional, cana energia, palha, milho e eucalipto), *breakdown* de custos de diversos produtos (etanol anidro e hidratado de cana de açúcar e milho de primeira e segunda geração, açúcar cristal e VHP, bioeletricidade e leveduras), além de incorporar novidades nos detalhamentos da depreciação e mão-de-obra por área industrial, condições de financiamento (métodos PRICE e SAC), cálculo da taxa de desconto considerando outras especificidades do setor sucroenergético, além de outros detalhamentos para alimentar relatórios de saída da avaliação técnico-econômica. Destaca-se o registro de software<sup>54</sup> de modelagem e simulação de atividades agrícolas “CanaSoft” no INPI.

A expansão da produção de biocombustíveis com base em culturas de alimentos e seus impactos no uso da terra originaram o debate "alimentos vs. biocombustíveis". Ao mesmo tempo, a pecuária é a atividade humana com maior território ocupado no planeta, com pastagens e áreas agrícolas dedicadas à produção de alimentos para gado. A pecuária nacional apresenta baixa produtividade média devido ao manejo extensivo, ao baixo uso de insumos e à baixa tecnificação. Neste contexto, a integração da produção de etanol com a pecuária pode melhorar o uso de terra, pois sistemas mais intensivos podem manter, ou mesmo aumentar, a produção de alimentos enquanto reduzem o uso da terra. É possível,

---

<sup>53</sup> <https://lnbr.cnpem.br/pt-br/sucrer/ferramentas/palhacalc>.

<sup>54</sup> BR 51 2020 002449 1. Registro de software de modelagem e simulação de atividades agrícolas “CanaSoft”.

portanto, expandir a área destinada à produção de biocombustíveis sem deslocar o cultivo de alimentos ou a pecuária, que, por sua vez, poderiam avançar em áreas de vegetação natural. O projeto temático FAPESP55 “Avaliação da Integração Cana-pecuária: Modelagem e Otimização” é realizado em colaboração com 16 instituições parceiras<sup>56</sup> – integrando universidades nacionais e internacionais, instituições de ciência e tecnologia e empresas. Esse estudo visa explorar, as sinergias entre as cadeias produtivas sucroenergética e agropecuária, avaliando seus aspectos logísticos e de sustentabilidade. Neste ano as equipes das ICTs executoras do projeto estiveram sujeitas à suspensão das atividades presenciais de pesquisa em suas Instituições em decorrência da pandemia de COVID-19. Em concordância com as medidas sugeridas e implementadas pelas autoridades de saúde para o enfrentamento desta situação, o grupo LNBR e das outras Instituições seguiram atuando remotamente. Fruto desta realidade foram privilegiadas as seguintes atividades: planejamento da execução do projeto, incluindo o processo de seleção e implementação das bolsas associadas ao projeto; estruturação das atividades experimentais detalhando as colaborações e as garantias de execução quando da retomada esperada das atividades experimentais no início do próximo ano; atualização dos levantamentos bibliográficos das metodologias e dos dados disponíveis para execução das atividades experimentais e construção dos metamodelos<sup>57</sup>; estruturação dos cenários que serão utilizados para otimização da integração cana de açúcar – pecuária e início da construção dos metamodelos a serem empregados.

#### *Sistema Solo-Planta-Atmosfera*

A avaliação de sustentabilidade dos agrossistemas utilizados para a produção de biorrenováveis está diretamente associada às interações que ocorrem no sistema solo-planta-atmosfera. Essas interações têm o solo como ponto central e permeiam a maioria das reações em um agrossistema, tais como a reciclagem de nutrientes, os fluxos de água, a manutenção da biodiversidade e o balanço de emissões de gases do efeito estufa. Além disso, a interação solo-planta atmosfera afeta diretamente a produção de alimentos, fibras, biocombustíveis e bioprodutos. Os solos agrícolas são um dos principais “players” que regulam as emissões terrestres de gases do efeito estufa e, dependendo da estratégia de uso, podem atuar como uma fonte de emissão ou, também como um importante dreno de CO<sub>2</sub> atmosférico. A linha de pesquisa Sistema Solo-Planta-Atmosfera realiza estudos visando

---

<sup>55</sup> Temático FAPESP: 2017/11523-5. Avaliação da Integração Cana-pecuária: Modelagem e Otimização.

<sup>56</sup> Participam também as seguintes instituições brasileiras: EMBRAPA (CNPMA, CNPTIA, CNPSE, CNPGC e CPAP), Unicamp (NIPE, FEQ, FCA, IE e FEAGRI) e USP (EESC e CEPEA). Instituições internacionais: Michigan State University, Texas A&M University e University of Edinburgh.

<sup>57</sup> Modelos de substituição baseados em simplificações do modelo original.

compreender os principais mecanismos e processos que regem a qualidade dos solos agrícolas, as emissões de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e o sequestro de carbono pelos solos. Por meio de um grupo multidisciplinar de pesquisa, o LNBR busca propor estratégias, sobretudo biotecnológicas, para mitigar as emissões de gases do efeito estufa e aumentar a sustentabilidade dos solos agrícolas e dos bioprodutos derivados. Este ano os principais destaques do LNBR estão relacionados à capacitação no uso técnicas de imageamento de solo, avaliação da qualidade integrada do solo, estoque de carbono no solo e emissões de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). A seguir são apresentados maiores detalhes dos estudos.

O LNBR foca esforços no aprofundamento do entendimento dos mecanismos e processos que determinam a estocagem de carbono e as emissões de gases de efeito estufa em solos tropicais. Neste contexto é de particular interesse o entendimento da estrutura de poros que controla o acesso microbiano ao carbono do solo e que conseqüentemente modula a decomposição do carbono orgânico e a emissão de gases do efeito estufa. Diversas técnicas de luz síncrotron, que serão disponibilizadas no Sirius, são baseadas na obtenção de imagens tridimensionais dos objetos analisados. As redes de poros são representações matemáticas de espaços porosos complexos, como aqueles encontrados em amostras de biomassa e de solo. Neste ano, o estudo **“Avanços na segmentação de imagens obtidas por microtomografia de raios-X”** desenvolveu uma primeira versão de um fluxo de trabalho computacional que automatiza o processamento de imagens tridimensionais com objetivo de extrair redes de poros. Capacitar-se para uso dessas técnicas de imageamento requer repertório computacional para extração de conhecimento quantitativo a partir das imagens. O fluxo de trabalho computacional integra módulos disponíveis em softwares livres e é customizável para as perguntas científicas que se venha a fazer sobre espaços porosos complexos.

Neste ano os **efeitos da remoção da palha na qualidade integrada do solo** foram avaliados pelo LNBR em conjunto com pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP) e do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA). Utilizou-se a *Soil Management Assessment Framework* (SMAF), uma das principais ferramentas cientificamente aceitas para avaliação de qualidade do solo. Atualmente a colheita da cana-de-açúcar gera uma quantidade de palha que pode ser parcialmente recolhida para produção de eletricidade. A retirada dessa biomassa do campo tem impactos no sistema Solo-Planta-Atmosfera. Por meio da análise de indicadores químicos, físicos e biológicos do solo obtidos em doze áreas experimentais gerou-se um índice global de qualidade do solo (Figura 84). De modo geral, os resultados indicam que diferentes tipos de solos apresentam níveis de qualidade de solo distintos, e o solo argiloso intrinsecamente apresenta melhor qualidade em relação ao arenoso. Vale ainda salientar que, em média, a remoção de palha reduziu em 19 e 15 % a

qualidade nos solos argilosos e arenosos, respectivamente. Os resultados deste estudo indicam que a palha tem um papel primordial na manutenção da qualidade do solo.

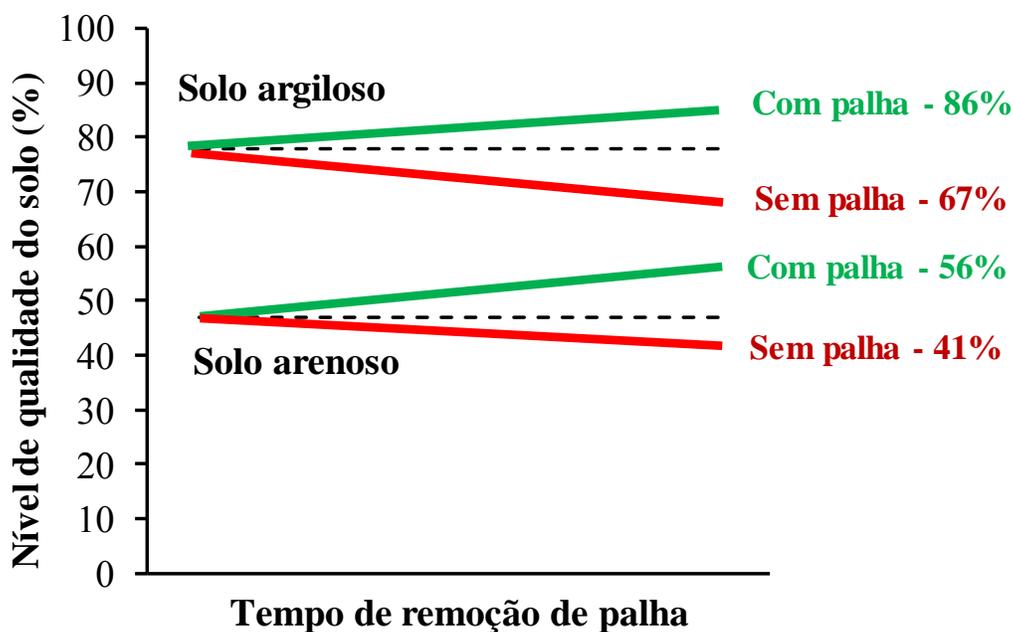


Figura 84. Qualidade integrada do solo em função do tempo de remoção de palha em diferentes tipos de solo na região centro-sul do Brasil. Dados representam as médias obtidas nas áreas de solos argilosos e arenosos.

O estoque do carbono no solo é resultado do processo de entradas de material orgânico e saídas na forma de  $\text{CO}_2$  por meio dos processos de decomposição. No agrossistema cana-de-açúcar, as entradas de carbono pelos resíduos da colheita, como a palha da cana-de-açúcar, têm papel importante nesse ciclo. No tocante ao balanço de carbono do solo, o estudo **“Can crop residues sustain soil carbon stocks in Brazilian sugarcane fields?”** sintetizou informações sobre os impactos da remoção de palha nos estoques de carbono em dez áreas experimentais sob condições contrastantes de clima e solo na região centro-sul do Brasil. Os resultados deste estudo indicam que aproximadamente 22% do carbono aportado na forma de palha fica estocado no solo, e que a remoção da palha para fins industriais acarretará redução dos estoques de carbono. O estudo concluiu que os efeitos da remoção de palha são mais deletérios em solos arenosos e sugere que a remoção de palha neste tipo de solo deve ser evitada. Ainda no âmbito das variações dos estoques de carbono do solo, o projeto **“Dinâmica do carbono do solo e balanço de gases de efeito estufa: implicações da remoção da palha de cana-de-açúcar para produção de bioenergia”**,

financiado pela FAPESP<sup>58</sup> foi finalizado. O projeto utilizou o conjunto de dados obtidos em escala experimental para validar e simular, no longo prazo, os impactos da remoção de palha nos estoques de carbono do solo. Neste ano as simulações obtidas a partir da modelagem agroambiental (modelo DayCent) foram incorporadas na Biorrefinaria Virtual da Cana-de-Açúcar para a calcular as emissões de ciclo de vida em diferentes cenários de uso da palha para a produção de bioenergia (etanol e bioeletricidade). Os resultados evidenciaram que a contabilização do solo como potencial “sumidouro” de carbono reduz consideravelmente as emissões de gases do efeito estufa quando se manteve toda a palha no campo (

Figura 85). Quando não se considerou as variações nos estoques de carbono do solo, a remoção total da palha aumenta a produção de bioenergia por área e tende a reduzir as emissões por unidade de bioenergia. Entretanto, quando se incluiu no cálculo a depleção do carbono do solo induzida pela remoção total da palha, observou-se um aumento substancial nas emissões. No cenário de remoção parcial a inclusão do carbono do solo praticamente não alterou o balanço das emissões. Conclui-se que as variações dos estoques de carbono induzida pela remoção da palha é um fator decisivo na quantificação das emissões de gases do efeito estufa do ciclo de vida da bioenergia derivada de resíduos culturais.

*Figura 85. Análise do ciclo de vida do balanço de emissões de gases do efeito estufa (g CO<sub>2</sub> eq. MJ<sup>-1</sup>) da produção de bioenergia associada à remoção da palha da cana-de-açúcar em solo argiloso, incluindo o potencial de acúmulo de carbono no solo.*

Outra abordagem do LNBR no tocante às emissões de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e comunidade microbiana do solo está relacionada a aplicação de fertilizantes nitrogenados e resíduos da indústria sucroenergética. Os fertilizantes nitrogenados são a principal fonte de emissão de emissões N<sub>2</sub>O pelos solos agrícolas. Este gás tem sido responsável por destruir a camada de ozônio e intensificar o efeito estufa. O projeto **“Adubação nitrogenada e práticas alternativas de manejo do solo na cana energia e seus efeitos nas emissões de gases do efeito estufa”** avalia os efeitos da aplicação de fertilizantes nitrogenados e resíduos da indústria sucroenergética nas emissões de N<sub>2</sub>O e na comunidade microbiana de solo. Este ano foi realizado um experimento em ambiente controlado, onde se avaliou as emissões de N<sub>2</sub>O resultantes dos fertilizantes nitrogenados associados a aplicação de vinhaça e biochar. Observou-se que a aplicação de fertilizante nitrogenado aumentou significativamente as

---

<sup>58</sup> FAPESP: 2017/23978-7. Dinâmica do carbono do solo e balanço de gases de efeito estufa: implicações da remoção da palha de cana-de-açúcar para produção de bioenergia.

emissões de N<sub>2</sub>O e a aplicação conjunta de fertilizante nitrogenado e vinhaça praticamente dobrou estas emissões (Figura 86). Por outro lado, a aplicação de biochar resultou em reduções de 37 a 55% nas emissões de N<sub>2</sub>O do solo, evidenciando que este resíduo, resultante do processo de pirólise da palha, tem o potencial para mitigar as emissões do solo. Atualmente, o LNBR, por meio de uma parceria com o Instituto Francês de Pesquisa em Agricultura e Ambiente (INRAE), avalia quais os principais grupos de microrganismos responsáveis pela emissão de N<sub>2</sub>O foram afetados pela aplicação do biochar. A consolidação destes resultados, em andamento, serão base para o entendimento dos mecanismos e processos relacionados com a emissão de N<sub>2</sub>O em solos agrícolas tratados com biochar.

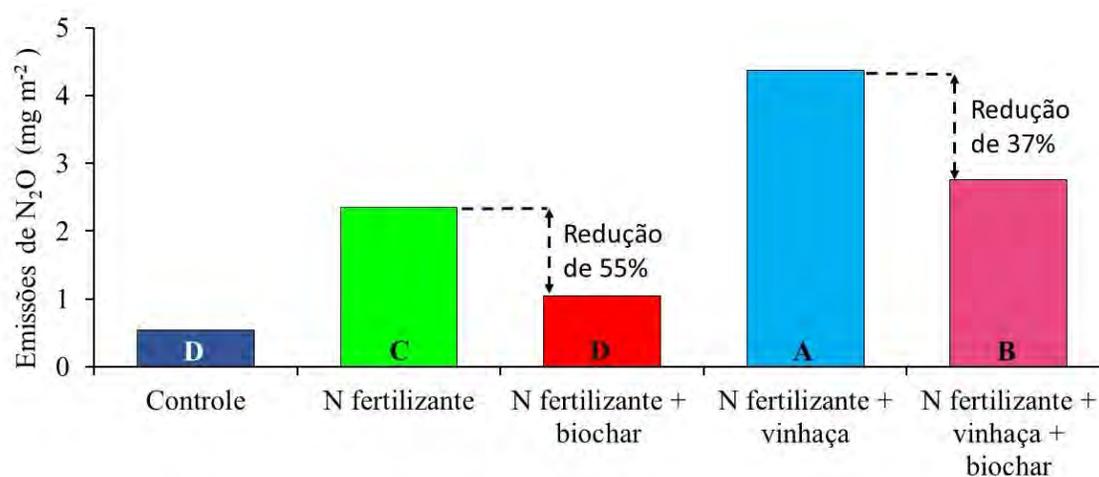


Figura 86. Emissão de N<sub>2</sub>O do solo com a aplicação de fertilizantes nitrogenados, vinhaça e biochar. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível 5%.

### 3.4. Apoio à geração de inovação

O LNBR conduz projetos de P&D, em parceria com empresas, de níveis de maturidade tecnológica (TRL) de 1 a 7, ou seja, desde o desenvolvimento de tecnologias em estágios iniciais até o escalonamento para ambientes operacionais semi-industriais relevantes. Auxilia, com sucesso, os parceiros na travessia do “vale da morte” tecnológico, estágio no qual boa parte dos projetos são descontinuados em função de falhas técnicas ou dos altos riscos relacionados à comercialização, validando processos em escalas semi-industriais e tecnologias licenciadas.

Além das parcerias com resultados relatados nos próximos tópicos, resultados de projetos de pesquisa e desenvolvimento interno do LNBR, com alto potencial de se tornarem inovações, são protegidos com o suporte da Assessoria de Apoio à inovação (AIN) do CNPEM. Em 2020 foram depositados seis pedidos de patentes e um registro de software

junto ao INPI. As proteções ocorreram em áreas relacionadas a bioprocessos, química verde e agricultura e são descritas a seguir.

Em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), foi depositado o pedido de patente “Coquetel enzimático contendo  $\beta$ -glicosidase,  $\beta$ -xylosidase e xilose isomerase imobilizadas em nanopartículas magnéticas de ferroxita (d-FeOOH) e seu uso no processo de fermentação” e recebeu número BR 10 2020 011122 1.

Dentre os esforços para desenvolvimento de tecnologias para sustentabilidade, aquelas que são voltadas para economia circular tem destaque. O pedido de patente BR 10 2020 009936 1 intitulado “Novo uso de monooxigenases líticas de polissacarídeos, composição enzimática contendo-as e método de degradação de polímeros plásticos” traz tecnologia para degradação de polímeros tornando possível retornar os monômeros para a cadeia produtiva.

Uma tecnologia na área de bioprocessos foi protegida pelo pedido de patente BR 10 2020 014105 8 denominada “Processo de separar compostos aromáticos de hidrolisado hemicelulósico, compostos obtidos pelo mesmo e seus usos”. Esta tecnologia poderá ser aplicada para separação de compostos aromáticos possibilitando a extração a partir de resíduos agroindustriais.

O óleo de macaúba tem particularidades que ainda são desafiadoras para ampliar seu uso em certas aplicações. Um dos projetos de pesquisa do LNBR está procurando solucionar esse desafio, e gerou resultados promissores protegidos pelo pedido de patente protegido junto ao INPI sob o número BR 10 2020 023537 0 e denominado “Uso de lipase fúngica para conversão de óleo de macaúba e método”. A tecnologia traz novas soluções para a produção de biohidrocarbonetos por hidrólise, transesterificação ou esterificação.

Outra tecnologia na área de química verde, tratando de um “Método enzimático para preparar um alceno monoinsaturado”, utilizado na produção de bioprodutos, foi protegida pelo pedido de patente depositado no INPI sob o número BR 10 2020 016004 4.

Na parte de tecnologias com uso no setor agroindustrial, destaca-se o registro de software de modelagem e simulação de atividades agrícolas “CanaSoft” no INPI, sob o número BR 51 2020 002449 1.

#### 3.4.1. Projetos desenvolvidos em parceria com empresas

*SUCRE – Sugarcane Renewable Electricity - PNUD/Global Environment Facility (GEF).*

União da Indústria de Cana-de-Açúcar (ÚNICA), UNICAMP, Grupo Zilor, Usina Santa Isabel, Usina Alta Mogiana, Pedra Agroindustrial, Usina Granelli, Cerradinho Bioenergia, Grupo São Martinho, Usina Ester, Agrícola BPZ, Usina São Luiz de Ourinhos, Grupo Santa Therezinha, Granbio/Caeté, Grupo Raizen, Usina Ferrari e Usina São José da Estiva.

O projeto, iniciado em 2016 e conduzido pelo LNBR com financiamento do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), teve como objetivo catalisar o estabelecimento de um mercado de energia elétrica, a partir da coleta e do processamento da palha de cana-de-açúcar nas usinas, de forma a substituir fontes fósseis e aumentar a oferta e participação de energia de baixa emissão de gases de efeito estufa (GEE) na matriz energética brasileira. O SUCRE foi finalizado em 2020, trazendo resultados que são essenciais para superar desafios no que se refere à coleta, ao processamento e à queima da palha, à maximização das sinergias e minimização dos *trade-offs* agroambientais relacionados a sua utilização. O emprego de condições operacionais e de mercado ajuda a tornar os empreendimentos viáveis economicamente, além de trazer sugestões de melhorias no Marco Legal e Regulatório do Setor Elétrico, de modo a potencializar a produção e venda de eletricidade baseada em biomassa de cana-de-açúcar no país. Todos os resultados foram reunidos em uma publicação de acesso livre no site do LNBR<sup>59</sup>, que traz os principais resultados e impactos do projeto nas diferentes frentes de trabalho conduzidas durante estes últimos 5 anos (Figura 87).

---

<sup>59</sup> <https://lnbr.cnpem.br/wp-content/uploads/2020/07/SUCRE-Project-Final-Report.pdf>



Figura 87. Capa do relatório final do Projeto SUCRE disponível em on-line.

Além do sucesso alcançado entre os parceiros diretos do projeto, os resultados do SUCRE também foram destaque na 25ª Conferência das Partes (COP), realizada em Madri em novembro de 2019, na Espanha. Na COP, o Projeto SUCRE foi apresentado como uma das ações de sucesso na implementação do Acordo de Paris e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), definidos pela ONU. Denominado *“South-South and Triangular Cooperation on the Bioeconomy”* (Figura 88), o relatório, produzido pelo Escritório das Nações Unidas para Cooperação Sul-Sul (UNOSSC) e pelo Centro de Estudos e Gestão Estratégicos (CGEE), reúne projetos do hemisfério Sul geridos pela ONU que demonstram como os países em desenvolvimento estão trabalhando em conjunto na promoção de soluções a partir da bioeconomia e como essas soluções podem contribuir para a redução dos gases de efeito estufa, trazendo o SUCRE como um dos nove casos de sucesso destacados na publicação. A partir de acordos de cooperação assinados com instituições de cana-de-açúcar de países como a Guatemala, Colômbia e Argentina, o Projeto buscou replicar os resultados obtidos, expandindo dessa forma os benefícios ambientais da

biomassa como fonte de eletricidade para além do Brasil, que sozinho já possui grande potencial de mitigar os efeitos ambientais por ser o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo. Esse relatório pretende servir como um recurso de conhecimento para inspirar, replicar e aprimorar a Cooperação Sul-Sul e Triangular dentro da bioeconomia fornecendo insights para soluções de desenvolvimento práticas e eficazes empreendidas por países do hemisfério Sul. A publicação traz um fechamento primoroso para o Sucre, destacando a importância dos resultados do projeto e seu transbordamento para outros países.



Figura 88. Projeto SUCRE em destaque no relatório “South-South and Triangular Cooperation on the Bioeconomy

### *Aprimoramento de Processos Fermentativos Inteligentes*

O LNBR e a startup GlobalYeast realizaram um projeto de pesquisa e desenvolvimento colaborativo, cofinanciado pela Embrapii, para o desenvolvimento de novas tecnologias para processos fermentativos “inteligentes”, iniciado em agosto de 2019 e concluído em agosto de 2020. O projeto envolveu as instalações de Bioprocessos e da Planta Piloto, onde os processos fermentativos foram escalonados, gerando dados para aprimorar o algoritmo

desenvolvido pela GlobalYeast. Este algoritmo, por sua vez, funciona de forma semelhante aos aplicativos de tráfego de veículos: a ferramenta monitora os processos fermentativos em tempo real e antecipa problemas na rota fermentativa, sendo capaz de tomar decisões para corrigir desvios durante a fermentação. Os resultados obtidos pelo projeto indicaram que o algoritmo da empresa, desenvolvido para etapa de fermentação, pode ser usado com sucesso em processos de produção de biomassa, contribuindo assim para um novo leque de aplicações, especialmente em processos em que a produção de biomassa celular é requerida ou é insumo para processos de produção de outros produtos de interesse.

#### *Desenvolvimento de Novo Processo de Fermentação para aplicação industrial do equipamento MBE2 na Produção de Etanol a partir de Biomassa de Cana e de Milho;*

A parceria com a empresa Mahle Metal Leve, com apoio da Embrapii, buscou analisar os efeitos da tecnologia de fermentação alcoólica especificada pela empresa, visando aumentar o rendimento fermentativo, e envolveu a realização de dois projetos. Dentre os principais objetivos desses projetos destacam-se o desenvolvimento da aplicação da tecnologia em condições industriais para substratos de milho e cana-de-açúcar. O primeiro projeto, concluído em 2019, envolveu a avaliação da aplicação da tecnologia em substratos de milho. O segundo projeto, iniciado em 2019, foi voltado a avaliar o efeito da tecnologia sobre condições industriais como variação da qualidade do mosto, variação sobre concentração de açúcar e variação da linhagem de levedura em substratos de cana-de-açúcar. Este segundo projeto foi encerrado ao final da penúltima macro entrega, em setembro de 2020.

#### *Etanol 2G - Desenvolvimento das etapas críticas do processo de produção de etanol de segunda geração*

O projeto é realizado pelo LNBR em cooperação com a Petrobras e cofinanciado pela Embrapii. Visa o desenvolvimento de uma rota de produção de etanol celulósico para biomassas do setor sucroenergético, contando com estudos em escalas laboratorial e piloto e integrando os resultados em modelos de cenários industriais para avaliações técnico-econômicas e ambientais. Em 2020, concluiu-se a etapa de condicionamento e pré-tratamento em escala piloto das três biomassas do projeto e a demonstração a produção de etanol a partir dessas matérias-primas. A etapa de hidrólise enzimática seguiu seu desenvolvimento em laboratório e foram consolidados os primeiros resultados de escalonamento em reator de 300 litros. A co-fermentação de glicose e xilose foi demonstrada e aprimorada em escala de laboratório. Os resultados experimentais foram integrados em modelos de cenários industriais para avaliação de condições ótimas de

processo para diferentes configurações industriais e sensibilidades frente a custos e preços exógenos ao processo, sejam eles insumos (como enzimas) ou produtos (tais como eletricidade e etanol).

### *Estratégias enzimáticas para combustíveis Avançados*

O desenvolvimento de alternativas de energia limpa e renovável para a matriz energética tem sido pautado como agenda prioritária para a sustentabilidade global. O projeto realizado em parceria com a Sinochem Petróleo Brasil e cofinanciado pela Embrapii, contribui com essa agenda por meio do desenvolvimento de estratégias enzimáticas para a produção de biocombustíveis avançados, com atividades que se dividem em duas frentes principais. A primeira envolve o desenvolvimento de uma plataforma microbiana capaz de secretar altos teores de um coquetel enzimático otimizado para a sacarificação do bagaço de cana-de-açúcar. Dentro desta frente, em 2020, foram examinados diversos resíduos agroindustriais a fim de reduzir os custos de produção do coquetel enzimático utilizando a plataforma fúngica proprietária do LNBR. Além disso, estratégias de cultivo do fungo foram avaliadas buscando um maior rendimento proteico. Essas abordagens proporcionarão redução no custo do coquetel enzimático LNBR, tornando-o ainda mais competitivo. Adicionalmente, avaliou-se o fungo cultivado em diferentes substratos, por ferramentas multiômicas, possibilitando uma maior compreensão para a otimização da plataforma fúngica. Ainda nesta frente, examinamos variações de uma enzima chave na sacarificação do bagaço através de ferramentas de engenharia genética, baseadas no sistema CRISPR/Cas9. No que tange a prospecção de novas enzimas com potencial de melhorar a performance do coquetel enzimático LNBR, mais de 50 alvos foram analisados durante este ano. A segunda frente do projeto visa desenvolver uma rota bioquímica para produção de hidrocarbonetos renováveis. Alcanos e alcenos de cadeia média e longa possuem propriedades físico-químicas similares aos combustíveis fósseis convencionais. Além disso, as olefinas (alcenos terminais) são bases químicas importantes para produção de polímeros, fertilizantes e surfactantes, apresentando alto valor comercial. Algumas bactérias produzem olefinas pela descarboxilação de ácidos graxos. Desta forma, neste projeto também serão estudadas no próximo ano novas descarboxilases ainda não descritas, a fim de se investigar características estruturais e bioquímicas que possibilitem a compreensão da reação e permitir o aumento na produção de alcenos.

*Valorização da cadeia produtiva descentralizada de biomassa visando a produção de biocombustíveis avançados: desenvolvimento e avaliação de rotas termoquímicas integradas à produção de biomassas e a rotas bioquímicas.*

O projeto iniciado em 2019, denominado BioValue, está inserido em um consórcio composto por 20<sup>60</sup> Instituições nacionais, integrando universidades e instituições de ciência e tecnologia, fundações de amparo e de apoio à pesquisa e empresa<sup>61</sup>. O foco central é explorar as sinergias entre a produção de biomassas, diversificação e aspectos logísticos das cadeias de valor definidas para a produção de biocombustíveis avançados (com foco em biocombustíveis de aviação), através de rotas de conversão termoquímicas e bioquímicas integradas. As atividades do LNBR são direcionadas para a avaliação integrada da sustentabilidade técnica, econômica, ambiental e social das cadeias de valor para produção de biocombustíveis avançados. Neste ano as equipes das ICTs executoras do projeto estiveram sujeitas à suspensão das atividades presenciais de pesquisa em suas Instituições em decorrência da pandemia de COVID-19. Em concordância com as medidas sugeridas e implementadas pelas autoridades de saúde para o enfrentamento desta situação, os grupos LNBR e das outras instituições parceiras seguiram atuando remotamente. Foram então priorizadas as seguintes atividades: planejamento da execução do projeto; estruturação das atividades experimentais detalhando as colaborações e as garantias de execução quando da retomada das atividades experimentais; atualização dos levantamentos bibliográficos das metodologias e dos dados disponíveis para execução das atividades experimentais e avaliação técnico, econômica e ambiental dos cenários e das cadeias de valor selecionadas para produção de combustíveis avançados. Destacam-se nas atividades desenvolvidas pelo LNBR: a elaboração das premissas que orientam as avaliações dos sistemas agrícolas para a produção de cana-de-açúcar e recolhimento de palha e a elaboração do conjunto de cenários básicos de processamento de cana-de-açúcar para produção de etanol de primeira e segunda geração (base para as rotas de produção integrada de combustíveis avançados).

*Plataforma HS-GC/MS para a análise de voláteis promotores de crescimento vegetal*

O projeto, financiado pela FAPESP e pela empresa Agilent Technologies (pesquisa em parceria para inovação tecnológica), compreende o estudo de compostos orgânicos voláteis (COVs) bacterianos como promotores de crescimento vegetal. O estudo já isolou bactérias

---

<sup>60</sup> Empresas envolvidas: Petrobras, Embraer, Suzano (após fusão com a Fibria) e Klabin. Instituições de ciência e tecnologia envolvidas: IPT, FEI, UNICAMP, UFRJ, INT, UFU, UFV, UNIFEI, UFPE e UFSM, além do LNBR.

<sup>61</sup> Inserido no Programa de Apoio à Pesquisa em Parceria para Inovação Tecnológica (PITE) da FAPESP, em convênio com programa Horizon 2020, da União Europeia, com o apoio da FAPEMIG, FACEPE e FAPERGS, além da FUNARBE no gerenciamento dos recursos das Empresas participantes do financiamento do projeto.

capazes de promover o crescimento de plantas modelos, que são boas plataformas para pesquisa básica. Entretanto, pensando na aplicabilidade destas bactérias na agricultura, faz-se necessário obter microrganismos promissores que também promovam o crescimento de culturas agrícolas. Neste sentido, em 2020 foram isoladas bactérias que promovem o crescimento do arroz pela produção de COVs, gerando um aumento do peso seco da parte aérea desta importante cultura agrícola de até 70%. Adicionalmente, foi possível identificar bactérias que inibem o crescimento vegetal (Figura 89). Por meio de análises dos volatilomas<sup>1</sup> dos microrganismos em três meios de cultivo distintos, verificou-se que são diferentes e que sua composição varia de acordo com o meio de cultura, conforme demonstraram resultados anteriores obtidos no LNBR. Importante ressaltar que foram identificados COVs pertencentes a cerca de 30 classes químicas, o que demonstra a diversidade destes metabólitos. Também foi realizada a identificação molecular destes microrganismos e verificado que algumas espécies possivelmente encontradas ainda não foram descritas na literatura como capazes de promover o crescimento vegetal através de COVs. Este resultado reforça o ineditismo do presente projeto, e a contribuição do CNPEM para a comunidade científica e tecnológica, uma vez que poucos grupos no Brasil possuem uma boa plataforma para análises volatilômicas microbianas.

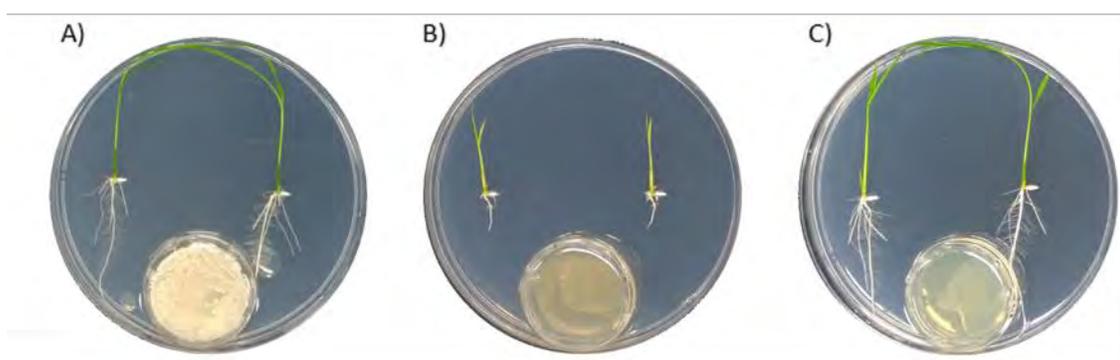


Figura 89. Placas de co-cultivo de arroz com as bactérias do presente estudo. A) Isolado bacteriano do LNBR que promove o crescimento do arroz, B) Isolado bacteriano que inibe o crescimento, C) Controle (sem bactéria).

#### 3.4.2. Serviços tecnológicos especializados

Dada a singularidade da planta piloto para escalonamento de bioprocessos do LNBR, o Laboratório também atende à demanda de empresas para escalonamento e validação de bioprocessos em escalas representativas de condições semi-industriais, desenvolvidos por suas equipes internas, para variadas aplicações. Frequentemente, as empresas que contrata, serviços especializados, se tornam parceiras em novos esforços de desenvolvimento. Em 2020, dois grandes serviços tecnológicos foram concluídos e um

iniciado envolvendo o time do LNBR e empresas do setor químico e de produção de alumínio, os que serão descritos a seguir.

#### *Escalonamento de Processo de Fabricação de Novo Polímero*

A empresa Henkel contratou em 2019 um serviço tecnológico com LNBR para o escalonamento do processo de fabricação de um novo polímero, que foi concluído em 2020. As atividades envolveram vários experimentos em escala piloto para validação com sucesso dos resultados encontrados em escala de bancada. Por meio da utilização de diferentes métodos e arranjos experimentais, foi possível a reprodução das condições industriais de produção, atingindo-se, desta forma, os objetivos esperados.

### 3.5. Treinamento, Educação e Extensão

A atuação do LNBR em treinamento, educação e extensão envolve a participação em eventos com palestras orais e pôsteres onde se realizam divulgação científica e importantes interações com o meio científico e industrial. Outras atividades envolvem eventos promovidos pelo Laboratório, direcionados para a capacitação de pessoas e divulgação científica. Por fim, há a atuação na orientação de bolsistas e estagiários internos assim como a participação em bancas em universidades. Destaca-se este ano o desenvolvimento do novo website do LNBR<sup>62</sup>, útil como fonte constante de informação para comunidade científica, usuários de instalações abertas e parceiros no desenvolvimento tecnológico. A seguir os principais destaques deste ano em treinamento, educação e extensão.

#### 3.5.1. Seminários e Palestras

Neste ano, mesmo no cenário de pandemia, colaboradores, pesquisadores e bolsistas realizaram 40 apresentações orais em reuniões e eventos nacionais e internacionais.

1. Mini Curso. Introdução à Bioinformática, GBmeeting UNICAMP 2020. Encontro anual do programa de pós-graduação em Genética e Biologia Molecular da UNICAMP, Campinas, Brasil, janeiro de 2020.
2. Bacterial volatiles: an eco-friendly alternative to inhibit sugarcane pathogens, GBmeeting UNICAMP 2020. Encontro anual do programa de pós-graduação em Genética e Biologia Molecular da UNICAMP, Campinas, Brasil, janeiro de 2020.
3. Matéria Orgânica do Solo: base para uma produção sustentável de biomassa, Escola Sirius para Professores do Ensino Médio (ESPEM 2020), Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), Campinas, Brasil, janeiro de 2020.
4. Structural and computational studies of glycoside hydrolase catalysis, Chemical and Structural Biology of IRB and IBMB-CSIC, Barcelona, Espanha, fevereiro de 2020.
5. World class R&D Center to support US Brazil partnerships, Seminar on Brazil-US Business Relations in Florida, Visita Presidencial aos EUA, março, 2020.
6. Rational design of heterologous xylose transporters, Institute of Integrative Biology, University of Liverpool, Liverpool, Inglaterra, março de 2020.
7. RenovaBio e Agricultura de Baixo Carbono, Ecosystema de Startups Inovadoras, FAPESP, Brasil, abril de 2020 (*on-line*).
8. Deciphering signaling molecules for a sustainable agriculture, Agroenviro workshop, maio de 2020 (*on-line*).

---

<sup>62</sup> <https://lnbr.cnpem.br>

9. Water, land and climate nexus of electricity from biomass, EGU General Assembly, European Geosciences Union, Austria, maio de 2020 (*on-line*).
10. Plataformas de Biotecnologia Industrial, Seminário Bioquímicos e Biomateriais: a inovação tecnológica na geração de soluções de baixo carbono da Frente Parlamentar Mista da Bioeconomia, Congresso Nacional, 10 de junho de 2020 (*on-line*).
11. Guidelines for Sugarcane Straw Removal: a Decision-Making Tool to Assessing the Potential and Availability of Biomass, e-EUBCE, 28th European Biomass Conference and Exhibition, França, julho de 2020 (*on-line*).
12. Debris in sugarcane bagasse and straw zoomed through microscale X-ray analyses, e-EUBCE, 28th European Biomass Conference and Exhibition, França, julho de 2020 (*on-line*).
13. Multi-scale understanding of mineral impurities in agroindustry residues: the cases of sugarcane bagasse and straw, e-EUBCE, 28th European Biomass Conference and Exhibition, França, julho de 2020 (*on-line*).
14. Yield Estimation and Water Use Efficiency for Sugarcane Production in Center-South Brazil, e-EUBCE, 28th European Biomass Conference and Exhibition, França, julho de 2020 (*on-line*).
15. Integration Strategies as a Solution for Biofuels Production, 2nd BIOEN Research Webinars – Biofuels Technologies: the Sustainability Challenge, FAPESP, Brasil, agosto de 2020 (*on-line*).
16. Participação no webinar “Capacidades brasileiras em ciência, tecnologia e inovação (CT&I) para bioeconomia” promovido pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) e o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), setembro de 2020 (*on-line*).
17. Escalonamento de Tecnologias, Biotech Meet-up Campinas, setembro de 2020 (*on-line*).
18. Breaking the Wall of Biocatalysis for a Sustainable Planet, Falling Walls Lab Brazil, German Centre for Research and Innovation São Paulo, Brasil, setembro 2020 (*on-line*).
19. Engenharia metabólica de leveduras: muito além do etanol, V Simpósio de Produção Vegetal e Bioprocessos Associados (UFSCar), setembro de 2020 (*on-line*).
20. Biotecnologia para o desenvolvimento econômico sustentável: da biologia sintética à escala industrial, 17ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT/MCTIC), outubro de 2020 (*on-line*).
21. A importância da inteligência artificial na biotecnologia, 17ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT/MCTIC), outubro de 2020 (*on-line*).

22. The impact of genetic and transcriptional instability on microbial phenotypes. Disciplina Seminários do Centro de Biologia Molecular e Engenharia Genética (NG234) do Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular, UNICAMP, Brasil, outubro de 2020 (*on-line*).
23. Desvendando os mecanismos moleculares de enzimas com aplicações biotecnológicas, Café virtual com o RH, CNPEM, outubro 2020 (*on-line*).
24. Evaluation of the antagonistic effect of volatile organic compounds on sugarcane pathogens, 11th Brazilian – German Frontiers of Science and Technology Symposium, outubro de 2020 (*on-line*).
25. Opportunities for Industrial Biotechnology Partnerships, Uso industrial de Biomassa, German-Brazilian Bioeconomy Workshop, GreenRio 2020, Rio de Janeiro, outubro 2020 (*on-line*).
26. Deciphering signaling molecules for a sustainable agriculture, Programa de Pós Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas (Esalq), outubro de 2020 (*on-line*).
27. Breaking the Wall of Biocatalysis for a Sustainable Planet, Falling Walls Conference 2020, Falling Walls Foundation, Berlim, Alemanha, novembro 2020 (*on-line*). (finalista global da categoria Emerging Talents 2020).
28. Directed evolution of C5 membrane transporters using synthetic protein libraries”, Institute of Integrative Biology, University of Liverpool, Liverpool, Inglaterra, novembro de 2020. (*on-line*)
29. Localization and speciation of carbon occluded in silica phytoliths from grasses as an initial step to quantify its global potential for soil carbon sequestration strategies, 30th Annual User’s Meeting (RAU), CNPEM, Campinas, Brasil, novembro de 2020 (*on-line*).
30. Minerals in sugarcane bagasse and straw: where and who are they? BBEST 2020-21/BIOFUTURE SUMMIT II. FAPESP, São Paulo, Brasil, novembro de 2020 (*on-line*).
31. Minicurso. Avaliação econômica em biorrefinarias, USP/Escola de Engenharia de Lorena, Brasil, novembro de 2020 (*on-line*).
32. Avaliação Tecnológica de Biorrefinarias: Produção de Etanol 2G a partir do Bagaço e da Palha da Cana-de-açúcar, Projeto Coffee-Science, Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Brasil, novembro de 2020 (*on-line*).
33. Avaliação Integrada - Impactos ambientais. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar (Cenicaña), Colômbia, novembro de 2020 (*on-line*).
34. Aplicações da crio-microscopia para elucidação de estruturas de CAZymes. Workshop do LNNANO sobre cryo-EM. Campinas, novembro, 2020.
35. Opportunities for Industrial Biotechnology R&D Partnerships between Sweden and Brazil, Sweden-Brazil Innovation Week, novembro de 2020 (*on-line*).

36. Calidad del suelo: atributos físicos, químicos y biológicos. Curso: Análisis de la utilización del rac como fuente alternativa para la cogeneración. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar (Cenicaña), Colômbia, dezembro de 2020 (*on-line*).
37. Emisión de gases de efecto invernadero desde el suelo. Curso: Análisis de la utilización del rac como fuente alternativa para la cogeneración. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar (Cenicaña), Colômbia, dezembro de 2020 (*on-line*).
38. Biocatálise e plataformas microbianas. Palestra para o programa de pós-graduação de biotecnologia da USP Ribeirão Preto, dezembro de 2020 (*on-line*)
39. Expandindo a fronteira da Biocatálise na glicobiologia. INRA, França, dezembro de 2020 (*on-line*)
40. Participação no painel Fronteiras da Sustentabilidade e Tecnologia, Fórum Global de Inovação e Tecnologia em Sustentabilidade, Rio de Janeiro, Brasil, dezembro de 2020 (*on-line*).

#### 3.5.2. Ações de Capacitação

Os cursos da capacitação oferecidos pelo LNBR são essencialmente práticos o que prejudicou a realização das edições previstas durante a pandemia. A seguir maiores detalhes do curso realizado.

##### *Curso de Caracterização Química de Bagaço e Palha de Cana-de-Açúcar*

No início deste ano o LNBR promoveu uma edição do **Curso de Caracterização Química de Bagaço e Palha de Cana-de-açúcar**<sup>63</sup>, no mês de fevereiro. Nos três dias de duração de cada edição são apresentados conceitos envolvendo a metodologia analítica, bem como os cálculos utilizados para balanço de massa no processo. O curso tem como público-alvo alunos de graduação, pós-graduação e profissionais cujos estudos se relacionem com o processamento de biomassas. Ao todo, o curso capacitou sete participantes (Figura 90).

---

<sup>63</sup> <http://pages.cnpem.br/cursodecaracterizacao>.



Figura 90. Equipe e participantes das edições do Curso de Caracterização Química de Bagaço e Palha de Cana-de-Açúcar.

### 3.5.3. Orientação e Supervisão

O LNBR/CNPEM apresenta contínuo esforço na formação de pesquisadores e jovens cientistas. Neste ano o LNBR orientou e supervisionou 60 bolsistas, sendo 13 de pós-doutorado, 25 de doutorado, 7 de mestrado e outros 17 jovens associados a outras modalidades de bolsas. Foram também supervisionados 4 estagiários de nível superior. Cerca 42% dos bolsistas do LNBR/CNPEM são de doutorado e pós-doutorado o que reflete a prioridade atual do Laboratório na orientação e supervisão de alunos com maior experiência científica. O apoio à formação de alunos de pós-graduação ocorre por meio do credenciamento de pesquisadores do LNBR/CNPEM como orientadores em Programas de Pós-graduação regulares de instituições de ensino e pesquisa. Os colaboradores também participaram de 27 bancas de avaliação de trabalhos acadêmicos, incluindo qualificações e defesas de mestrado e doutorado. A seguir, alguns destaques dessas ações neste ano:

1. Conclusão de estágio de pesquisa no exterior (PEBE/FAPESP) “Identification of bacterial volatiles through HS-SPME/GC-MS” do mestrando Bruno Henrique Silva Dias, no Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology – KRIBB (Coreia do Sul), (novembro de 2019 a janeiro de 2020).
2. Conclusão de estágio em pesquisa no exterior (Pós-doutorado) “Directed evolution of membrane transporters using synthetic protein libraries” do doutor Leandro Vieira dos

Santos na Universidade de Liverpool financiado pelo BBSRC (março de 2020 a agosto de 2020).

3. Conclusão do projeto de pesquisa de pós-doutorado “Avaliação de estabilizadores moleculares para lignina durante o processo de pré-tratamento de bagaço de cana-de-açúcar na produção de etanol de segunda geração/biorrenováveis” do doutor Henrique Tadeu Castro Cardias.
4. Conclusão do projeto de pesquisa de pós-doutorado no CNPEM “An integrated approach to explore a novel paradigm for biofuel production from lignocellulosic” da doutora Livia Beatriz Brenelli de Paiva.
5. Defesa de tese de doutorado " Bases moleculares da degradação e metabolismo de N-glicanos pela bactéria probiótica *Bifidobacterium longum* " no Instituto de Biologia, UNICAMP, da aluna Rosa Lorizolla Cordeiro
6. Defesa de dissertação de mestrado " Genetic engineering of *Saccharomyces cerevisiae* for co-fermentation of xylose and glucose to second generation ethanol production" no Departamento de Genética e Biologia Molecular, UNICAMP, do aluno João Gabriel Ribeiro Bueno (fevereiro de 2020).
7. Conclusão de bolsa de treinamento técnico (TT3/FAPESP), “Balanço de gases de efeito estufa associado ao ciclo de vida da produção de bioenergia sob diferentes cenários de remoção da palha de cana-de-açúcar no Brasil” do bolsista Leandro Carneiro Barbosa.
8. Conclusão do projeto de iniciação científica " Estudo de xilose isomerases psicrófilas provenientes do metagenoma de solo da Antártica" da aluna Luiza Hesketh Gomes.
9. Conclusão do projeto de iniciação científica "Abordagens in silico para análises multi-ômicas de comunidades microbianas visando explorar novas estratégias de desconstrução de biomassa lignocelulósica" da aluna Ana Carolina Teixeira.
10. Conclusão do projeto de iniciação científica "Fracionamento físico do carbono orgânico em solos agrícolas cultivados com cana-de-açúcar sob remoção da palha" da aluna Aline Barbosa de Oliveira.
11. Conclusão do projeto de iniciação científica " Avaliação do efeito inibitório dos produtos de degradação de materiais lignocelulósicos no metabolismo de leveduras *Saccharomyces cerevisiae* geneticamente modificadas " do aluno Gabriel Antônio de Oliveira Bariani.
12. Conclusão do projeto de iniciação científica PIBIC/CNPq "O uso da biotecnologia no biocontrole de fitopatógenos da cana-de-açúcar " da aluna Maria Vitoria Rodrigues.
13. Conclusão do projeto de iniciação científica FAPESP "Screening de bactérias que promovem o crescimento de *Setaria viridis* através de compostos orgânicos voláteis" do aluno Guilherme Masiero.
14. Conclusão de estágio de Gabriel Palma Petrielli no âmbito do Programa Unificado de Estágios (PUE/CNPEM), “Avanços metodológicos na representação computacional do modelo de estimativa da produtividade de cana-de-açúcar”.
15. Conclusão de estágio de Guilherme Correia no âmbito do Programa Unificado de Estágios (PUE/CNPEM), “Análise de produtividade e eficiência do uso da água no cultivo de cana-de-açúcar utilizando modelagem agroambiental e pegada hídrica”.

16. Conclusão de estágio de Victor Ferreira Maciel no âmbito do Programa Unificado de Estágios (PUE/CNPEM), "Estabilidade do carbono em solos agrícolas tropicais: mecanismos e abordagens de avaliação".
17. Conclusão de estágio de Rebeca Souza de Andrade no âmbito do Programa Unificado de Estágios (PUE/CNPEM), "Aproveitamento de subprodutos da indústria sucroalcooleira para produção de proteína unicelular".
18. Conclusão de estágio de Felipe Gianasi no âmbito do Programa Unificado de Estágios (PUE/CNPEM), "Suporte à análise de viabilidade econômica de projetos com produção de eletricidade a partir da palha de cana-de-açúcar no contexto do Projeto SUCRE".
19. Conclusão de estágio de Wilson Bononi no âmbito do Programa Unificado de Estágios (PUE/CNPEM), "Calculadora Sucre: Estimativa de custos de recolhimento da palha de cana-de-açúcar".
20. Conclusão de estágio de Ícaro Fier no âmbito do Programa Unificado de Estágios (PUE/CNPEM), "Desenvolvimento de uma plataforma microbiana para engenharia de transportadores C5 usando CRISPR/Cas9".
21. Conclusão de projeto do programa Bolsas de Verão " Estudos funcionais e estruturais de uma hidrolase glicosídica produzida pela bactéria probiótica *Bifidobacterium longum*" da aluna Fabiane Stoffel.
22. Prêmio Students Awards, "Guidelines for Sugarcane Straw Removal: A Decision-Making Tool for Assessing the Potential and Availability of Biomass" na 28th European Biomass Conference & Exhibition (EUBCE), realizada online. Lauren Maine Santos Menandro.
23. Prêmio de melhor trabalho na área temática de Biotecnologia: "Xilose isomerase: uma velha enzima sob uma nova perspectiva" durante a 10ª Semana de Biotecnologia Industrial realizada em Lorena, Brasil. Renan Yuji Miyamoto.
24. Prêmio de melhor trabalho: "Elucidation of the molecular bases of arabinose and xylose fermentation in *Saccharomyces cerevisiae* strains" durante o II GBMeeting: Encontro da Pós Graduação em Genética e Biologia Molecular realizado em Campinas, Brasil. Paulo Emílio dos Santos Costa.
25. Prêmio de terceiro lugar no Evento promovido pela Springer Nature para os finalistas do Falling Walls "Workshop Publishing Research and Communicating Science with Impact" durante o Falling Walls 2020 realizado on-line. Mariana A. B. de Moraes.
26. Prêmio: Classificação no "Bioeconomy Youth Champions", competição internacional promovida pelo Global Bioeconomy Summit na edição online de 2020. Mateus Ferreira Chagas.

## 4. LABORATÓRIO NACIONAL DE NANOTECNOLOGIA

### 4.1. O LNNano em 2020

Devido a pandemia provocada pela COVID-19 tivemos um ano de atividades atípico, com baixo atendimento a usuários externos ao CNPEM. Entretanto, mantivemos vivas nossas atividades de pesquisa e de projetos de inovação tecnológica, como descritas neste relatório.

Este foi um momento para melhor alinharmos os projetos internos no campo da Saúde, Energia e Meio Ambiente. Realizamos mais de 50 palestras dedicadas às atividades em temas ligados aos nossos objetivos. Importante destacar que embora estivéssemos na maior parte do tempo fechados para os usuários externos, projetos de pesquisa relacionadas à COVID-19 foram aceitos em processo “fast track”. Destaca-se a pesquisa realizada em colaboração com UNICAMP, LNBio e LNLS onde nossos pesquisadores participaram na preparação de diversas amostras do vírus SARS-COV2 por ultramicrotomia e caracterização por microscopia de varredura e transmissão eletrônica. Em conjunto com a Universidade Federal do ABC, nossos pesquisadores tiveram uma proposta contemplada no edital CAPES-Pandemias e um projeto CNPq-MCTI para pesquisa em dispositivos para diagnóstico de COVID-19.

No que diz respeito à infraestrutura, nesse período finalizamos as “*facilities*” da plataforma de nanotoxicologia. Nosso objetivo é contribuir com empresas que buscam inovar via insumos e dispositivos na nano-escala e com a pesquisa do setor acadêmico. Proporcionaremos apoio técnico-científico, protocolos em nano segurança, harmonização e regulamentação dos insumos. Dentro do programa de ampliação das instalações de Micro e Nano fabricação, aumentamos as competências em deposição de filmes finos e adquirimos um sistema avançado por técnicas de *sputtering*, cujo diferencial é a realização de múltiplas deposições simultaneamente. Visando a melhoria de nossas instalações de caracterizações elétricas adquirimos um PPMS (*Physical Property Measurement System*). Este equipamento foi aberto em agosto, operando com temperatura de 50mK e campos magnéticos de 14T. Vale destacar que mesmo nesse período, finalizamos a construção de uma nova área dedicada à nanofabricação de 238m<sup>2</sup>, com classes de limpeza ISO6 e ISO7. Hoje, podemos afirmar que essas *facilities* de nano-fabricação que estamos construindo será um diferencial importante na pesquisa de materiais avançados (*Quantum-Materials*).

Importante destacar que nossas atividades de pesquisa, seguindo todas as normas de segurança sanitária, sofreram pouca descontinuidade. Foram publicados pelo LNNano mais

de 65 artigos, 50% deles contido nos Q1 (1º quartil), e 150 artigos publicados pelos usuários externos. No que diz respeito à Inovação Tecnológica, demos continuidade às atividades e tivemos 5 patentes depositadas e 10 projetos em andamento.

*Adalberto Fazzio*  
**Diretor do LNNano**

## 4.2. Instalações Abertas a Usuários Externos

Em 2020 tivemos um ano atípico em decorrência da pandemia provocada pelo novo coronavírus. Devido ao isolamento social imposto para conter a propagação do vírus, interrompemos a maioria das atividades, em especial o atendimento aos usuários externos. Ainda assim, com o esforço da equipe do LNNano, mantivemos abertas algumas instalações dando apoio às pesquisas relacionadas ao novo vírus. Atendemos pesquisadores internos do LNBio e pesquisadores de universidades. Isso mostra a atitude positiva da equipe do LNNano em dar apoio à comunidade interna e externa neste momento de dificuldade. A seguir relatamos os acontecimentos nas instalações abertas durante o período.

### 4.2.1. Microscopia Eletrônica e Microscopia de Força Atômica

Neste ano de 2020 as instalações de Microscopia eletrônica, Criomicroscopia e Microscopia de Força Atômica, que compõem a Divisão de Caracterização, receberam 147 propostas, de todas as regiões do país além da América Latina e Europa. As propostas avaliadas por *Fast-Track*, que possui regras diferenciadas e limitando o número de amostras, permaneceram sendo avaliadas somente pelo Comitê Científico interno da Divisão de Caracterização. Neste processo foram atendidas propostas para a microscopia eletrônica, atendendo a demandas emergenciais de usuários, como por exemplo, análises preliminares para dar direção a novas pesquisas, bem como projetos já em fase de conclusão ou complementação de artigo já submetido. Para esses casos as análises rápidas (*fast-track*) são fundamentais para complementar ou concluir resultados previamente obtidos.

A operação nas instalações sofreu alteração temporária, suspendendo grande parte dos atendimentos a usuários externos e focando suas atividades na área da saúde (especialmente SARS-CoV-2). Até meados de março as instalações operaram com o atendimento dentro do esperado e a partir do mês de abril, devido à quarentena, foram realizadas atividades de manutenção dos equipamentos, otimização e melhorias técnicas, além de demandas internas e do MCTI em projetos relacionados à COVID-19. As instalações receberam diversas propostas relacionadas ao tema, de pesquisadores do país envolvendo universidades como UFRJ, USP, UNICAMP além dos laboratórios internos do CNPEM - o LNBio e LNLS. Os especialistas do LNNano realizaram o preparo e análise por microscopia eletrônica de varredura e de transmissão de diferentes amostras do vírus SARS-CoV-2 (ver detalhes na sessão Destaque Covid).

Ressaltamos que nenhuma das propostas externas deixou de ser avaliada durante o período de quarentena. Dentre as propostas que foram interrompidas durante este período, 36 foram selecionadas de acordo com o maior fator de impacto pela avaliação do Comitê

Científico para ainda serem realizada neste ano. A retomada da execução das propostas de usuários externos teve início em outubro e foi finalizada em dezembro.

Dentre as várias melhorias na infraestrutura, técnicas e aprimoramentos durante a quarentena, podemos destacar algumas delas: a compra de um novo microscópio eletrônico de duplo feixe; a expansão do Cluster Mendeleev que dá um suporte de alta performance no armazenamento e processamento de dados de usuários de microscopia eletrônica; protocolo para aquisição e processamento de dados de tomografia de elétrons; desenvolvimento de novas metodologias no preparo de amostra por FIB (*Focused Ion Beam*); comissionamento da técnica *in situ* em célula líquida, a calibração do sistema *in situ* de célula de aquecimento; além do desenvolvimento da técnica de caracterização do SARS-CoV-2 por microscopia eletrônica. Todas essas melhorias estão agora disponibilizadas aos usuários, dando um suporte mais qualificado nas pesquisas que serão submetidas ao LNNano (detalhes informados na sessão Infraestrutura, Operação, Melhorias Técnicas).

Um destaque de usuários externos foi capa de revista em 2020. O trabalho intitulado “Exaptation of two ancient immune proteins into a new dimeric pore-forming toxin in snails”<sup>64</sup> (Figura 91) apresenta a estrutura tridimensional de PmPV2, uma toxina MACPF dos ovos de caramujo-maçã, que pode afetar os sistemas digestivo e nervoso de predadores em potencial com resolução de 17,2 Å, determinada por microscopia eletrônica de coloração negativa e sua estrutura de solução por espalhamento de raios-X de pequeno ângulo (SAXS). Este trabalho apresentou uma importante descoberta de que os PV2s que diferem de quase todos os MACPFs em dois aspectos: é um dímero em solução e os protômeros combinam duas proteínas imunes em uma toxina AB. A cadeia MACPF está ligada por uma única ligação dissulfeto a uma cadeia de taquilectina, e dois heterodímeros são dispostos cabeça com cauda por forças não covalentes na proteína nativa. O domínio MACPF é fundido com um novo domínio Ct-acessório putativo exclusivo para invertebrados. A taquilectina é uma hélice  $\beta$  de seis lâminas, semelhante às tectoninas animais. Estes detalhes foram validados experimentalmente e demonstrados pela primeira vez que os PV2s são verdadeiras toxinas formadoras de poros. A subunidade de entrega de taquilectina "B" se ligaria às membranas alvo, e então a subunidade tóxica MACPF "A" iria romper as bicamadas lipídicas formando poros grandes, alterando a condutância da membrana plasmática. Esses resultados indicam que a toxicidade do PV2s evoluiu ligando duas proteínas imunes, onde suas funções preexistentes combinadas deram origem a uma nova entidade tóxica com um novo papel na defesa contra a predação. Essa estrutura é um exemplo incomparável de exaptação de proteínas.

---

<sup>64</sup> Giglio, Matías L. et al. Exaptation of two ancient immune proteins into a new dimeric pore-forming toxin in snails. *Journal of Structural Biology*, p. 107531, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jsb.2020.107531>

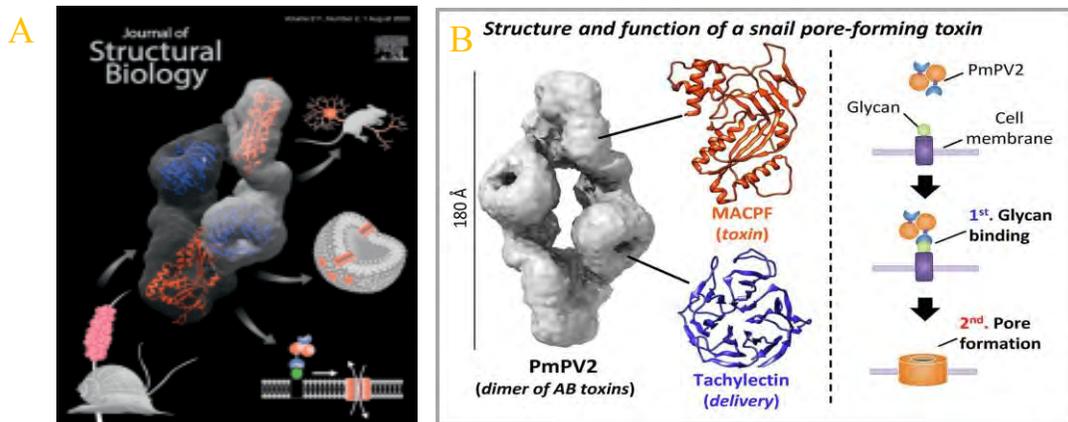


Figura 91. A) Imagem do artigo que foi capa da revista “Journal of Structural Biology”, Volume 211, Issue 2, 1 August 2020, 107531, (B) Resumo gráfico do artigo. (Ref. “Exaptation of two ancient immune proteins into a new dimeric pore-forming toxin in snails”.

#### 4.2.2. Materiais Nanoestruturados

O atendimento à área de Materiais Nanoestruturados tem três equipamentos disponibilizados para usuários externos: o microtomógrafo (MicroCT) de raios X, o espectrômetro de fotoelétrons excitados por raios X (XPS) e o difratômetro de raios X. O ano de 2020 foi atípico devido à suspensão do atendimento a usuários por aproximadamente 6 meses. Além disso, dois dos equipamentos, XPS e DXP, que estão inoperantes mesmo com a volta às atividades. Em particular, no caso do espectrômetro de fotoelétrons excitados por raios-X (XPS) do LNNano, um projeto FAPESP dentro da linha de reparos foi aprovado no primeiro semestre desse ano (Processo FAPESP 2020/02390-4). No entanto, em virtude da Pandemia ainda não foi possível realizar a manutenção, pois a equipe de especialistas é proveniente do exterior. No caso do DRXP, também foi enviado um projeto para reparo na chamada FINEP/2020 e ainda aguarda o resultado. Apesar deste cenário atual, bons números foram alcançados em termos de publicação científica: 56 artigos foram publicados com resultados obtidos nas instalações (XPS = 41, MicroCT = 10 e DRXP = 5).

A seguir, destacam-se resultados publicados em 2020 oriundos das pesquisas realizadas nesta instalação.

No trabalho intitulado “Naturally Hydrophobic Foams from Lignocellulosic Fibers Prepared by Oven-Drying<sup>65</sup>”, publicado na *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, pesquisadores

<sup>65</sup> Ferreira, E. S., Cranston, E. D., & Rezende, C. A. Naturally hydrophobic foams from lignocellulosic fibers prepared by oven drying. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 8, 22, 8267–8278, 2020.

da Universidade Estadual de Campinas em colaboração com a University of British Columbia do Canadá utilizaram dados de microtomografia na investigação da porosidade de espumas lignocelulósicas obtidas a partir de bagaço de cana-de-açúcar. A técnica de microtomografia contribuiu para a caracterização 3D desses materiais renováveis e suas perspectivas em aplicações para remediação ambiental e embalagens.

No trabalho intitulado “A comprehensive study on the effects of gamma radiation on the physical properties of two-dimensional WS<sub>2</sub> monolayer semiconductor<sup>66</sup>”, publicado na revista *Nanoscale Horizons*, pesquisadores da Universidade de Brasília utilizaram os dados de alta resolução de W e S para determinar a redução da fotoemissão em função da dose da radiação gama.

O trabalho “Residual Stress Characterization by X-Ray Diffraction and Correlation with Hardness in a Class D Railroad Wheel<sup>67</sup>”, publicado no *Journal of Materials Engineering and Performance*, e desenvolvido por pesquisadores da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade de Campinas (UNICAMP), utilizou resultados obtidos por pela técnica de DRX para determinar o stress residual em aço classificado comercialmente com 7D e 7C. O estudo teve como objetivo compreender o stress sofrido pelas de locomotivas e vagões de trem durante a frenagem. Esse tipo de pesquisa é essencial para garantir a segurança e durabilidade dos materiais empregados nesse tipo de transporte.

#### 4.2.3. Dispositivos e Microfabricação

A infraestrutura de salas limpas da divisão atende às necessidades da área de microfabricação de dispositivos, que envolve deposição de filmes finos, processos de corrosão e fotolitografia. Além da fabricação de dispositivos, que ocorre em ambientes de sala limpa classificados como ISO 5, ISO 6 e ISO 7, conforme estabelecido pela norma ISO 14644-1, os usuários podem utilizar um conjunto de equipamentos dedicados à caracterização elétrica, incluindo caracterização em baixas temperaturas (até 50 mK) e altos campos magnéticos ( $\pm 14$  T, que proporciona a possibilidade de estudar fenômenos de transporte eletrônico únicos). É possível realizar também, a caracterização topológica da superfície por meio de um microscópio confocal a laser (LSCM), que está instalado dentro da área limpa ISO 7, garantindo um controle de parâmetros como umidade, temperatura e

---

<sup>66</sup> Felix, Jorlandio Francisco et al. A comprehensive study on the effects of gamma radiation on the physical properties of a two-dimensional WS<sub>2</sub> monolayer semiconductor. **Nanoscale Horizons**, 2020, v. 5, n. 2, p. 259-267.

<sup>67</sup> Rezende, A. B. et al. Residual Stress Characterization by X-Ray Diffraction and Correlation with Hardness in a Class D Railroad Wheel. **Journal of Materials Engineering and Performance**, 2020, v. 29, n. 9, p. 6223-6227.

número de particulados. A instalação, além da execução das propostas multidisciplinares, capacita os usuários nas técnicas disponíveis.

A agenda DSF-LD (Laboratório de Dispositivos) recebeu e realizou um total de 10 propostas para utilização das diversas ferramentas e técnicas disponíveis, que inclui os processos de micro fabricação, perfilometria confocal a laser (LSCM) e caracterização elétrica. A projeção esperada para este ano era de superar o número de propostas do ano de 2019 (24 propostas para o período). Mesmo com as limitações impostas pela pandemia de COVID-19, o número de propostas realizadas para este ano foi similar ao do ano anterior.

Assim como nas demais instalações, o ano de 2020 foi atípico devido a pandemia do COVID-19. As atividades relacionadas à instalação aberta a usuários externos foram fechadas em meados de março, só retornando com restrições no mês de outubro.

### 4.3. Pesquisa e Desenvolvimento in-house

Em 2020 os 13 pesquisadores do LNNano mantiveram suas atividades em pesquisas internas o que resultou em mais de 65 artigos publicados, que serão apresentados no Anexo III. A atuação do LNNano tem se intensificado nos campos de Saúde, Energia e Meio-Ambiente, atuando nessas áreas de forma interdisciplinar. A seguir estão descritos os projetos dentro da estrutura programática atual.

#### 4.3.1. Programa Caracterização em Nano Escala

O projeto **“Estudo por microscopia eletrônica de transmissão em nucleação e cristalização de materiais: aspectos cinéticos e termodinâmicos”** visa utilizar a microscopia eletrônica de transmissão *in situ* para estudar o processo de nucleação e crescimento em escala nanométrica.

O processo de nucleação é tradicionalmente explicado pela equação da energia livre de Gibbs do sistema. Utilizando-se esta equação, calcula-se o valor da energia necessária (barreira termodinâmica) para que um embrião se torne um núcleo estável. Acredita-se que este núcleo estável possua poucos nanômetros de diâmetro, sendo este tamanho conhecido como “tamanho crítico”. Os embriões maiores do que o tamanho crítico se tornam núcleos e crescem livremente por difusão/incorporação (processos atomísticos) dos elementos da matriz ou do meio. Os embriões menores do que o tamanho crítico se dissolvem na matriz, sendo o seu crescimento determinado por processos estocásticos.

Este projeto visa estabelecer as bases para um amplo estudo sobre transformação de fase, através do uso da microscopia eletrônica de transmissão *in situ*. Inicialmente, abordará o entendimento do processo de nucleação em vidros ou metais amorfos. Nucleação em

sólidos inorgânicos amorfos também poderão ser estudados, acoplando técnicas “in situ” em criomicroscopia e difração de raios-X.

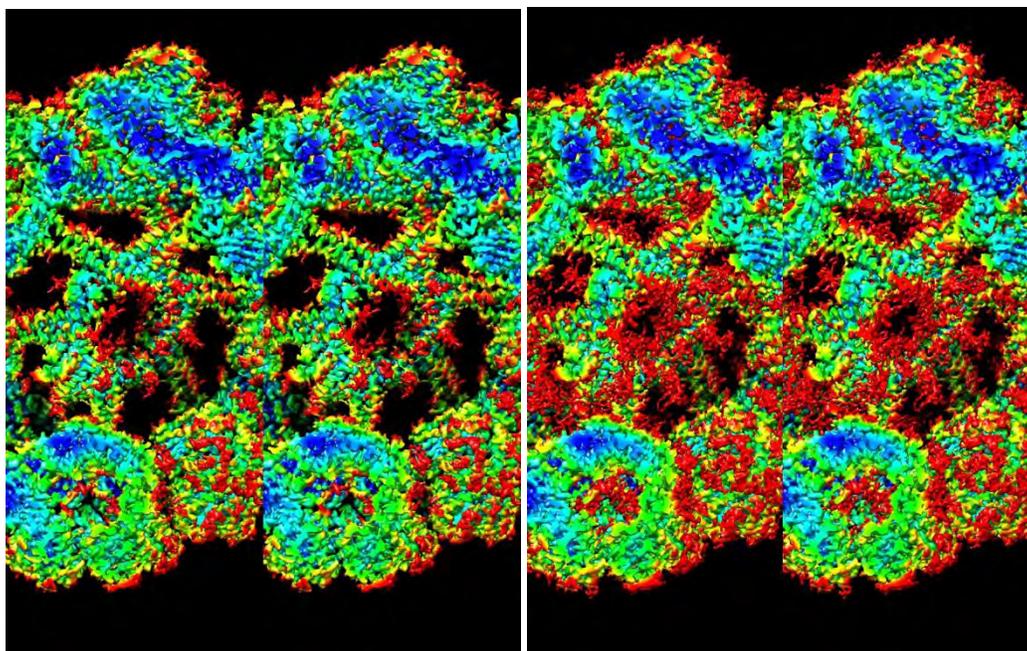
As amostras de vidro preparadas por FIB quebraram durante a manipulação e novas amostras precisam ser preparadas. Novas amostras serão preparadas, aquecidas *in-situ* e os resultados serão analisados. Além disso, amostras de filme finos metálicos amorfos de TiSi foram crescidas e caracterizadas. A partir destas caracterizações o artigo “Characterization of glass titanium silicon at different compositions grown by thermal evaporation and sputtering techniques” está em processo final de escrita.

Devido a pandemia, quebra de equipamento e erro de calibração do porta-amostra *in situ* o projeto não caminhou a contento. Contudo, como mostrado acima, foi elaborado um artigo sobre filme metálico amorfo (TiSi) crescido no laboratório e que será utilizado para estudo de nucleação. Ao longo de 2021 serão realizadas as medidas planejadas em 2020.

O projeto “**Desenvolvimento de metodologias para processamento de dados de criomicroscopia eletrônica de partículas isoladas**” busca o desenvolvimento de novos métodos de processamento que explorem a informação presente em grandes conjuntos de dados de criomicroscopia e sejam capazes de elucidar questões relacionadas à heterogeneidade estrutural dos mesmos.

Neste trabalho, foi desenvolvido um novo algoritmo para avaliar a resolução local cruzada, que permite a comparação de estruturas de macromoléculas. Este estudo desenvolveu-se a partir de uma nova percepção e perspectiva sobre o tema de obtenção e transferência de informação. Essa nova abordagem é resultado de pesquisas realizadas ao longo de 2019-2020, em uma colaboração científica com o Dr. Michael Schatz da Image Science em Berlin, Alemanha. O trabalho se baseia no entendimento de que a teoria de Claude Shannon (1948) serve apenas para quantificar a perda de sinal em um ambiente de sinal-ruído alto. Sendo assim, a teoria não serve para quantificar todas as formas de informações desconhecidas, o que é crítico por exemplo para a microscopia, mas também para todos os modos de coleta de novos dados, como por exemplo a tomografia biomédica. Antecipamos um grande interesse por essa tecnologia em geral; uma patente provisória for registrada nos Estados Unidos.

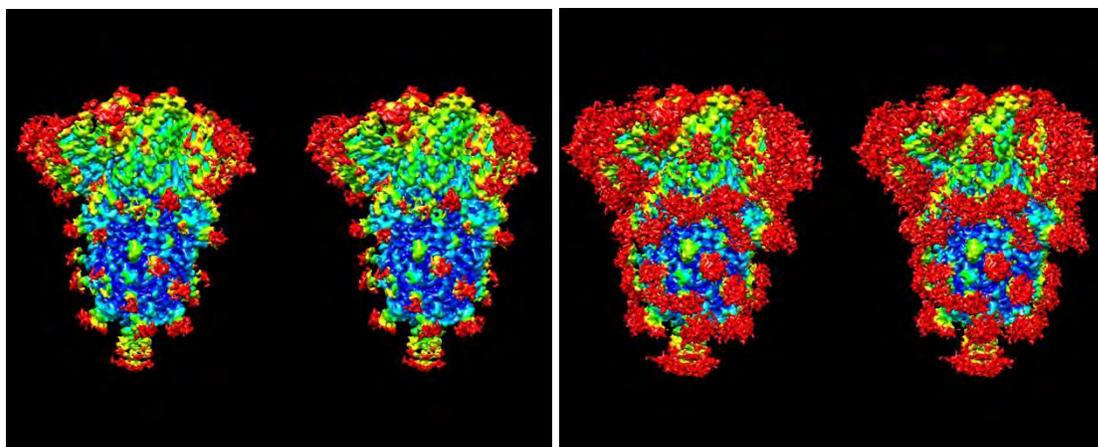
Publicação preliminar: Van Heel M, Schatz M: Information: to Harvest, to Have and to Hold. *arXiv* (2020) <https://arxiv.org/abs/2009.03223> - Youtube: (<https://www.youtube.com/watch?v=1C3mgmwVxKY>)



A

B

Figura 92 Imagens estereográficas da hemoglobina de *L. terrestris* coloridas com base na nova métrica de informação local LID (“Local Information Density”). O conjunto estereográfico na esquerda (A) foi mostrado com um valor limiar mais alto, mostrando menos glicosilação (em vermelho) do que está sendo mostrado no conjunto da direita (B).



A

B

Figura 93 Visualização da glicosilação do complexo “spike” do vírus SARS-CoV-2 usando a nova métrica de informação local: LCID (“Local-Cross-Information-Density”). Estas visualizações estereográficas do mapa de densidade EMD-21452 foi colorida usando a LCID entre as deposições (EMD-21452) e (EMD-11332) do EMDB. O conjunto estereográfico na esquerda (A) foi mostrado com um valor limiar mais alto, mostrando menos glicosilação (em vermelho) do que está sendo mostrado no conjunto da direita (B).

O projeto “**Desenvolvimento de metodologias orientadas para otimização e integração de instrumentação**” visa propor novas metodologias nas áreas de normalização de dados de

câmeras, correção da função de transferência de contraste (CTF), integração de teorias de análise espectral de imagens (*P-spectrum* e *S-spectrum*) em microscopia e alinhamento de filmes de dados obtidos por detectores diretos. Em 2019, foram obtidos resultados preliminares de análise da qualidade dos dados, utilizando-se nova metodologia de análise espectral, desenvolvida especificamente para coletas de filmes ("*movie-mode*"). Com essa análise foi diagnosticada uma instabilidade no ajuste de astigmatismo do Titan Krios G3i (Thermo Fisher Scientific), esta instabilidade foi corrigida no fim do ano 2019 liberando a instrumentação para coleta de dados em alta resolução.

As novas métricas de informação introduzidas no fim de 2019, inclusive a FSI (Fourier Shell Information), permitem uma estratégia objetiva para uma coleção de dados mais eficiente, porque agora podemos definir a necessidade de coletar informação específica. Por exemplo, podemos definir a quantidade de informação que ainda falta em uma faixa de resolução específica (Figura 94). As novas métricas de informação: FSI e a FSIr são baseadas na FSC clássica (Van Heel M, Schatz M: Information: to Harvest, to Have and to Hold. arXiv (2020) <https://arxiv.org/abs/2009.03223>).

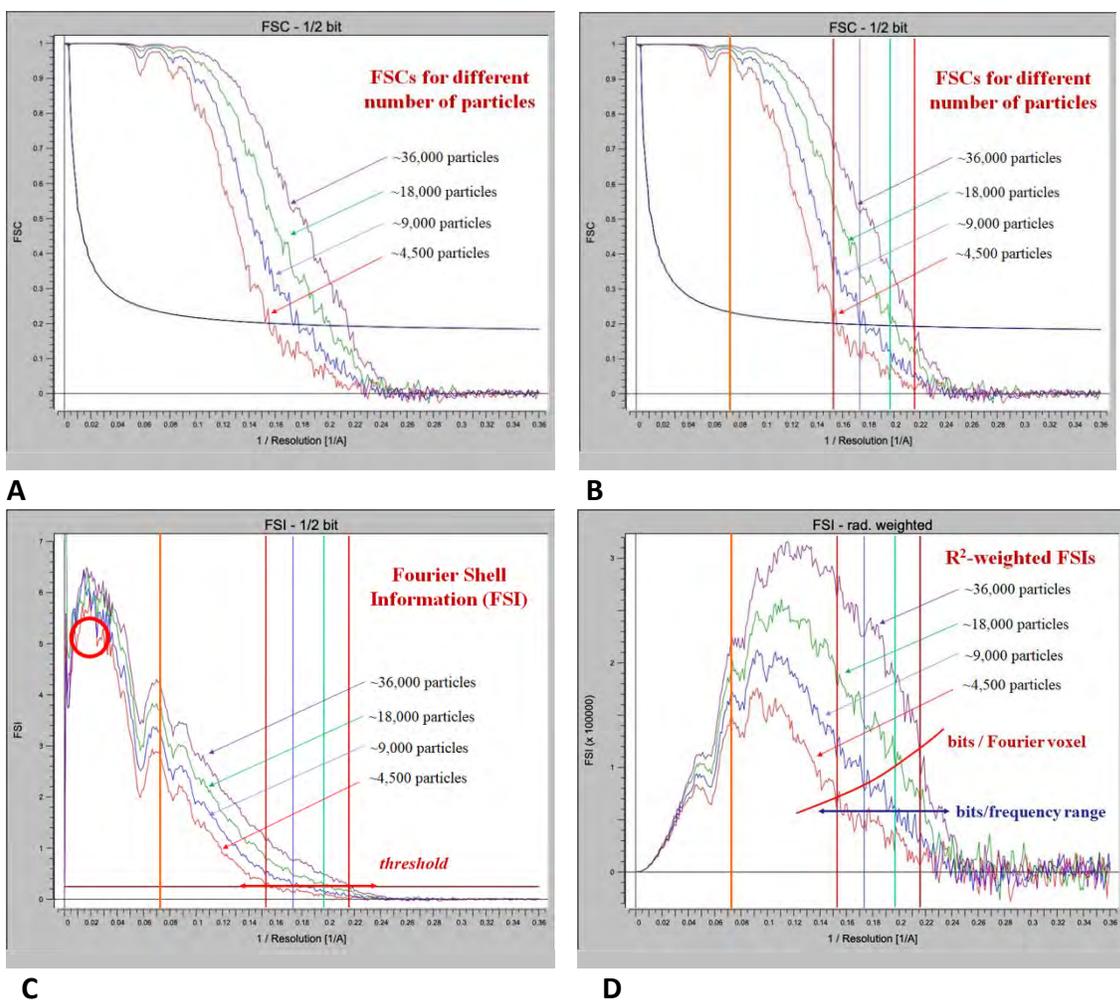


Figura 94. A FSC clássica, comparada com a FSI e a FSI<sub>r</sub>, em função do tamanho do conjunto de dados. A-B) A métrica clássica da FSC (Fourier Shell Correlation) começa com o valor de “1” e gradualmente diminui para finalmente oscilar ao torno do valor “zero”. O critério de ½-bit define em que resolução uma quantidade suficiente de informação foi acumulada. Quatro grupos de dados homogêneos foram analisado aqui: cada grupo tendo o dobro do tamanho do grupo anterior. C) A curva da FSI começa com zero, mas rapidamente chega a um valor máximo. A FSI em baixas frequência representa desproporcionalmente os dados associados as frequências baixas simplesmente porque há pouca informação nos anéis de baixa frequência no espaço Fourier (círculo vermelho). D) A melhor representação da informação coletada é obtida multiplicando-se o valor da FSI por  $r^2$ . Isso porque cada “shell” em 3D acomoda um nível de informação proporcional ao número de voxels que contém ( $r^2$ -ponderação FSI: FSI<sub>r</sub>). (Ver a publicação para os detalhes).

O projeto “*Estudos estruturais de alta resolução por criomicroscopia eletrônica de partículas isoladas*” visa a obtenção de informação estrutural de alta resolução de complexos macromoleculares por criomicroscopia de partículas isoladas. Para isso, trabalha-se em cooperação com outros grupos de biologia estrutural do CNPEM, particularmente LNBio e LNBR, e com grupos de pesquisa externos. O principal equipamento utilizado para a obtenção dos dados de criomicroscopia é o criomicroscópio eletrônico de transmissão Titan Krios G3i. Este equipamento entrou em operação de rotina no início de 2020, após a solução de instabilidades que impossibilitavam a realização de coletas de dados de criomicroscopia de partículas isoladas. Neste ano, as atividades de

coleta de dados foram interrompidas por vários meses, tendo impactado no andamento das coletas. Ainda assim, foram realizadas coletas de dados de diferentes projetos que vêm sendo desenvolvidos juntamente com o LNNano. Os dados coletados estão sendo processados para obtenção dos mapas de densidade e modelos estruturais. Os projetos estão em diferentes níveis de desenvolvimento, mas já apresentam resultados que se mostram promissores. A Figura 95 (A) mostra a distribuição de valores de resolução dos mapas obtidos até o momento. Os valores obtidos estão distribuídos entre 2.7 Å e 4.4 Å, sendo a maioria com resolução melhor do que 3.5 Å, compatível com os resultados esperados para a infraestrutura instalada no LNNano. A Figura 95 (B) mostra um detalhe de mapa e modelo estrutural com 2.7 Å de resolução (colaboração com o grupo do Dr. Mario Murakami – LNBR). Os dois mapas com resolução pior do que 3.5 Å são partículas virais, que tipicamente apresentam valores dessa ordem. Um destes estudos, realizado juntamente com o grupo do Dr. Rafael Marques (LNBio), visa a elucidação da estrutura do vírus Mayaro e teve seus resultados depositados nas bases de dados estruturais, o *pre-print* e artigo submetidos<sup>68</sup>.

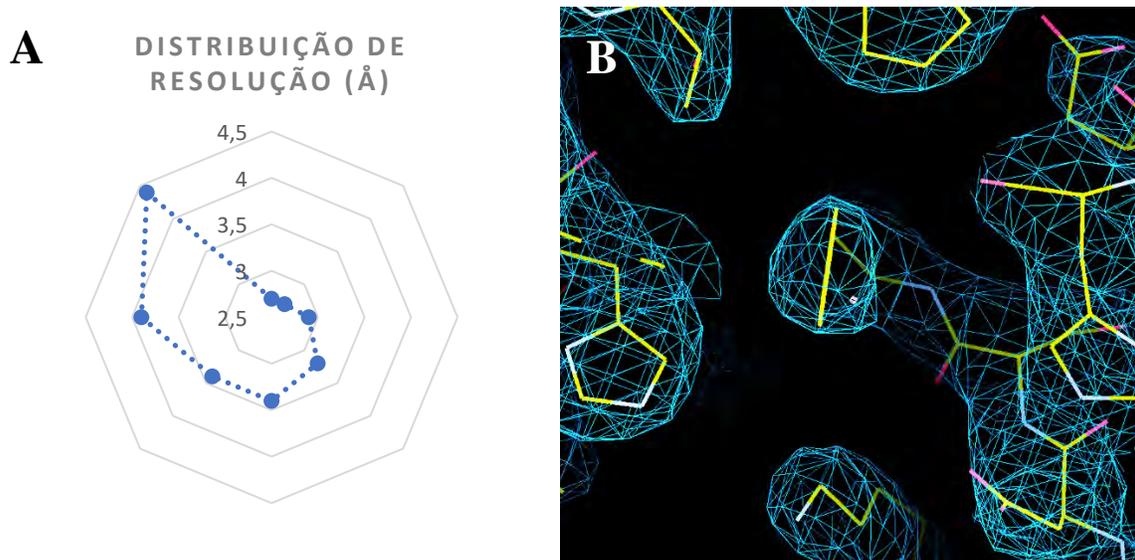


Figura 95. (A) distribuição dos valores de resolução obtidos até o momento no processamento de dados coletados no Titan Krios G3i, para um conjunto de proteínas em estudo. Os pontos indicam a resolução obtida no processamento de uma proteína específica, sendo a maior parte melhor do que 3.5 Å. (B) Detalhe de mapa e modelo estrutural com 2.7 Å de resolução (colaboração com o grupo do Dr. Mario Murakami – LNBR).

<sup>68</sup> Ribeiro-Filho, H. *et al.* Cryo-EM structure of the mature and infective Mayaro virus at 4.4 Å resolution reveals new features of arthritogenic alphaviruses. *bioRxiv* (2020). <https://doi.org/10.1101/2020.11.06.371773>

Foi finalizado um estudo para padronizar o uso de técnicas de preparo de amostras de complexos de proteínas para a área de análise de cristais de nanocelulose. A técnica de contrastação negativa (*Negative Stain*) é utilizada rotineiramente para a análise de determinação de tamanho, morfologia aspecto geral de amostras de macromoléculas biológicas. O estudo “*Specimen preparation optimization for size and morphology characterization of nanocellulose by TEM*”<sup>69</sup>, publicado na revista *Cellulose*, apresenta uma metodologia para o preparo de amostras de celulose, visando a obtenção de imagens com boa distribuição das partículas e contraste. Isso permite a realização da análise de morfologia e razão de aspecto dos materiais. A Figura 96 mostra imagens das diferentes condições de preparo sumarizadas na Tabela 3.

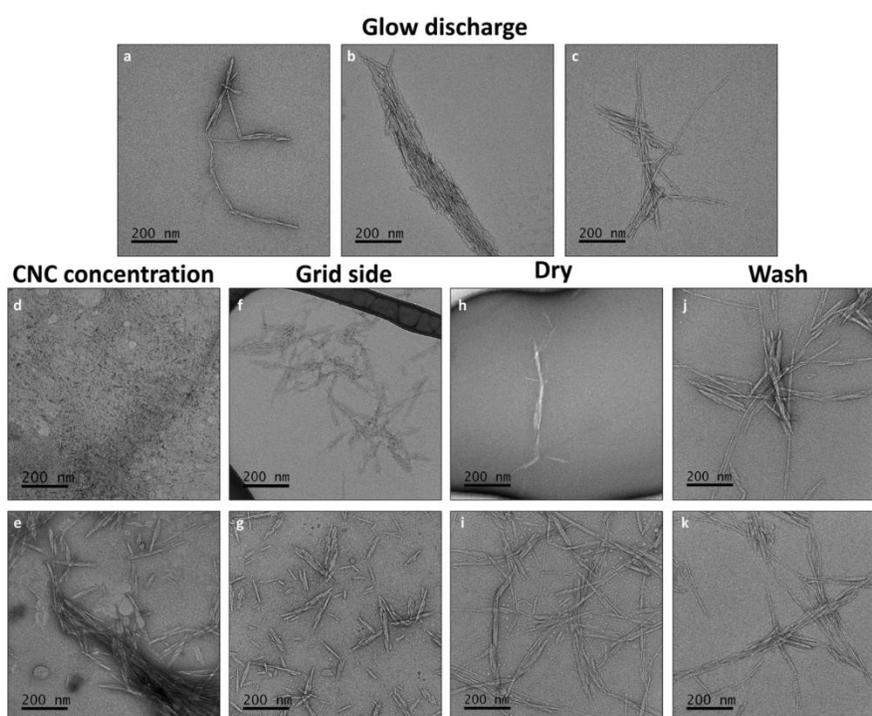


Figura 96. Micrografias representativas de TEM mostrando cada efeito de parâmetro na qualidade da imagem. Uso do glow discharge (a= -15mA, b= sem glow discharge, c= 15 mA), concentração de amostra (d=2 mg/mL, e=0.1 mg/mL), lado de aplicação da amostra na grade (f= lado brilhante, g=lado fosco), efeito da secagem da amostra (h=usando papel de filtro, i=secagem ambiente, sem papel de filtro) e utilização de passos de lavagens da amostra (j= 3X lavagem, k=0 lavagem).

<sup>69</sup> da Silva, L.C.E. *et al.* Specimen preparation optimization for size and morphology characterization of nanocellulose by TEM. *Cellulose* **27**, 5435–5444 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10570-020-03116-7>

Tabela 3- Condições de preparação de amostras em cada micrografia da Figura 6

Micrograph (Fig. 1)	Glow discharge (mA)	Concentration (mg mL <sup>-1</sup> )	Grid Side	Dry	Wash
a	- 15	2.0	Dull	Filter paper	x3
b	0	2.0	Dull	Filter paper	x3
c	15	2.0	Dull	Filter paper	x3
d	0	2.0	Dull	None	x3
e	0	0.1	Dull	None	x3
f	15	0.1	Shiny	None	x3
g	15	0.1	Dull	None	x3
h	15	0.1	Dull	Filter paper	None
i	15	0.1	Dull	None	None
j	15	0.1	Dull	None	x3
k	15	0.1	Dull	None	None

No estudo “Myriapod haemocyanin: the first three-dimensional reconstruction of *Scolopendra subspinipes* and preliminary structural analysis of *S. viridicornis*”<sup>70</sup>, realizado juntamente com pesquisadores do Instituto Butantã, foram realizadas análises estruturais de hemocianinas de duas lacraias, *Scolopendra subspinipes subspinipes* (*Scolopendromorpha*, *Chilopode*), uma espécie asiática introduzida na área costeira do Brasil e *Scolopendra viridicornis* (*Scolopendromorpha*, *Chilopode*), uma espécie nativa da região seca do Brasil. Para isso, foram combinadas técnicas de análise de partículas isoladas, por microscopia eletrônica de transmissão, com a análise do transcriptoma. Embora hemocianinas sejam largamente estudadas em espécies de artrópodes, a sua presença em miriápodes é pouco estudada. A observação destas proteínas em miriápodes mostra que as mesmas estão mais largamente presentes em artrópodes do que comumente descrito. Neste estudo, foi observado que *S. subspinipes subspinipes* apresenta uma organização quaternária composta por 3 hexâmeros (3x6-mer), enquanto *S. viridicornis* apresenta uma conformação com 6 hexâmeros (6x6-mer), além da presença de fenoloxidasas em ambos, que também seguem uma oligomerização hexamérica. A diferença observada na organização quaternária pode estar relacionada com a evolução do sistema respiratório traqueal, o qual reduz a quantidade de oxigênio armazenado, influenciando na oligomerização e no tamanho do complexo formado.

Dentro da Cryo-EM, um destaque foi o projeto executado por pesquisadores do LNNano utilizou de forma pioneira a técnica de função de distribuição de pares: “**Pair Distribution Function (PDF) from Electron Diffraction in Cryogenic Electron Microscopy: Revealing Glassy Water Structure**” que teve resultados publicados no *Journal of Physical Chemistry Letters*. Neste trabalho foi apresentado o primeiro estudo da função de distribuição de

<sup>70</sup> Ricoluca, K.C.T. *et al.* Myriapod haemocyanin: the first three-dimensional reconstruction of *Scolopendra subspinipes* and preliminary structural analysis of *S. viridicornis*. *Open Biol.* **10**:190258 (2020). <http://dx.doi.org/10.1098/rsob.19.0258>

pares  $g(r)$  de água vítrea sob condições crio-EM usando dados de difração de elétrons, o qual revelou uma nova estrutura vítrea da água, chamada de “cryo-EM glassy water” (CGW). Foi descoberto que a estrutura do gelo amorfo está entre a estrutura gelo amorfo de baixa densidade e o da água super-resfriada. Este trabalho permite obter informações estruturais quantitativas usando  $g(r)$  do crio-EM. O meio de água vítrea no qual as moléculas estão inseridas é considerado um ambiente quase in vivo para amostras biológicas. A estrutura local do gelo amorfo é conhecida por estudos de difração de nêutrons e raios-X, técnicas apropriadas para volumes muito maiores do que aqueles usados no crio-EM. A Figura 97 apresenta um comparativo de dados obtidos do gelo amorfo em comparação com a literatura.

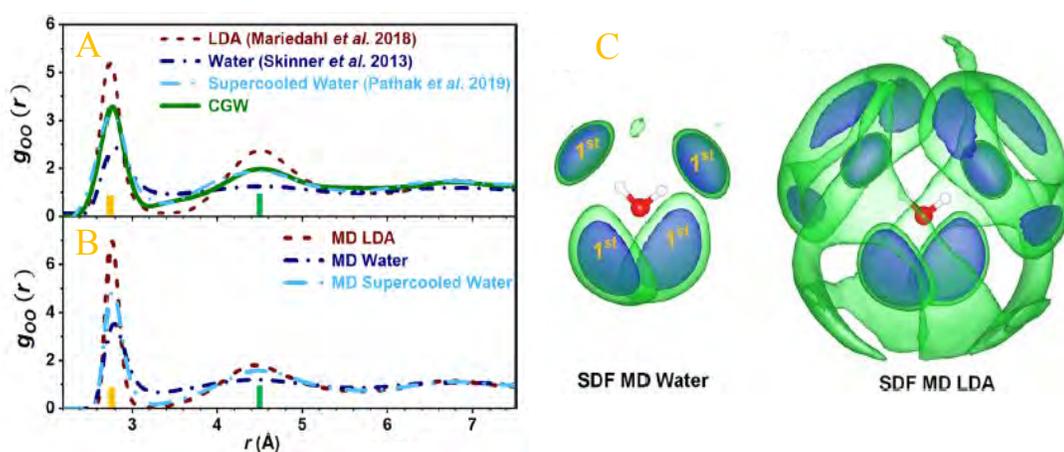


Figura 97 - Comparativo de dados obtidos do gelo amorfo em comparação com a literatura (A) PDF  $g_{OO}(r)$  de gelo amorfo de baixa densidade de Mariedahl et al., água líquida (temperatura ambiente) de Skinner et al., e água super-resfriada (235 K) de Pathak et al. obtido por análise de raios-X, em comparação com ePDF  $g_{OO}(r)$  de um típico Filme fino CGW (congelado a 90 K e armazenado a 77 K), (B)  $g_{OO}(r)$  obtido por dinâmica molecular de LDA (77 K), água líquida (298 K), e água super-resfriada (233 K), (C) Função de distribuição espacial (SDF) da água (esquerda) e LDA (direita) obtidos por dinâmica. Duas isosuperfícies são mostradas: 55 (verde) e 95 (azul) moléculas  $nm^{-3}$ ; valores de isosuperfície maiores indicam uma maior concentração de moléculas.

Outro estudo que recebeu destaque na microscopia eletrônica foi a do artigo intitulado “Visualization of supramolecular structure of Pluronic F127 micellar hydrogels using cryo-TEM<sup>71</sup>” publicado na revista *MethodsX*. Este artigo aborda o estudo de hidrogéis micelares de Pluronic® F127 os quais possuem interesse crescente no campo biomédico devido à sua versatilidade como sistemas de liberação de drogas. O Pluronic® F127 é um copolímero tribloco anfifílico que, em meio aquoso, se auto-organiza em micelas que se compactam com o aumento da temperatura ou concentração, resultando em hidrogéis não fluíveis. A

<sup>71</sup> DA SILVA, Laura CE et al. Visualization of supramolecular structure of Pluronic F127 micellar hydrogels using cryo-TEM. *MethodsX*, v. 7, p. 101084, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2020.101084>

microestrutura desses hidrogéis é geralmente investigada por espalhamento de raios-X de pequeno ângulo, que não é uma técnica prontamente disponível. Por outro lado a crio-EM é uma técnica amplamente utilizada para investigar a morfologia de sistemas aquosos. No caso de sistemas micelares de Pluronic® F127, a elevada viscosidade foi um grande desafio para a preparação da amostra e, conseqüentemente, para a sua observação em TEM. Neste trabalho foi apresentada uma metodologia confiável, de baixo custo e prontamente disponível para preparar amostras de soluções micelares altamente viscosas e hidrogéis não fluíveis usando um sistema de vitrificação automatizado. Com esta metodologia desenvolvida foi possível visualizar não apenas a morfologia de micelas individuais de Pluronic® F127, mas também a evolução da estrutura supramolecular em função da concentração. A Figura 98 apresenta as orientações para a espessura ideal do gelo, destacada pelas linhas tracejadas amarelas em (98a), enquanto as linhas tracejadas amarelas marcadas em (98b) destacam uma região de aproximadamente a mesma espessura de gelo que aquela marcada em (98a), porém, em uma região heterogênea da grade. Possivelmente, as regiões heterogêneas se devem à agregação de matéria amorfa que ainda não se auto-organizou, inviabilizando nestas regiões a análise da evolução da estrutura supramolecular.

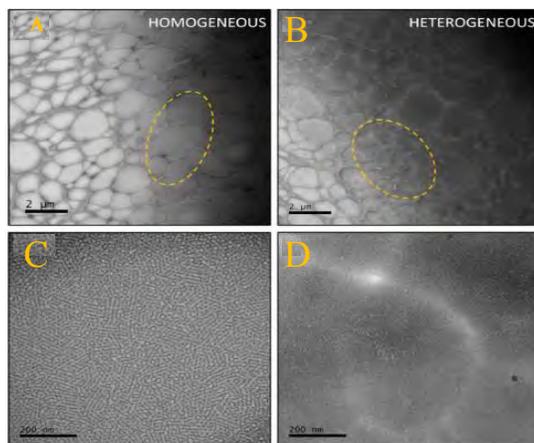


Figura 98 - Orientações para a espessura do gelo. (a) e (b) mostram micrografias de baixa ampliação. A espessura ideal do gelo é destacada pelas linhas tracejadas amarelas em (a), enquanto as linhas tracejadas amarelas marcadas em (b) destacam uma região de aproximadamente a mesma espessura de gelo que aquela marcada em (a). As figuras (c) e (d) mostram micrografias representativas de maior ampliação das regiões destacadas em (a) e (b), respectivamente.

#### 4.3.2. Programa Nanobiotecnologia e Nanosseguurança

Estudos realizados vinculado ao projeto **“Construção de uma plataforma integrada de pesquisa para nanociência ambiental, nanotoxicologia e nanosseguurança”** estudaram o efeito combinado do metal pesado cádmio ( $\text{Cd}^{2+}$ ) e nanotubos de carbono oxidados sobre

células de fígado de Zebrafish (ZF-L), visando entender os mecanismos envolvidos na toxicidade de misturas durante possíveis cenários de co-exposição ambiental. Verificamos que nanotubos de carbono oxidados atuam na potencialização dos efeitos tóxicos do  $\text{Cd}^{2+}$  (trojan-horse effect), bem como influenciam na acumulação deste metal no interior das células, ativando vias bioquímicas de estresse oxidativo e promovendo danos no material genético celular (DNA). Assim, estes resultados chamam atenção para os potenciais riscos ambientais da co-exposição de nanomateriais com metais (Figura 99). Este trabalho foi realizado em colaboração com a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), e publicado no periódico *Ecotoxicology and Environmental Safety*<sup>72</sup>.

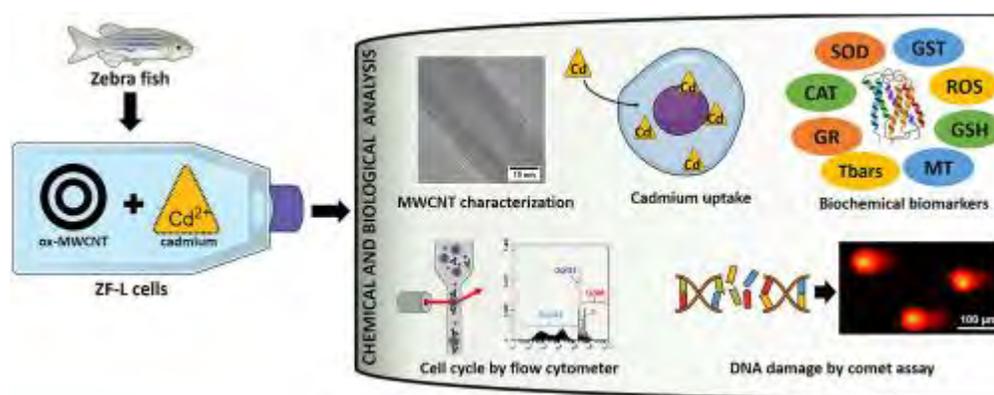


Figura 99. Efeito da interação de nanotubos de carbono oxidados com cádmio sobre células de fígado de zebrafish (co-exposição), mecanismos bioquímicos e suas implicações para nanossecurança ambiental.

Dentro deste projeto, considerando ainda cenários de co-exposição de nanomateriais com metais pesados, foi realizado um estudo integrado da influência da formação de protein corona (modelo albumina) sobre a superfície de óxido de grafeno (GO) durante interação com cádmio ( $\text{Cd}^{2+}$ ) em água mineral. Verificamos que a presença de protein corona na superfície do GO aumenta em cerca de 4 vezes a capacidade de adsorção deste material para  $\text{Cd}^{2+}$ , bem como sua estabilidade coloidal em 80%. Experimentos de co-exposição com o organismo-modelo *Daphnia magna* demonstraram uma mitigação da toxicidade do  $\text{Cd}^{2+}$  na presença do óxido de grafeno, sendo que a protein corona reduziu drasticamente a biodisponibilidade do  $\text{Cd}^{2+}$  para esse organismo aquático bioindicador de qualidade de águas. Ademais, não foi verificado nenhum efeito agudo de toxicidade para o material óxido

<sup>72</sup> Morozesk, Mariana et al. Effects of multiwalled carbon nanotubes co-exposure with cadmium on zebrafish cell line: Metal uptake and accumulation, oxidative stress, genotoxicity and cell cycle. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 202, p. 110892, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110892>

de grafeno (na presença e ausência da protein corona) para *D. magna*. Desse modo, estes resultados apontam para um potencial tecnológico do GO funcionalizado com biomoléculas para futuras aplicações em remediação de águas e/ou desenvolvimento de sensores para metais pesados (Figura 100). Este trabalho foi realizado em colaboração com a *University of Birmingham* (Reino Unido), sendo publicado no periódico *Nanomaterials*<sup>73</sup> (MDPI). Um ponto importante e que merece destaque é que todos os dados experimentais deste trabalho foram anotados utilizando a plataforma *NanoCommons Knowledge Base*, visando harmonização internacional e regulamentações em nanotecnologia e nanosseguurança (Brasil-Europa).

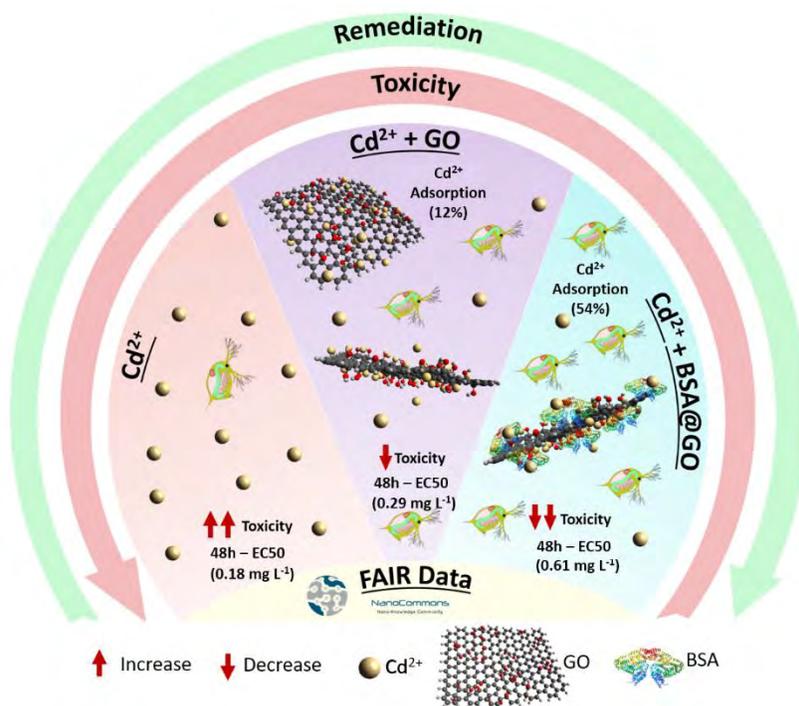


Figura 100. Efeito da protein corona (BSA) sobre a superfície do óxido de grafeno (GO) durante a interação com metal pesado (Cd<sup>2+</sup>) e estudos de co-exposição sobre o organismo aquático *Daphnia magna*; e anotação dos dados experimentais na Plataforma NanoCommons para harmonização internacional.

Os biossensores eletroquímicos usados para quantificação de biomarcadores de câncer e demais patologias envolvem comumente o uso de etapas lentas e laboriosas para a fabricação do dispositivo, modificação do eletrodo com elementos de reconhecimento e análise, limitando o seu uso de rotina, testes *in-situ* em massa e comercialização. O projeto

<sup>73</sup> Martinez, Diego Stéfani T. et al. Effect of the Albumin Corona on the Toxicity of Combined Graphene Oxide and Cadmium to *Daphnia magna* and Integration of the Datasets into the NanoCommons Knowledge Base. *Nanomaterials*, v. 10, n. 10, p. 1936, 2020. <https://doi.org/10.3390/nano10101936>

“*Sensores para diagnóstico*” objetiva o desenvolvimento de sensores elétricos e eletroquímicos, microfluídicos ou em batelada, de baixo custo, portáteis, com compatibilidade de produção em massa, simplicidade operacional e alta sensibilidade para quantificação de biomarcadores em meios biológicos complexos.

Em 2020, avanços foram obtidos no desenvolvimento de um novo método que permitiu o diagnóstico de câncer de mama em amostras de sangue de camundongos sem o uso de anticorpos ou quaisquer elementos de reconhecimento de maneira simples e rápida (15 min).<sup>74</sup> Um sensor não seletivo multidimensional, baseado em minas de grafite de lápis escolar como capacitores de dupla-camada elétrica, foi usado em combinação com métodos de *machine learning* para análise de amostras de vesículas extracelulares (VE) como mostra a Figura 101. As minas de grafite foram inseridas em *chips* microfluídicos de PDMS. Além da discriminação das amostras controle (*healthy*) e com doença (*tumor*), o método também gerou a quantificação de 2 biomarcadores (VEs e suas proteínas de superfície) a partir de espectros de impedância, assim contribuindo para a acurácia dos diagnósticos. Um aplicativo em Android foi desenvolvido para realização automática da etapa de tratamento dos dados. O resultado final de interesse foi exibido na tela de um *smartphone* imediatamente após a análise.



Figura 101. Sensor não seletivo e *machine learning* para diagnósticos rápidos. Imagem ilustrativa (A), plataforma portátil consistindo do sensor, de um potenciostato portátil e de um celular (B) e separação de amostras controle e com câncer de mama (C).

Em outro esforço, nanotubos de carbono oxidados e capilares de aço inoxidável foram aplicados com sucesso como sondas de bulk e de superfície, respectivamente, para a análise de metais em águas e metais alcalinos terrosos em petróleo responsáveis pelo processo de incrustação em linhas de exploração de petróleo.<sup>75</sup> Novamente, por meio do uso de métodos

<sup>74</sup> Nicoliche, C. Y. N.; De Oliveira, R. A. G.; Da Silva, G. S.; Ferreira, L. F.; Rodrigues, I. L.; Faria, R. C.; Fazzio, A.; Carrilho, E.; De Pontes, L. G.; Schleder, G. R.; Lima, R. S. Converging Multidimensional Sensor and Machine Learning Towards High-Throughput and Biorecognition Element-Free Multidetermination of Extracellular Vesicle Biomarkers. *ACS Sensors*, v. 5, p. 1864–1871, 2020.

<sup>75</sup> Da Silva, G. S.; De Oliveira, L. P.; Costa, G. F.; Giordano, G. F.; Nicoliche, C. Y. N.; Da Silva, A. A.; Khan, L. U.; Da Silva, G. H.; Gobbi, A. L.; Silveira, J. V.; Souza-Filho, A. G.; Schleder, G. R.; Fazzio, A.; Martinez, D. S. T.; Lima, R. S. Ordinary microfluidic electrodes combined with bulk nanoprobe produce multidimensional electric

supervisionados de *machine learning*, o sensor garantiu a classificação dos metais em misturas e a quantificação da concentração total e das concentrações individuais dos íons, sem etapas de separação ou captura dos analitos, como ilustra a Figura 102. Dispositivos microfluídicos de PDMS foram empregados nesse estudo.

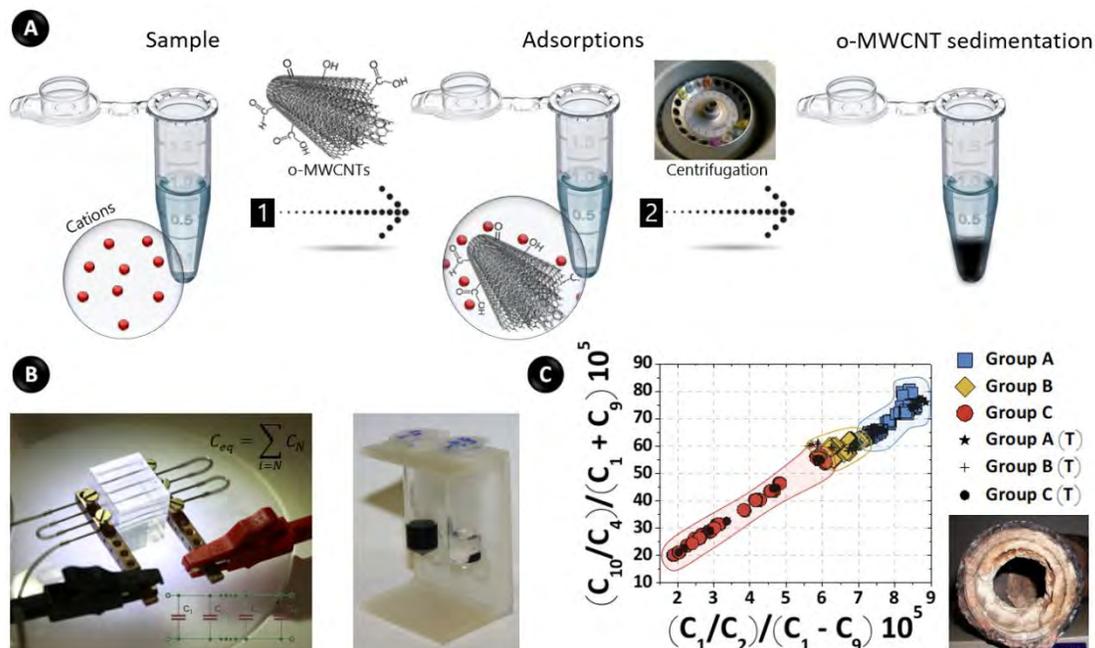


Figura 102. Sensor não seletivo e machine learning para análises em meio ambiente. Esquema do método para interação entre íons e nanotubos (A), sensor para análise do sobrenadante após sedimentação dos nanotubos, à esquerda, e frasco com nanotubos dispersos e sedimentados, à direita, (B) e dado obtido por machine learning referente à discriminação de dezenas de amostras de águas com metais em concentrações abaixo (grupo A) e acima (grupos B e C) dos limites aceitos pela OMS (C).

#### 4.3.3. Programa Materiais Nanoestruturados

No projeto “**Síntese de nanopartículas e sua aplicação em energia alternativa**” se destaca o trabalho publicado no J. Phys. Chem. C<sup>76</sup>, no qual um estudo sistemático descreve como nanopartículas de ouro podem impactar nas propriedades de transporte e fotoeletroquímicas de hematita. Neste estudo, foi comprovado que o efeito plasmônico

---

double-layer capacitances towards metal ion recognition. **Sensors and Actuators B-Chemical**, v. 305, p. 127482, 2020.

<sup>76</sup> Tofanello, Aryane; Freitas, Andre L. M.; Carvalho, W. M.; Salminen, T.; Niemi, T.; Souza, Flavio L. Hematite Surface Modification toward Efficient Sunlight-Driven Water Splitting Activity: The Role of Gold Nanoparticle Addition. **Journal of Physical Chemistry C**, 124, 6171-6179, 2020.

presente em nanopartículas de ouro, só podem ser acessados em condições bastante especiais na fabricação de eletrodos de hematita. Apesar da literatura atribuir a melhora no desempenho da fotocatalítico da hematita modificada com ouro ao efeito plasmônico (aumento nas propriedades ópticas), demonstramos nesse estudo que a maior parte da melhora no desempenho ocorre devido a melhora nos processos de separação e coleta de carga pelo substrato. O efeito plasmônico, apesar de presente, não contribui com porcentagens significantes do desempenho. No entanto, o encapsulamento das nanopartículas de ouro após deposição na superfície da hematita com uma fina camada de silício ou alumina, altera o mecanismo pelo qual se obtém melhores eficiência da hematita, ou seja, o efeito plasmônico se torna dominante (Figura 103).

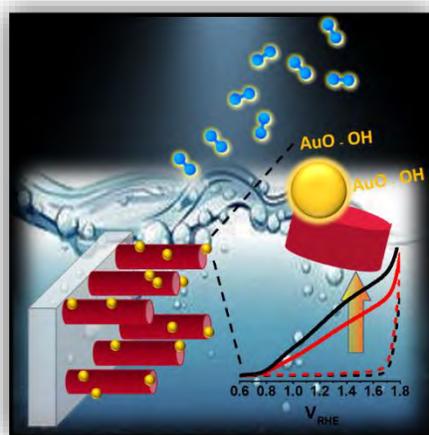


Figura 103. Ilustra o efeito de nanopartículas de ouro adicionadas a superfície de hematita expostas para a interface líquida. Aumento no desempenho do material foi atribuído a melhor eficiência na separação de cargas, ao invés do que se comumente observa na literatura que é o efeito plasmônico<sup>1</sup>.

Desse estudo, dois outros trabalhos foram originados (J. Appl. Physics e APL Mater)<sup>77,78</sup> consolidando o aprendizado em como nanopartículas metálicas devem ser adicionadas a superfície de um óxido de metal de transição como a hematita, com intuito de melhorar o seu desempenho. O plasmon das nanopartículas pode, desta forma, serem acessados de

<sup>77</sup> Tofanello, A.; Diao, Z.; Djatoubai, E.; Su, J. Z.; Shen, S.; Souza, Flavio L.; Vayssieres, L. "Engineering hematite/plasmonic nanoparticle interfaces for efficient photoelectrochemical water splitting", Journal of Applied Physics, 128, 063103, 2020. (Special Topic Hot Electrons Physics and Application) (IF: 4.296)

<sup>78</sup> Tofanello, A.; Shen, S.; Souza, Flavio L.; Vayssieres, L. "Strategies to improve the photoelectrochemical performance of hematite nanorod-based photoanodes", APL Materials, (8), 040905, (2020). (Invited Perspective) (IF: 4.296)

forma sinérgica, por meio de simples encapsulamento com camadas dielétricas finas. Outro trabalho que merece destaque nesse período foi o estudo da interface sólido-líquido por meio de adição de cocatalisadores em hematita. Nanoestruturas colunares de hematita foram produzidas por um método químico bastante simples e de fácil escalonamento<sup>79</sup>. Os problemas de interface observados nesse tipo de sistema foram contornados pela eletrodeposição de Fe e Ni em concentração otimizada. Esse método foi bastante eficaz, principalmente por não envolver novas etapas de tratamentos térmicos o que garante que a morfologia, tamanho de cristal e propriedades de bulk permaneçam inalteradas (Figura 104). Observamos que a camada de ferro/níquel depositada tem uma significativa contribuição na melhora da superfície exposta ao eletrólito, aumentando a eficiência catalítica do material, além de atuar paralelamente no transporte de carga em altos potenciais.

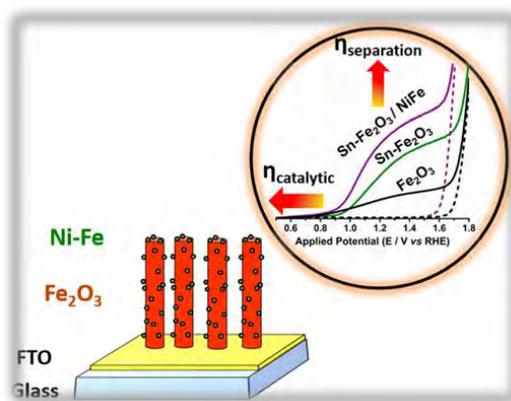


Figura 104. Ilustra a adição de cocatalisadores de Fe/Ni na superfície de hematita por eletrodeposição. O Zoom ilustra a melhora no desempenho da hematita devido o cocatalisador, e confirmando a atuação do material tanto nas propriedades de superfície em baixo potencial, como nas propriedades eletrônicas em altos potenciais. (J. Amer. Ceram. Soc.)<sup>4</sup>

O projeto **“Plataformas multifuncionais baseadas em materiais nanoestruturados de carbono de biomassa para aplicação em energia, materiais compósitos e meio ambiente”** visa a obtenção de materiais de carbono nanoestruturados de valor agregado a partir de recursos renováveis, que possam ser aplicados em áreas de energia, materiais compósitos e meio ambiente. Os avanços desta área de pesquisa estão intimamente ligados ao desenvolvimento de tecnologias verdes com forte viés nas conexões entre materiais avançados e sustentabilidade.

<sup>79</sup> Freitas, A.L.M.; Muche, D.N.F.; Leite, E.R.; Souza, F.L. “Interface engineering of nanoceramic hematite photoelectrode for solar energy conversion”, Journal of the American Ceramics Society, in press (2020). (IF: 3.094)

No início deste ano o projeto esteve voltado para a obtenção de eletrodos porosos de carbono a partir de aerogéis compósitos de nanocelulose e grafite submetidos a conversão pirolítica (Figura 105). O objetivo inicial deste estudo era compreender a influência dos teores de grafite nos aerogéis compósitos e parâmetros da conversão pirolítica sobre as propriedades mecânicas e elétricas dos materiais de carbono resultantes. A proposta era utilizar estes materiais carbonáceos como plataformas eletroativas para eletrocatalisadores a serem empregados em reações de geração de  $H_2$ . O principal tipo de eletrocatalisador alvo seriam do tipo *single-atom*.

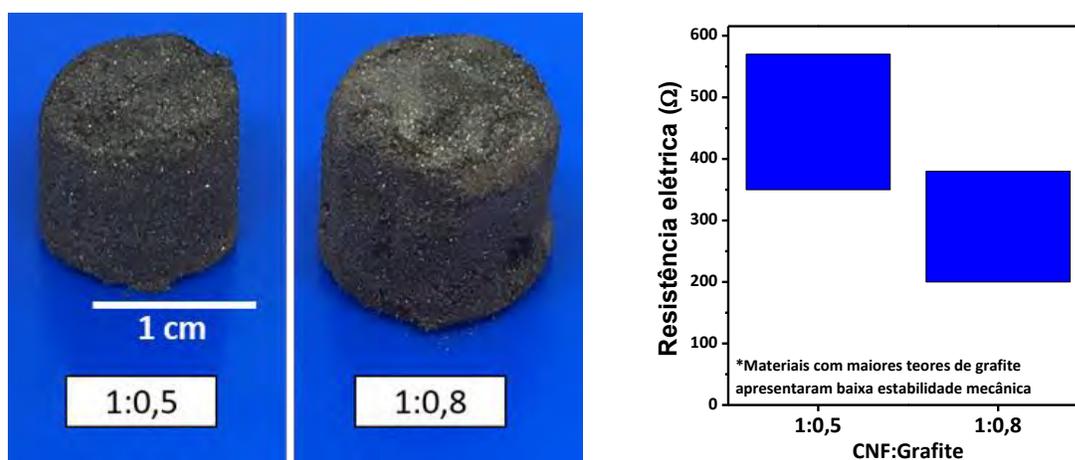


Figura 105. Aerogéis de carbono condutor obtidos a partir de aerogéis compósitos de nanocelulose e grafite, e suas resistências elétricas.

Na metade do ano foram finalizados os estudos envolvendo o uso de biocarbons para a produção de fertilizantes nanoestruturados no âmbito de um projeto do Universal/CNPq (404577/2016-4 - Fertilizantes nanoestruturados obtidos a partir de biocarvões para liberação e retenção melhorada de água e nutrientes). Os últimos resultados apontam para a baixa toxicidade dos materiais frente a germinação de plantas e a microbiota do solo em uma faixa ampla de temperatura de termoativação dos materiais. Por intermédio da área de inovação (AIN) do CNPEM, esta tecnologia depositada como uma patente (BR 10 2017 023632 3) levantou o interesse de duas empresas para uma possível transferência tecnológica em fase de negociação.

Neste ano dois artigos produzidos pelo grupo responsável por esta linha de pesquisa foram selecionados como capa de revistas da *American Chemical Society* (Figura 106). Estas capas destacam os trabalhos de uma estagiária do CNPEM a respeito da produção de biocarbons

condutores elétricos a partir de celulose e lignina da cana<sup>80</sup>, e de uma bolsista de verão que desenvolveu compósitos poliméricos com propriedades mecânicas anisotrópicas inspiradas na organização das fibras da madeira<sup>81</sup>.



Figura 106. Capas de revistas publicadas na ACS Sustainable Chemistry and Engineering e ACS Applied Bio Materials.

Com a nova organização programática do LNNano, do qual faz parte o Programa de Energia para o desenvolvimento de nanomateriais para a geração e armazenamento de energia livre de carbono, a linha de pesquisa em **“Plataformas multifuncionais baseadas em materiais nanoestruturados de carbono de biomassa”** foi desativada. O corpo técnico-científico antes dedicado a esta temática passou a integrar plenamente o Programa de Energia do LNNano, trabalhando mais especificamente no desenvolvimento de eletrólitos sólidos para baterias de Li e concepção de células eletroquímicas para medidas *in situ* de materiais para energia. Desde essa mudança o time está envolvido no comissionamento e montagem da infraestrutura de laboratório para a nova linha de pesquisa.

Além disto, já foi desenvolvida e prototipada a primeira versão de uma célula eletroquímica para ensaios Raman *in situ* de materiais para energia. Esta célula contempla um design modular que atenderá diferentes tipos de necessidades de experimentos eletroquímicos quanto a tipo de eletrodos (trabalho, referência e contra), controle de temperatura e fluxo

---

<sup>80</sup> Fingolo, Ana Claudia et al. Boosting electrical conductivity of sugarcane cellulose and lignin biocarbons through annealing under isopropanol vapor. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 8, n. 18, p. 7002-7010, 2020. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.0c00320>

<sup>81</sup> Pereira Oliveira Moreira, Râmile Luíse et al. Exploring the Hierarchical Structure and Alignment of Wood Cellulose Fibers for Bioinspired Anisotropic Polymeric Composites. **ACS Applied Bio Materials**, v. 3, n. 4, p. 2193-2200, 2020. <https://doi.org/10.1021/acsabm.0c00038>

de eletrólito e iluminação para fotoeletroquímica. A prototipagem foi inteiramente realizada por impressão 3D com suporte da Divisão de Nano e Microdispositivos do LNNano. Para as próximas versões pretende-se desenvolver a possibilidade de trabalhar com eletrodos integrados e microfabricados. O design da célula é bastante inovador, e por isto pretende-se avaliar com a área de inovação do CNPEM a possibilidade de depósito de uma patente.

Neste ano, no âmbito do projeto **Comportamento coloidal de suspensões complexas de nanocelulose** foi publicado no *Journal of Colloid and Interface Science* os resultados referentes ao uso de nanocelulose extraída de bagaço de cana como estabilizante de emulsões de Pickering<sup>82</sup>. Emulsões preparadas com nanofibras catiônicas apresentam elevada estabilidade coloidal em comparação com as produzidas com nanofibras aniônicas. As cargas positivas da nanocelulose se complexam eletrostaticamente com moléculas aniônicas presentes na interface óleo/ água, favorecendo assim a adsorção interfacial e a estabilidade coloidal dos sistemas. Além de adsorverem na interface, as nanofibras catiônicas formam uma rede interconectada na fase contínua, conforme observado por Cryo-TEM, aumentando a viscosidade e dificultando assim a coalescência das gotas de óleo. A imagem abaixo (Figura 107) ilustra os mecanismos de estabilização das emulsões de Pickering.

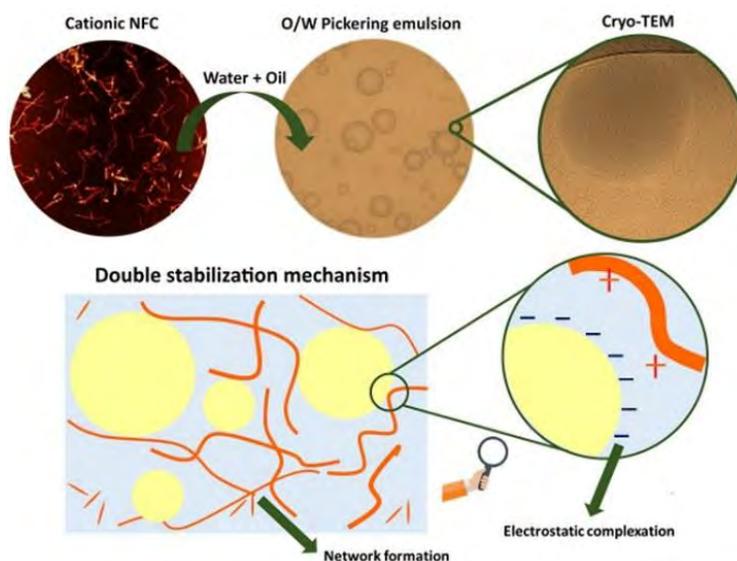


Figura 107. Mecanismos de estabilização coloidal de emulsões de Pickering preparadas com nanofibras de celulose extraídas de bagaço de cana.

---

<sup>82</sup> Silva, Caroline EP et al. Double stabilization mechanism of O/W Pickering emulsions using cationic nanofibrillated cellulose. *Journal of Colloid and Interface Science*, v.574, p.207-216, 2020.

Um outro estudo sobre complexação eletrostática entre nanofibras catiônicas e aniônicas foi realizado com o objetivo de produzir espumas com melhor estabilidade em meio aquoso. Este trabalho está em revisão na *Carbohydrate Polymers*. Resultados de SAXS e Cryo-TEM mostraram que as dispersões contendo as nanofibras de cargas opostas apresentam regiões contendo agregados de nanofibras e regiões com uma rede interconectada. O balanço entre essas duas estruturas governa a estabilidade coloidal e a reologia das suspensões, bem como a estabilidade em água das espumas preparadas a partir da remoção da água.

Dentro dessa linha de complexação eletrostática interfacial foi aprovado um projeto regular na FAPESP no segundo semestre de 2020: “Materiais avançados de nanocelulose obtidos através de complexação eletrostática interfacial, Processo FAPESP 2020/ 07794-6.”



Figura 108. Esquema ilustrativo sobre o uso de complexação eletrostática em dispersão aquosa para a produção de espumas de nanocelulose com melhor estabilidade mecânica em água.

Duas patentes sobre nanocelulose de bagaço foram depositadas no ano de 2020. A primeira está relacionada com produção de nanofibras e nanocristais através de rotas de síntese em condições mais brandas (INPI/BR102020/0036840). E a segunda é sobre a produção de emulsões de Pickering utilizando nanofibras de celulose catiônica (PCT/BR2020/050249), como detalhado acima.

Outro trabalho sobre isolamento de nanofibras em condições mais brandas foi realizado em 2020. Nesse estudo, as forças de coesão da celulose foram determinadas por cálculos teóricos em função do grau de oxidação das fibras. Quanto maior a quantidade de grupos carboxilatos, menos efetivas são as interações não covalentes, sendo as inter-cadeias mais afetadas do que as inter-folhas. O resultado é que a desagregação das fibras oxidadas ocorre preferencialmente no sentido de formação de nanofibras e cadeias de celulose destacadas, ao invés de folhas, como visualizado por microscopia de força atômica (AFM).

Materiais multifuncionais baseados em nanocelulose têm se destacado pela versatilidade deste biopolímero em ser processado em diversos tipos de estruturas e morfologias porosas, permitindo o seu controle em escala micro ou nano. Além disso, adicionalmente agregam propriedades renováveis e biodegradáveis aos compósitos, substituindo aditivos à base de derivados de petróleo, diminuindo a dependência desta fonte. Materiais porosos (espumas, esponjas e aerogéis) têm se mostrado uma alternativa robusta como *templates* 3D para o desenvolvimento de materiais multifuncionais, por serem estruturas com alta porosidade e área superficial e, ainda, baixa densidade.<sup>83</sup> Devido a estas características, a nanocelulose vem sendo usada como matéria-prima para a produção de materiais altamente porosos com diversas funcionalidades, destacando os compósitos porosos para descontaminação ambiental, em especial meios contaminados por óleos e solventes orgânicos. Neste trabalho foram produzidos *templates* 3D altamente porosos de nanocelulose e látex de borracha natural (Figura 109a). Esses compósitos são 100% renováveis, e sua produção é livre de solventes orgânicos, o que resulta em um grande potencial para remediação ambiental em meios contaminados com diferentes solventes e óleos, como ilustrado na Figura 20b. Espumas de nanocelulose e látex de borracha natural apresentaram excelente capacidade de absorção (50 g/g e rápida cinética de absorção de 1s até 10s) para diferentes poluentes. Além dessa versatilidade e excelente capacidade de absorção, sua possibilidade de reuso foi avaliada (Figura 109c-f), sendo efetiva na absorção mesmo após vinte ciclos, em sistema contendo óleo ou óleo/água (Figura 109g). A inovação tecnológica gerada pelo desenvolvimento deste novo material resultou no depósito de uma patente<sup>84</sup>, uma publicação em um periódico de alto impacto na área de nanomateriais<sup>85</sup>, ganhando destaque e sendo selecionado como capa desta revista.

---

<sup>83</sup> Ferreira, F. V. et al. Nanocellulose/bioactive glass cryogels as scaffolds for bone regeneration. *Nanoscale* 11, 19842–19849 (2019).

<sup>84</sup> Gouveia, R. F., Mendonça, E. O., Lorevice, M. V. *Patente* INPI BR 10 2019 022589 0 (2019).

<sup>85</sup> Lorevice, M. V., Mendonça, E. O., Orra, N., Borges, A. C., Gouveia, R. F. **ACS Applied Nano Materials** in press, 2020.

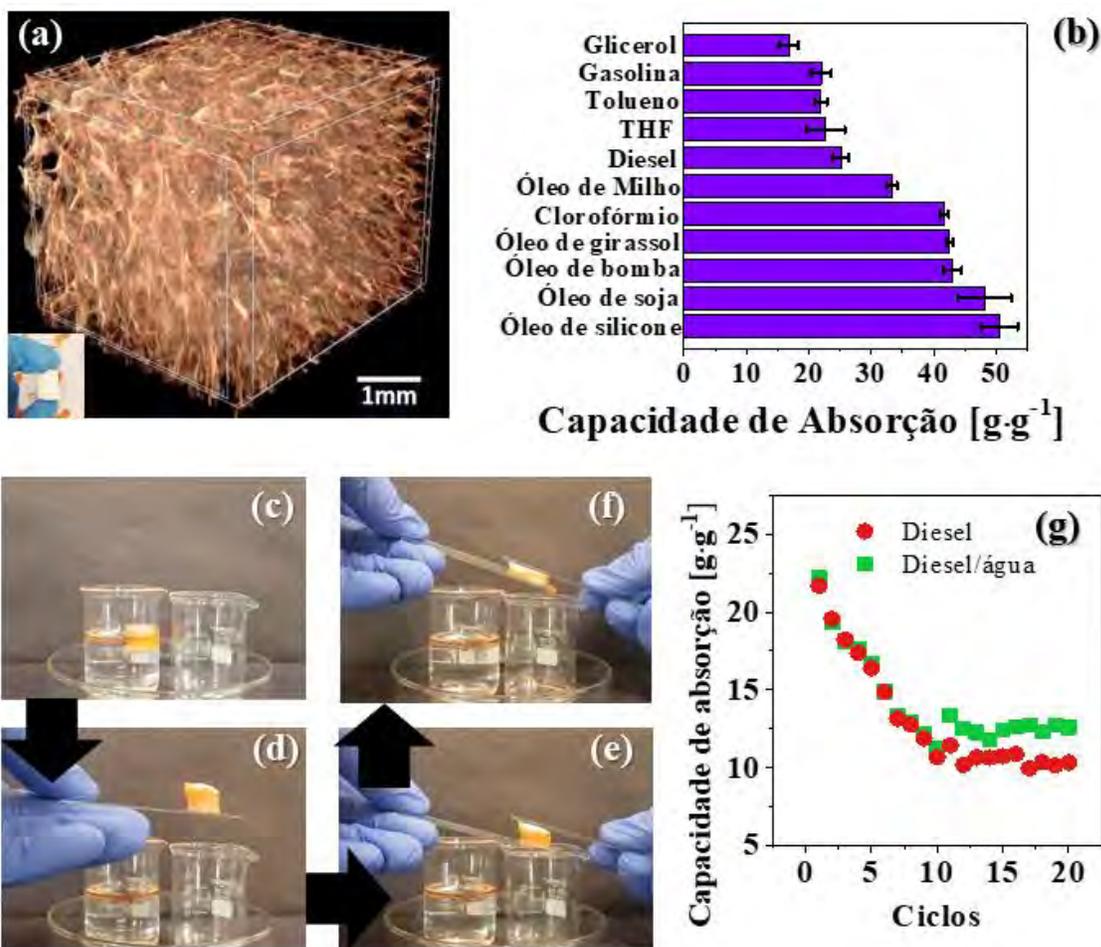


Figura 109 Imagem de microtomografia de raios-X e foto de uma espuma altamente porosa de celulose nanofibrilada (CNF) e látex de borracha (NR) natural (a). Capacidade de absorção das espumas de CNF/NR para diversos solventes orgânicos e óleos (b). Ilustração do método reuso: imersão (d) no sistema diesel/água, (e) retirada e compressão (c-f). Ciclos de reuso das espumas de CNF/NR nos sistemas de óleo diesel ou óleo diesel/água (g).

Ainda associado ao programa de meio ambiente, materiais obtidos de fontes renováveis, como o látex de borracha natural e três tipos diferentes de ligninas (organosolv, ácido-base e kraft), obtidas de diferentes processos de extração e fontes, têm sido investigados na produção de adesivos sustentáveis e livres de solventes orgânicos<sup>86</sup>. Para isto, uma investigação aprofundada das interações dos componentes principais foi avaliada por microscopia de força atômica (AFM) (Figura 110a-e), influenciando diretamente nas propriedades e performance dos adesivos, como mostra a Figura 110(f-h). A ponteira de AFM funcionalizada com lignina ácido-base em escala nanométrica demonstrou maior força de adesão com o látex (Figura 110b) e energia (Figura 110c) em meio aquoso, simulando uma formulação adesiva (látex-lignina). Tais resultados corroboraram com as

<sup>86</sup> Gouveia, R. F., Orra, N. M. Patent WO 2019/213730A1 (2019).

propriedades mecânicas de tração dos adesivos de látex com 5% (m/m) de lignina ácido-base, em que estas amostras apresentaram maior resistência mecânica na ruptura (~6 MPa) e módulo elástico (~8 MPa) que as demais amostras, inclusive em relação aos filmes de látex puro. Essa correlação entre a escala macro e nano foi essencial para a definição e refino da melhor formulação adesiva de látex de borracha natural e lignina.

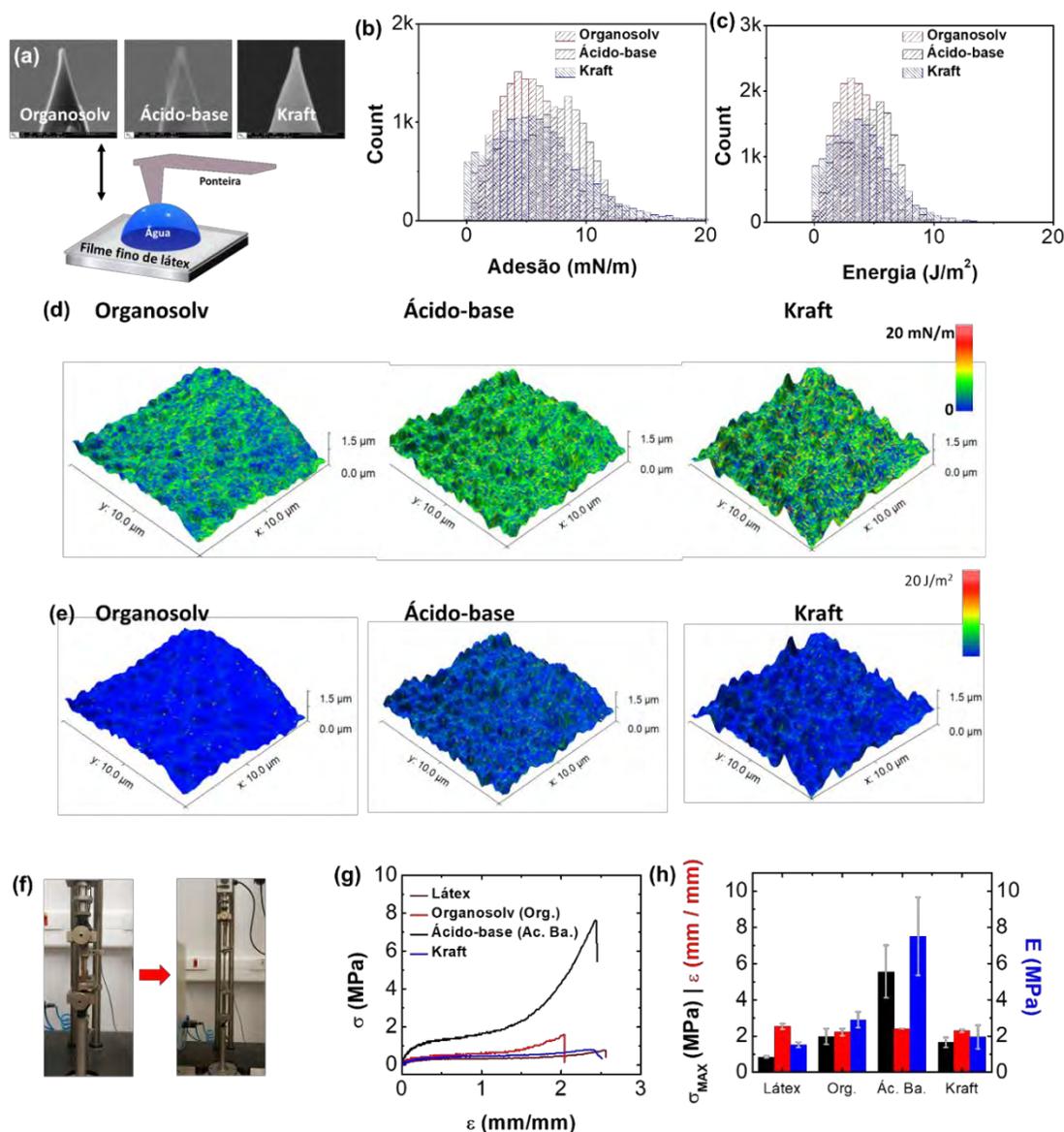


Figura 110. Interações entre diferentes tipos de lignina com látex e sua influência no desempenho mecânico de adesivos à base de látex com incorporação de lignina. (a) Imagem de microscopia eletrônica de varredura de ponteiros de AFM funcionalizadas com lignina organosolv, ácido-base e kraft, e esquema ilustrativo da ponteira de AFM funcionalizada interagindo com filme fino de látex em meio aquoso. Medidas de interação entre as ponteiros de AFM funcionalizadas e filme fino de látex em meio aquoso para (b) adesão e (c) energia. (d) Topografia de adesão entre as ponteiros de AFM funcionalizadas e filme fino de látex. (e) Topografia de energia entre as ponteiros de AFM funcionalizadas e filme fino de látex. (f) Fotografias do ensaio de tração dos filmes de adesivo látex-lignina com o uso de extensômetro. (g) Curvas características do ensaio de tração de filmes de adesivo látex-lignina. (h) Dados característicos extraídos das curvas de tração para tensão máxima na ruptura ( $\sigma_{MAX}$ ), alongação na ruptura ( $\epsilon$ ) e módulo elástico (E).

#### 4.3.4. Programa Micro e Nano Dispositivos

As estruturas metal-orgânicas automontadas em superfície (SURMOFs) são materiais promissores com uma ampla gama de aplicações e crescente interesse em diferentes campos tecnológicos. Durante o projeto **Crescimento, incorporação e aplicação de estruturas metal-orgânicas montadas em superfícies em dispositivos** logramos êxito na incorporação desta categoria de material híbrido e a aplicação em dispositivos. O uso de SURMOFs como camadas ativas e passivas em dispositivos eletrônicos é uma das possibilidades mais empolgantes para esse material híbrido. Nesse contexto, o controle de aderência, rugosidade e cristalinidade dos filmes finos da SURMOF é desafiador e limita sua aplicação em novos dispositivos eletrônicos funcionais. As monocamadas auto-montadas (SAM), que garantem a fixação efetiva do SURMOF em substratos, também desempenham um papel crítico que pode afetar profundamente os mecanismos de crescimento da camada SURMOF. Aqui, demonstramos que o controle determinístico do comprimento da cadeia de SAMs influencia a orientação preferencial dos filmes SURMOFs. À medida que o comprimento da cadeia do SAM aumenta, os filmes finos HKUST-1 tendem a mudar sua orientação preferencial da direção [111] para a direção [100] (Figura 111). Também confirmamos que esse controle pode ser alcançado em substratos eletricamente condutores e isolantes, permitindo a mesma orientação cristalina em superfícies que compreendem diferentes materiais, o que é de fundamental importância para dispositivos eletrônicos funcionais baseados em SURMOF. Os resultados deste trabalho foram publicados em janeiro de 2020 na revista *Physical Chemistry Chemical Physics*<sup>87</sup>. O desenvolvimento deste projeto nos possibilitou desde o início as atividades da incorporação de estruturas híbridas em plataformas de dispositivos. Um dos resultados mais contundentes pode ser visto no próximo destaque, onde um memoristor baseado em filmes finos HKUST-1 foi fabricado e caracterizado com auxílio das plataformas de contatos baseadas em nanomembranas.

---

<sup>87</sup> Vello, Tatiana Parra et al. Deterministic control of surface mounted metal–organic framework growth orientation on metallic and insulating surfaces. *Physical Chemistry Chemical Physics*, v. 22, n. 10, p. 5839-5846, 2020. <https://doi.org/10.1039/C9CP05717J>

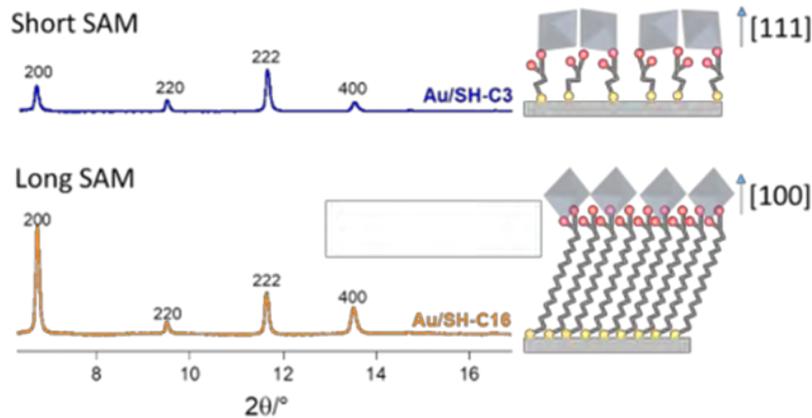


Figura 111. Difração de raios X indicando que à medida que o comprimento da cadeia do SAM aumenta, os filmes finos HKUST-1 tendem a mudar sua orientação preferencial da direção [111] para a direção [100].

O memoristor é considerado um componente eletrônico passivo com dois terminais elétricos que são conectados a uma camada muito fina de um material isolante. Devido a sua característica não-volátil, esse dispositivo quando desligado consegue “guardar” seu último estado de resistência, podendo ser acessado posteriormente. No entanto, esforços para explorar materiais híbridos com intuito de cobrir as atuais demandas de baixo custo e alta flexibilidade mecânica, ainda são considerados importantes para a fabricação de memoristores em larga escala. Estruturas metal-orgânicas (MOFs) são atrativas para dispositivos eletrônicos altamente integráveis, como memoristores. MOFs são estruturas híbridas baseadas em íons metálicos conectados por ligantes orgânicos. O crescimento dessas estruturas de maneira ordenada em superfícies funcionalizadas, estruturas metal-orgânicas de superfície (SURMOFs), têm atraído um crescente interesse em dispositivos eletrônicos. Porém, sua alta porosidade dificulta algumas aplicações na eletrônica. Neste trabalho, nanomembranas metálicas autoenroladas (microtubos) foram utilizadas como contato elétrico superior de filmes ultrafinos de SURMOF HKUST-1 (Figura 112).

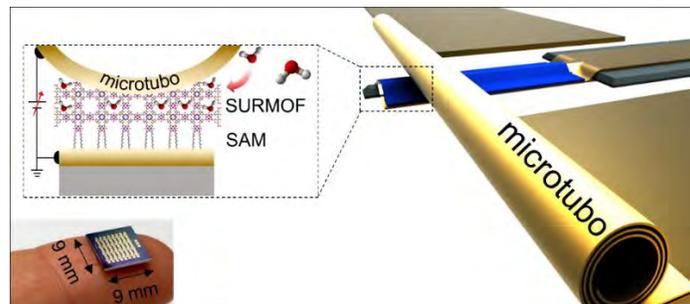


Figura 112. Dispositivo baseado em nanomembranas metálicas autoenroladas (microtubos) foram utilizadas como contato elétrico superior de filmes ultrafinos de SURMOF HKUST-1. Cada chip possui cerca de 25 dispositivos.

Um comportamento não-linear entre corrente elétrica e tensão, característico de um memoristor ambipolar, foi observado em condições de alta umidade relativa. Razões on/off de  $10^6$  e tempos de retenção de  $10^3$  s foram obtidos utilizando baixas tensões de operação. Cálculos utilizando a Teoria do Funcional da Densidade (DFT) mostraram que a presença de moléculas de água e defeitos estruturais intrínsecos afeta a estrutura de bandas do HKUST-1, ocasionando a criação de novos estados na região do bandgap. Além disso, a plataforma é totalmente integrável e robusta, podendo ser utilizada para caracterização de filmes com poucos nanômetros de espessura em condições como alta umidade e baixas temperaturas, sendo a última relevante para o estudo de transporte eletrônico. Os resultados deste trabalho foram publicados em janeiro de 2020 na revista *Nano Letters*<sup>88</sup>.

No projeto **Transistores orgânicos baseados em nanomembranas** foca o desenvolvimento de plataformas para a construção de transistores orgânicos tanto na configuração vertical (VOFET, do acrônimo do inglês) como na horizontal. Os dispositivos são processados inteiramente por meio de técnicas de microfabricação e fotolitografia. Diferente do transistor vertical, onde a NM é utilizada como um dos eletrodos, neste caso toda a área ativa do dispositivo é auto compactada dentro de uma nanomembrana. Vale ressaltar que a utilização de materiais orgânicos com NMs representou um desafio, uma vez que seu processo de fabricação não é sempre compatível com a maioria dos materiais orgânicos tradicionalmente usados.

Um grande diferencial dos VOFET está relacionado à utilização de nanomembranas enroladas como eletrodos de dreno, promovendo assim a formação de um contato mecânico suave com a camada de semicondutor orgânico que, nesta arquitetura, pode atingir espessuras menores que 50 nm. Canais semicondutores com espessuras desta ordem de grandeza estão entre os mais curtos já utilizados em VOFETs. Uma segunda novidade deste trabalho está relacionada à padronização do eletrodo de fonte com perfurações idênticas, em formato circular ou retangular. Os dispositivos resultantes mostram um comportamento típico de VOFETs com saturação nas características de saída e altas densidades de corrente ( $J_D$ ) de  $\sim 0,5$  A/cm<sup>2</sup> em tensões ultra-baixas ( $\leq 3$  V). Nosso estudo teórico revela a presença de uma relação entre a distribuição da densidade de corrente e o número de facetas laterais do metal de fonte. Isso destaca o papel das extremidades dos eletrodos de fonte como uma figura de mérito relevante para arquitetar VOFETs baseados em nanomembranas com melhora substancial em  $J_D$ , seja para fins de pesquisa acadêmica ou aplicações industriais. Com base nesses resultados, é possível prever que uma otimização adicional da geometria espacial do eletrodo de fonte pode levar

---

<sup>88</sup> Albano, Luiz GS et al. Ambipolar Resistive Switching in an Ultrathin Surface-Supported Metal–Organic Framework Vertical Heterojunction. *Nano Letters*, v. 20, n. 2, p. 1080-1088, 2020.

a valores de  $J_D$  de até  $10 \text{ A/cm}^2$ . Além disso, os novos VOFETs mostraram-se capazes de realizar detecção de umidade e de luz, graças à plataforma de dispositivo baseada em nanomembranas enroladas. Portanto, além dos transistores verticais com novas propriedades, os VOFETs desenvolvidos também possuem um grande potencial para o avanço da tecnologia de sensores da próxima geração. A imagem apresentada na Figura 113 é uma visão artística desse desenvolvimento onde apresentamos uma micrografia eletrônica (colorida artificialmente) do transistor orgânico vertical baseado em nanomembrana enrolada. A radiação incidente e as moléculas de água ilustram as características de sensibilidade múltipla do novo dispositivo eletrônico. Os resultados deste trabalho foram publicados em 2020 na revista *Nature Communications*<sup>89</sup>.

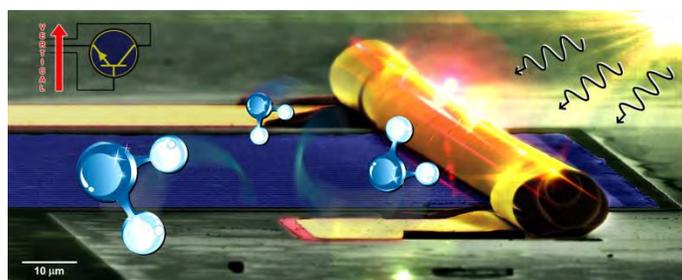


Figura 113. Micrografia eletrônica (colorida artificialmente) do transistor orgânico vertical baseado em nanomembrana enrolada. A radiação incidente e as moléculas de água ilustram as características de sensibilidade múltipla do novo dispositivo eletrônico.

A investigação do mecanismo de transporte de carga através de materiais condutores e semicondutores desordenados é relevante e considerando nas mais recentes aplicações em eletrônica orgânica e híbrida. A transição de um material bulk para um de espessura nanométrica pode levar a propriedades físico-químicas inesperadas, uma vez que as interfaces do dispositivo passam a ter uma maior influência na condução de portadores de carga. No projeto **Transporte de carga e gradiente de dopagem em filmes nanoestruturados de polipirrol para aplicações em geração de fotocorrente**, o transporte elétrico através de heterojunções verticais – tendo filmes desordenados (polipirrol, PPy) com espessura nanométrica como material ativo – é investigado. As estruturas ativas foram preparadas por polimerização química a partir da fase de vapor de pirrol, resultando em filmes com algumas dezenas de nanômetros de espessura. Tais filmes de PPy foram conectados utilizando uma estrutura baseada em nanomembranas autoenroladas conforme ilustrado na Figura 114. As características elétricas do PPy foram avaliadas em função do potencial elétrico e da temperatura. Foi observado que o transporte de cargas é

<sup>89</sup> Nawaz, A., Mercés, L., de Andrade, D. M., de Camargo, D. H., & Bufon, C. C. B. Edge-driven nanomembrane-based vertical organic transistors showing a multi-sensing capability. *Nature communications*, 11(1), 1-12, 2020. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-14661-x>

fortemente afetado pela presença de armadilhas no orbital molecular ocupado mais energético (do acrônimo em inglês HOMO) do PPy. Tal efeito dá suporte à condução limitada por carga espacial observada, que possui distribuição exponencial de armadilhas. A densidade de estados das armadilhas foi calculada e, por meio de espectroscopia de fotoelétrons de raios X, relacionada ao aumento na desordem e à densidade de dopantes reduzida encontrada na interface de crescimento do PPy. Como prova de conceito, os dispositivos foram aplicados como dispositivos fotossensíveis. A observação de fotocorrente foi correlacionada à presença de um gradiente no perfil de dopagem. As descobertas reportadas contribuem para a elucidação da origem dos centros de armadilhas de cargas nos filmes de PPy com espessura nanométrica, antecipando a aplicação dos materiais envolvidos para desenvolvimentos em fotoeletroquímica, células solares e hidrólise. Os resultados deste trabalho foram publicados em 2020 na revista *ACS Applied Nano Materials*<sup>90</sup>.

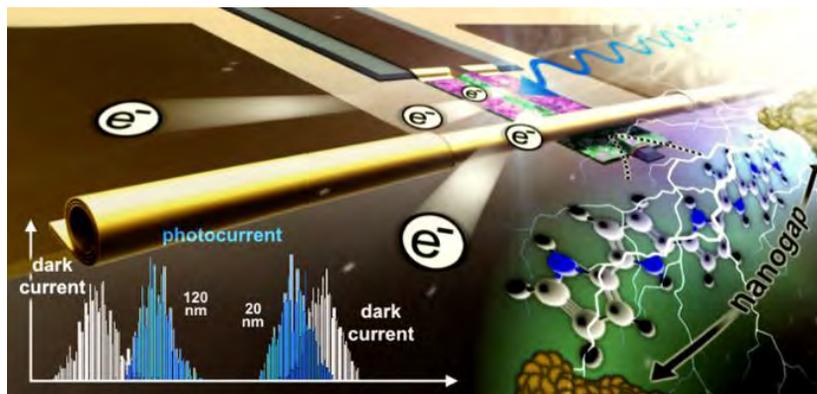


Figura 114. Heterojunções verticais baseadas em nanomembranas para aplicações de polímeros condutores e nanoestruturados em geração de fotocorrente.

Diodos orgânicos e retificadores moleculares são dispositivos eletrônicos fundamentais que compartilham uma propriedade comum: a capacidade de retificar corrente. Dado que ambos possuem dimensões e princípios de funcionamento distintos, a retificação em diodos orgânicos é alcançada através da engenharia de interface, enquanto as propriedades de retificadores moleculares são geralmente controladas através de mudanças em suas estruturas moleculares. No projeto **Razão e direção de retificação controladas pela temperatura em diodos moleculares de ftalocianina de cobre**, demonstramos pela primeira vez uma inversão da direção de retificação conduzida pela temperatura em EMDs

<sup>90</sup> Pozzoli, Guilherme L. et al. Charge transport and gradient doping in nanostructured polypyrrole films for applications in photocurrent generation. *ACS Applied Nano Materials*, v. 3, n. 3, p. 3060-3070, 2020. <https://doi.org/10.1021/acsnm.0c00523>

(acrônimo em inglês para Diodos de Conjuntos Moleculares). Os EMDs são compostos de conjuntos moleculares de ftalocianina de cobre em contato efetivo com um de seus derivados fluorados, tendo 20 nm de espessura cada. Da mesma forma que apresentamos em outros trabalhos, a plataforma de contatos baseados em nanomembranas foi fundamental para a construção do diodo. Aqui, a interface entre tais nanomateriais orgânicos foi descoberta como responsável por alterar os mecanismos de condução de carga do sistema. Neste cenário, a temperatura desempenhou um papel crucial, dosando cada transição observada entre os mecanismos de transporte de carga. Os EMDs foram investigados através de medidas elétricas e análise dos respectivos diagramas de banda, que providenciaram os fundamentos da ocorrência da inversão de retificação. Tais descobertas consistem em um importante passo na direção do controle simples, eficaz e racional da retificação de corrente elétrica em nanodispositivos baseados em carbono. Os resultados deste trabalho foram publicados em 2020 na revista *Nanoscale*<sup>91</sup>. A imagem apresentada na Figura 115 foi utilizada pela revista com ilustração do trabalho.

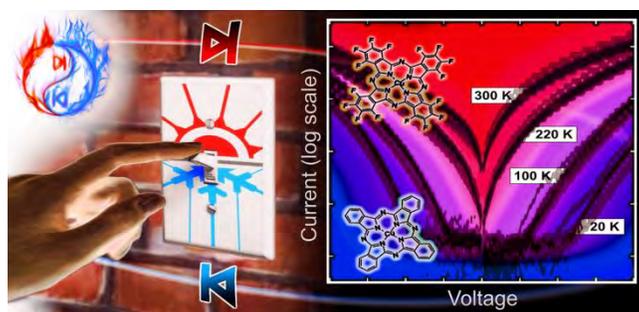


Figura 115. Diodos de conjuntos moleculares baseados em nanomateriais de carbono revelam desempenho controlado pela temperatura.

As células eletroquímicas (ECs, do inglês *electrochemical cell*) são dispositivos que utilizam corrente elétrica para impelir reações químicas não-espontâneas ou que produzem corrente elétrica a partir de reações químicas espontâneas. Tais dispositivos vêm sendo empregados no desenvolvimento de sensores e biossensores, fato que tem tornado sua miniaturização tecnologicamente interessante. Desta forma, o projeto **Células eletroquímicas baseadas em nanomembranas** visa a fabricação de ECs por processos de microfabricação e a caracterização destes dispositivos por voltametria cíclica (CV, *cyclic voltammetry*) e cronoamperometria (CA, *chronoamperometry*). O dispositivo proposto é fabricado similarmente a uma EC convencional, cuja estrutura é composta de três

<sup>91</sup> Lopes, C.S. et al. Rectification ratio and direction controlled by temperature in copper phthalocyanine ensemble molecular diodes. *Nanoscale*, v. 12, n. 18, p. 10001-10009, 2020. <https://doi.org/10.1039/C9NR10601D>

eletrodos: de trabalho (WE, *working electrode*), referência (RE, *reference electrode*) e contraeletrodo (CE, *counter electrode*). Tais dispositivos são fabricados com duas geometrias diferentes a fim de comparar o desempenho deles: a primeira geometria contém os eletrodos planares (pEC, do inglês planar *electrochemical cell*) e a segunda possui os eletrodos tubulares/enrolados (confinados dentro de uma nanomembrana metálica enrolada – NanoMEC, do inglês *nanomembrane-based electrochemical cell*). A principal diferença entre estas geometrias é que na bidimensional (pEC) é possível limitar a região a ser analisada e, na tridimensional (NanoMEC), esta região é limitada pela estrutura do tubo. Em ambas arquiteturas todos os eletrodos são constituídos por ouro. Em um futuro desenvolvimento, buscaremos fabricar o RE em prata, um desafio tecnológico, uma vez que durante a formação do pseudoeletrodo de prata e cloreto de prata, Ag/AgCl, um processo de oxidação leva a lixiviação do eletrodo. Além das caracterizações eletroquímicas, pECs e NanoMECs tiveram suas morfologias analisadas pelas técnicas de microscopias óptica, confocal a laser e eletrônica de varredura. Desta forma, foi verificada a obtenção de ECs por processos de microfabricação e com boa reprodutibilidade, o que constitui o objetivo geral do projeto. Um dos principais resultados deste trabalho pode ser verificado na Figura 116. Para garantir a funcionalidade dos dispositivos desenvolvidos, as duas arquiteturas de ECs foram utilizadas na análise indireta da oxidação de nicotinamida adenina dinucleotídeo (NADH) na presença de ferricianeto,  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ . Esta prova de conceito indicou que as ECs podem ser aplicadas no campo de sensores, sendo que a NanoMEC apresentou melhores sensibilidade (S) e limite de detecção (LOD) em comparação à pEC. Os resultados deste trabalho foram publicados em 2020 na revista *Journal of Materials Chemistry*<sup>92</sup> (DOI: 10.1039/d0ta05796g).

---

<sup>92</sup> Ferro, Letícia Mariê Minatogau et al. Highly efficient electrochemical energy conversion in a 3D hollow microenvironment: towards on-a-chip sensor applications. **Journal of Materials Chemistry A**, v. 8, n. 38, p. 19855-19865, 2020.

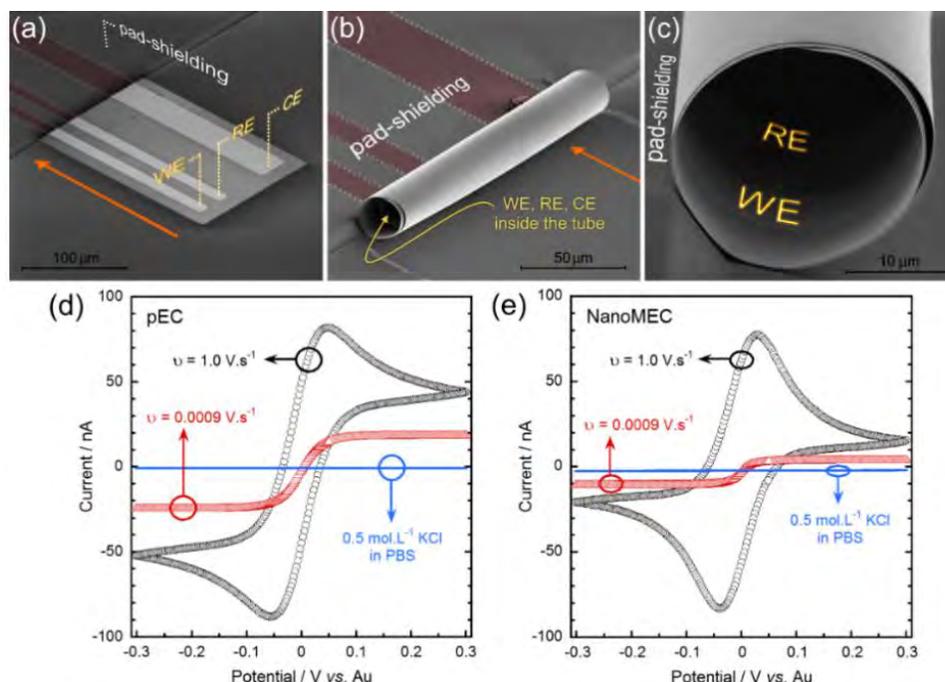


Figura 116. Imagens de SEM dos dispositivos (a) pEC e (b,c) NanoMEC. Em (c), a nanomembrana está completamente enrolada e apresenta voltas compactas, além de tocar a proteção dos contatos elétricos ao término do enrolamento. Além disto, WE e RE podem ser observados no interior do tubo. Em a,b, as setas indicam a direção do enrolamento e a região vermelha limitada pelas linhas pontilhadas indicam os traços dos eletrodos. As imagens d,e são os voltamogramas obtidos com a pEC e a NanoMEC, respectivamente. As medidas de CV foram realizadas em solução de 5 mM  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-/4-}$  preparada em PBS com 0,5 mM KCl como eletrólito suporte. As curvas compostas de (i) círculos pretos foram obtidas com  $\nu = 1.0 \text{ V s}^{-1}$ , (ii) triângulos vermelhos foram obtidas com  $\nu = 0.0009 \text{ V s}^{-1}$  e (iii) linhas azuis foram obtidas em solução de 0,5 mM KCl preparada em PBS, com  $\nu = 0.0009 \text{ V s}^{-1}$ .

Para o desenvolvimento de novos dispositivos eletrônicos mais eficientes e versáteis, uma poderosa estratégia é a combinação de materiais orgânicos e inorgânicos na nanoescala, formando estruturas híbridas funcionais. Uma maneira de trazer benefícios diretos na eletrônica híbrida orgânica/inorgânica é ampliando o conhecimento sobre polarização de camadas ultrafinas de semicondutores, essenciais ao funcionamento de sistemas eletrônicos. Esse campo de estudo, que explora os efeitos de um campo elétrico dentro de materiais (na nanoescala), tornou-se primordial para o desenvolvimento de dispositivos como portas lógicas eletromecânicas, células solares, válvulas minituarizadas, diodos orgânicos, supercapacitores moleculares, entre outros. O trabalho desenvolvido no Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano) em Campinas/SP relata o estudo da **Polarização independente da temperatura em estruturas moleculares ultrafinas**. Os materiais escolhidos foram três tipos de ftalocianinas (a dizer, CoPc, CuPc e F16CuPc), que são moléculas modelo para aplicações em eletrônica. Foram investigados agrupamentos moleculares com menos de dez moléculas empilhadas, somando 5 nanômetros de espessura – isto é, cerca de dez vezes mais fino que um fio de cabelo. Nesta escala

minúscula, tais estruturas moleculares foram combinadas com camadas de óxido e de metal, formando capacitores híbridos orgânicos/inorgânicos e permitindo a caracterização elétrica completa das moléculas em temperaturas variando de 6 a 300 K. Acima de determinada temperatura, a polarização das camadas moleculares desempenha ativação térmica. Dependendo da composição atômica da molécula, a temperatura de ativação é diferente. Entretanto, abaixo de determinada temperatura, a corrente de fuga que atravessa a camada molecular é suprimida, revelando mecanismos de polarização intrínsecos de cada camada. As propriedades dielétricas intrínsecas de cada molécula, que não variam mais quando a temperatura é muito reduzida, revelaram que a constante dielétrica das camadas ultrafinas de ftalocianinas está fortemente relacionados às interfaces híbridas orgânicas/inorgânicas, enquanto os tempos de relaxação dielétrica estão mais relacionados a polarização de cada molécula, que tem constituições atômicas diferentes. Além das contribuições na determinação das propriedades dielétricas de camadas ultrafinas de ftalocianinas totalmente integradas a dispositivos no estado sólido, os resultados recentemente publicados também suportam o novo design de dispositivos funcionais baseados em junções híbridas orgânicas/inorgânicas na nanoescala. Os resultados deste trabalho foram publicados em 2020 na revista *ACS Applied Materials & Interfaces*<sup>93</sup>.

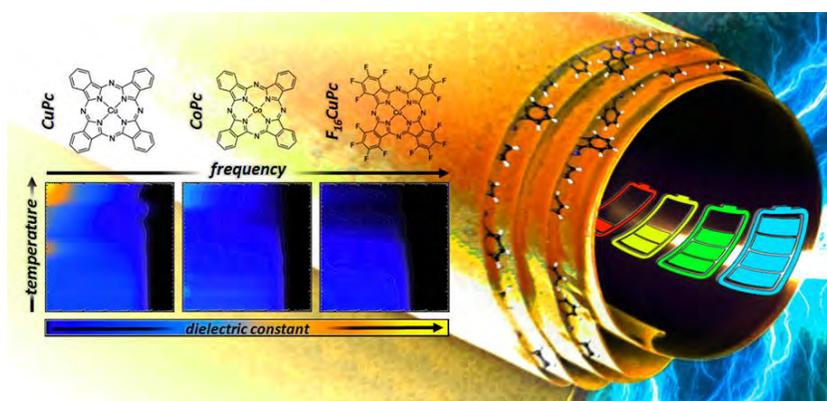


Figura 117. Capacitores híbridos autoenrolados revelam a presença de polarização dielétrica independente da temperatura em conjuntos moleculares ultrafinos de ftalocianina.

Na temática de “**Dispositivos eletroquímicos alongáveis**” buscou-se desenvolver dispositivos eletroquímicos em substratos flexíveis. Esses dispositivos têm mostrado enorme potencial para serem empregados nas áreas de sensores e energia, tanto para

<sup>93</sup> Silva, Ricardo Magno Lopes; Mercés, Leandro; Bufon, Carlos César Bof. Temperature-independent polarization of ultrathin phthalocyanine-based hybrid organic/inorganic heterojunctions. **ACS Applied Materials & Interfaces**, 2020.

resolver problemas fundamentais quanto para um desenvolvimento mais aplicado. Trilhas condutoras empregando materiais lamelares, como o grafite, foram depositadas sobre substratos flexíveis de papel. A estrutura do grafite sob a forma de folhas empacotadas possibilita a fabricação de trilhas condutoras empregando um processo de deposição direta sem solvente. Em um primeiro trabalho já publicado desenvolvemos o tratamento eletroquímico que aumentou a performance desses dispositivos<sup>94</sup>. Dando continuidade na plataforma, desenvolvemos uma célula eletroquímica flexível e funcionalizamos a superfície com nanofilmes de polidopamina. A espessura dos nanofilmes pode ser controlada monitorando o tempo de contato da solução de polidopamina com a superfície de interesse. Verificamos que o nanofilme introduz grupos funcionais oxigenados e nitrogenados deixando a superfície hidrofílica. Experimentos eletroquímicos revelaram a presença de sítios eletroativos após a formação dos nanofilmes. Empregando técnicas de caracterização como a microscopia de força atômica hifenada com infravermelho foi possível mapear a distribuição desses sítios eletroativos na superfície. Nesse caso, monitoramos a absorção do grupo funcional carbonila na superfície e observamos que a distribuição dos sítios redox é heterogênea na superfície do dispositivo flexível. Como prova de conceito, exploramos a presença desses sítios para a eletrooxidação de nicotinamida adenina dinucleotídeo (NADH), um cofator enzimático que participa de mais de 300 reações biológicas. O dispositivo catalisou a oxidação do composto em baixos potenciais e apresentou correntes 20% superiores ao dispositivo controle. Além disso, as correntes associadas ao processo eletrocatalítico permaneceram estáveis por até quinze dias após o preparo do dispositivo. A Figura 118(a) ilustra uma foto do dispositivo integrado e funcionalizado com polidopamina que já foi submetido para publicação.

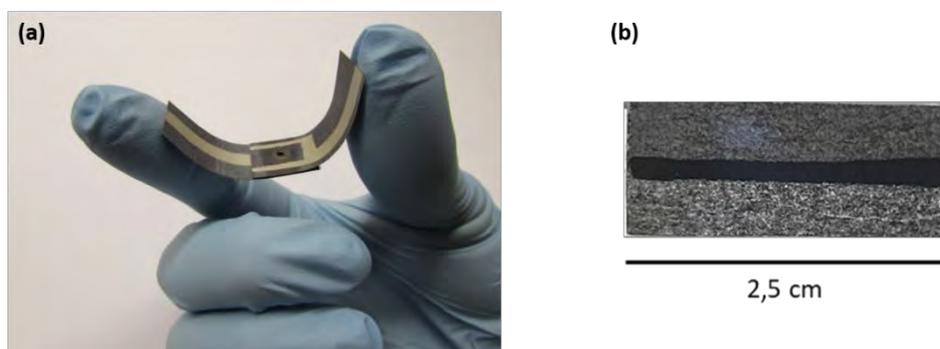


Figura 118. a) Foto da célula eletroquímica flexível funcionalizada com nanofilmes de polidopamina. b) Trilha condutora de carbono fabricada sobre papel funcionalizado com polidopamina.

<sup>94</sup> Santiago, M., Strauss, M., Pereira, M. P., Chagas, A. S., & Bufon, C. C. Direct drawing method of graphite onto paper for high-performance flexible electrochemical sensors. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v. 9, n. 13, p. 11959-11966, 2017.

Os nanofilmes de polidopamina foram empregados também para a fabricação de trilhas condutoras visando a fabricação de dispositivos eletroquímicos flexíveis. Trilhas hidrofílicas de espessura nanométrica foram depositadas sobre o substrato de papel visando compatibilizar a interface com dispersões aquosas contendo nanopartículas condutoras de carbono. Os nanofilmes compatibilizam a superfície do substrato aumentando a adesão e melhorando a condutividade das trilhas condutoras. A Figura 118 (b) mostra uma foto da trilha condutora fabricada sobre papel.

Em julho desse ano iniciamos o **projeto Serrapilheira no LNNano**. O projeto consiste no **estudo eletroquímico de monocamadas de MoS<sub>2</sub> visando compreender a reação de evolução de hidrogênio que ocorre no plano basal e nas bordas do material**. A diferença de reatividade nas bordas e no plano basal tem sido tema de debate na literatura nos últimos anos. Para avaliar a contribuição dessas duas regiões do material iremos transferir monocamadas de MoS<sub>2</sub> com alta razão de aspecto para substrato de ouro, assim como ilustrado na Figura 119 (a). Em seguida, utilizaremos processos de microfabricação para isolar as bordas do material e deixar somente a região do plano basal em contato com o eletrólito. Essa configuração nos permite conduzir experimentos eletroquímicos e extrair a atividade eletrocatalítica do material somente no plano basal. Após essa etapa pretendemos gerar defeitos químicos no plano basal (vacâncias de enxofre) para aumentar atividade catalítica do material. A Figura 119 (b) mostra um desenho esquemático do posicionamento dos eletrodos para investigar o material de interesse. Nesses quatro meses trabalhamos nas etapas de esfoliação do material visando obter monocamadas com alta razão de aspecto. Essa etapa foi acompanhada também empregando medidas de microscopia de força atômica e mapeamento Raman. Os primeiros protótipos das células eletroquímicas também já foram desenvolvidos e ajustes estão sendo feitos para melhorar as medidas eletroquímicas.

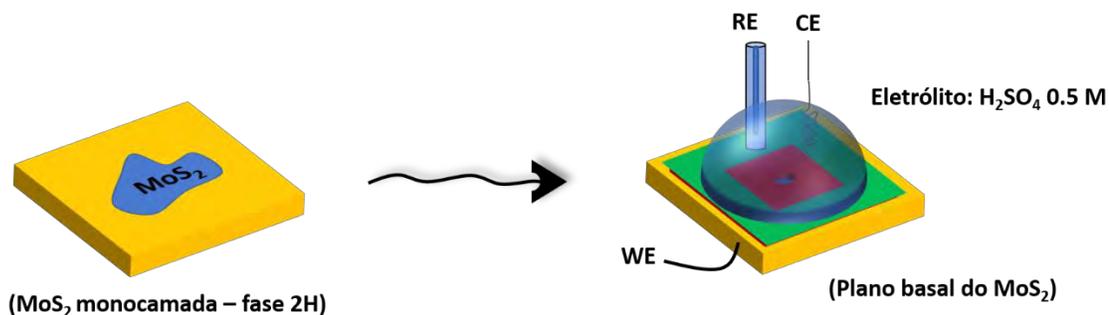


Figura 119. (a) Monocamada de MoS<sub>2</sub> transferida para o substrato de ouro. (b) Montagem da célula eletroquímica empregando um sistema de três eletrodos. Somente o plano basal fica em contato com o eletrólito. WE = eletrodo de trabalho, RE = eletrodo de referência e CE = contra eletrodo.

#### 4.4. Apoio à geração de inovação

Durante o ano de 2020, o LNNano depositou, com apoio da Assessoria de Apoio a Inovação (AIN), nove novos pedidos de patente de invenção, sendo sete desses no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), um no escritório americano *United States Patent and Trademark Office* (USPTO) e um na Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI, ou WIPO em inglês) via Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes (PCT). Tais pedidos se relacionam com química verde, materiais avançados, instrumentação avançada e computação avançada, resultados de pesquisas internas e em parcerias com institutos de pesquisa do estado São Paulo e instituição privada alemã. Além dos pedidos novos, foram realizadas três extensões de pedidos vigentes.

Como resultado dos projetos de pesquisa interna na área de nanodispositivos, efetuou-se o depósito do pedido de patente (BR 10 2020 002749 2) de um transistor de efeito de campo com arquitetura vertical e intitulada de “Transistor de efeito de campo com arquitetura vertical e uso do mesmo em sensores”.

Em parceria com a Unicamp, foi depositado o pedido de patente (BR 10 2020 003684 0) intitulado “Processo de obtenção de nanofibrilas de celulose e nanofibrilas de celulose obtidas”, tal processo diz respeito a produção de nanofibrilas de celulose sem necessidade de tratamento mecânico para desfibrilação.

Também em conjunto com a Unicamp e com participação de professor da Universidade de Waterloo, foi depositado o pedido de patente via PCT (PCT/BR2020/050249) de título “Nanofibrillated cellulose emulsion, emulsification process, use of cationic nanofibrillated cellulose and use of emulsion”. Esta tecnologia diz respeito a um processo inovador para produção de emulsões estáveis com uso de emulsificante físico.

Em conjunto com a empresa alemã Image Science, foi depositado o pedido intitulado “Systems, Devices, Components, and Methods for Optimizing Information and Data

Acquisition, Transmission, Processing, and Analysis” (US 63/073,736) que trata de otimização para aquisição e processamento de dados.

Dentro da área de instrumentação avançada, o LNNano desenvolveu em conjunto com o LNLS a tecnologia do pedido de patente (BR 10 2020 020040 2), intitulada “Dispositivo microfluídico selado com película de poliéster” para uso em análises *in vivo* e *in situ* em situações que necessitam de baixa absorção de raios X, infravermelho, ultravioleta, luz visível e resistência química alta.

A tecnologia do pedido de patente intitulada “Adesivos a base nanocelulose e lignina para substratos molhados” se refere a produção e uso de adesivos em meio molhado com ótima adesão utilizando material de origem renovável dando continuidade aos esforços para desenvolvimento de produtos e processos para química verde.

A tecnologia do pedido de patente intitulada “Nanopaper à prova d'água” se refere a tecnologia de produção de papel hidrofóbico.

A tecnologia do pedido de patente intitulada “Hybrid three-dimensional nanomembrane-based micro-analytical elements for ultrasensitive sensing applications” se refere a tecnologia de membrana ultra sensível.

A tecnologia do pedido de patente intitulada “AI-Diagnóstico” se refere a tecnologia para diagnósticos rápido e preciso.

Com relação a projetos de pesquisa e desenvolvimento em parceria com empresas, em 2020 o LNNano contou com 8 projetos vigentes.

#### 4.4.1. Projetos desenvolvidos em parceria com empresas

##### *Produção de Materiais compósitos*

O Projeto realizado em parceria com uma empresa do setor automotivo para produção de materiais compósitos é um dos casos de sucesso da atuação do LNNano voltada para a geração de inovação. O projeto foi encerrado em 2020 e os resultados alcançados ao longo do ano permitiram a otimização do método de produção e o refinamento de nanofibras de celulose, o que possibilitará a sua utilização em compósitos.

##### *Tintas Condutivas para Impressão a Jato de Tinta*

O projeto intitulado “Tintas Condutivas para Impressão a Jato de Tinta”, realizado em parceria com a empresa Ticon, e com financiamento do SibratecNano, teve como início do seu desenvolvimento o ano de 2016 e foi concluído no segundo semestre de 2020. Com o objetivo de produzir tintas condutivas baseadas em nanopartículas para impressão a jato de tinta, o projeto tem aplicações importantes em diversos setores como na fabricação de circuitos impressos, etiquetas RFID (identificação por radiofrequência), transistores de filmes finos, LEDs, sensores, células solares, eletrodos transparentes, telas de toque e

displays flexíveis. Além do método da fabricação de dispositivos eletrônicos pelo método de impressão ser mais rápida e barata que os métodos convencionais e permitir a aplicação da tinta sobre substratos flexíveis.

A partir das formulações a base de água desenvolvidas com uso de protocolo reprodutível e com possibilidade de escalonamento, ao longo de 2020, foram testadas aplicações em outras superfícies de interesse da empresa e a obtenção dos primeiros protótipos de dispositivos de aquecimento.

Apesar dos desafios que existem para produção de tintas condutivas para aplicação em impressão a jato de tinta, o projeto obteve êxito e foi mais um importante caso de parceria finalizado neste ano.

#### *Sensor de atividade de água baseado em ondas acústicas superficiais com elemento sensível feito com nanofilme de óxido de grafeno.*

A parceria entre a empresa Compline e o LNNano, com apoio financeiro do SibratecNano, teve início em 2016 e foi concluída com êxito no segundo semestre de 2020. O objetivo do projeto foi o desenvolvimento de um protótipo de medidor de atividade de água portátil, com dispositivo-sensor baseado em ondas acústicas superficiais (OAS), que poderá ser utilizado como parâmetro de controle de qualidade em vários processos na indústria alimentícia, farmacêutica e agricultura, especialmente a de precisão. Exemplos de atividades produtivas que poderão se beneficiar com esta tecnologia são: processos de estocagem de grãos e castanhas, produção de café, produção de ração animal, entre outras.

Ao longo do projeto, vários parâmetros de fabricação foram modificados com o objetivo de melhorar a resposta do dispositivo, incluindo a incorporação de um filme nanoestruturado de óxido de grafeno (OG) ao sensor, de forma a aumentar sua sensibilidade. Este desenvolvimento é pioneiro na área e permitiu a utilização dos dispositivos com nanofilmes sensíveis para obtenção de alta velocidade de resposta, alta sensibilidade e estabilidade durante as medidas de umidade.

Um grande diferencial desta tecnologia é que através da conexão do dispositivo com uma rede sem fio, o medidor poderá acessar o módulo de processamentos de resultados de medidas, que será operado em nuvem na internet. Este conceito já vem sendo implementado pela empresa e permitirá no futuro o desenvolvimento de um “*expert system*” para apoio de usuários.

#### *Destilação de volumes reduzidos de petróleo*

Iniciado em 2018, o projeto “**Destilação de volumes reduzidos de petróleo**”, realizado em parceria com a Petrobras, tem como objetivo o desenvolvimento de um destilador miniaturizado para destilação de pequenas quantidades de petróleo.

A destilação é um dos processos mais importantes para a caracterização do óleo bruto, pois permite identificar e quantificar as frações derivadas do petróleo de acordo com as

faixas de temperatura de ebulição, através da curva de pontos de ebulição verdadeiros (PEV). A elaboração desta curva é realizada pela indústria de acordo com a norma ASTM D 2892, cujo protocolo estabelece a utilização de um volume de 1 a 30 L de óleo, com um tempo de execução de dois a cinco dias. No entanto, nem sempre é possível a obtenção desta quantidade de óleo para realizar a caracterização por destilação, principalmente quando se trata de amostras extraídas durante etapa de sondagem e exploração de novos poços produtores, onde os volumes são bastante reduzidos. Este cenário reforça a relevância do presente projeto, uma vez que o sistema desenvolvido permitirá a realização de destilação de baixos volumes de amostras em um tempo menor (2 mL de petróleo bruto em apenas 6,7 h). Além de proporcionar análises mais seguras e rápidas, o sistema para destilação de pequenas quantidades de amostras é uma tecnologia mais sustentável, pois gera menor quantidade de resíduos e possui baixo consumo de energia.

O sistema desenvolvido permitiu quantificar os teores de nafta (N), querosene (Q) e diesel (D) em diferentes amostras de petróleo bruto, conforme apresentado na Figura 120 (a) e Figura 120 (b). Estes valores foram melhorados através do tratamento dos dados, usando um método supervisionado de *machine learning*, como pode ser observado na Figura 120 (c).

O projeto foi encerrado em 2020 com dois importantes marcos, a publicação de artigo no periódico *Fuel*<sup>95</sup> e o depósito de pedido de patente no INPI (BR 10 2019 025222 7), demonstrando a relevância do seu caráter inovador.

---

<sup>95</sup> Giordano, G. F. *et al.* Distilling small volumes of crude oil. **Fuel**. 2021, Volume 285, 119072, ISSN 0016-2361.

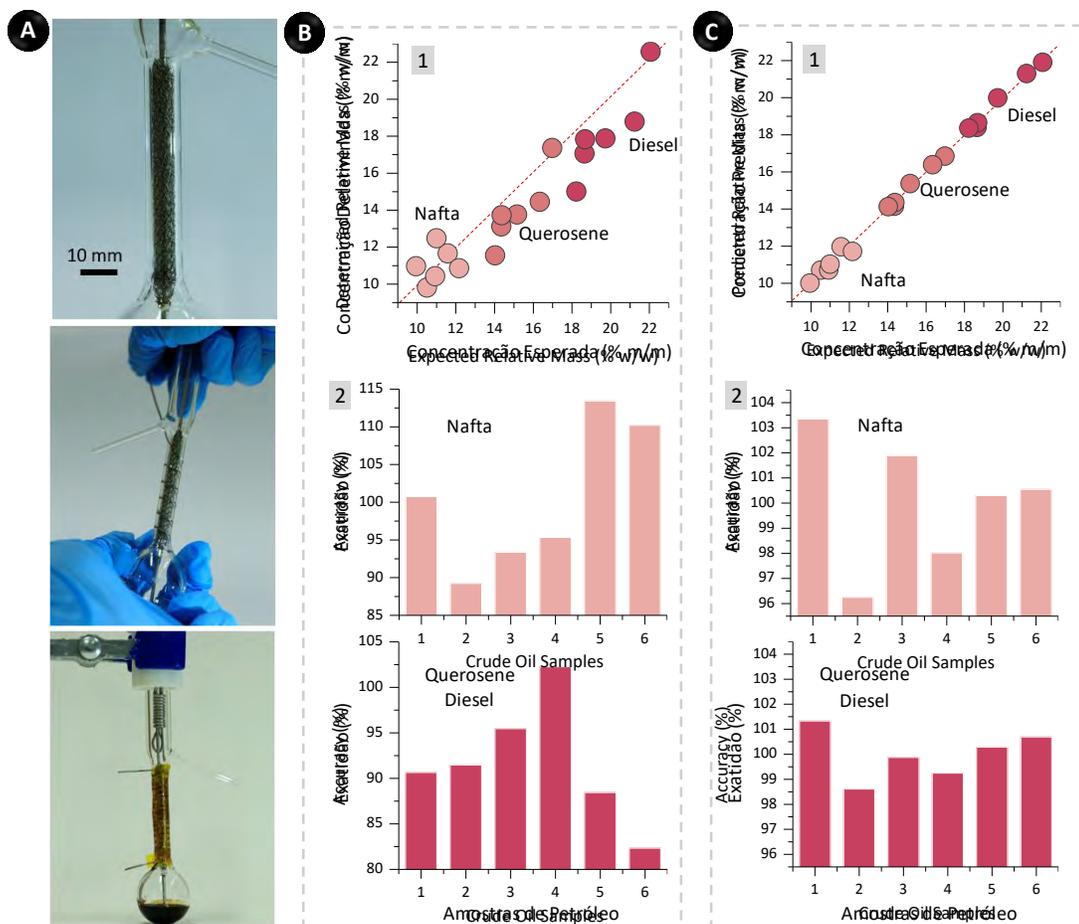


Figura 120. (a) Fotos do dispositivo desenvolvido para a destilação de 2 mL de petróleo. Determinação de N, Q e D pelo método de extrapolação linear da curva PEV obtida experimentalmente (b) e pelo método de machine learning (c). [1] Gráfico de paridade das concentrações determinadas / preditas vs. concentrações esperadas para os destilados nas amostras diferentes. A linha tracejada corresponde ao comportamento ideal com exatidão de 100%. [2] Exatidões calculadas para a determinação dessas frações.

*Desenvolvimento de métodos de preparo de amostra e sensores na área de petróleo e gás, considerando a utilização e concepção de plataformas microfluídicas*

Diante do uso indispensável de insumos químicos (inibidores de incrustação e corrosão, sequestrantes de H<sub>2</sub>S e O<sub>2</sub>, polieletrólitos, desemulsificantes e biocidas) na indústria de petróleo e gás, o desenvolvimento de métodos analíticos para controlar a dosagem, a qualidade e os resíduos gerados por esses materiais, pode resultar em uma economia de tempo e recursos. Por esta razão, iniciou-se em 2019 uma parceria entre o LNNano e a Petrobras, com o objetivo de desenvolver métodos de preparo de amostra e sensores, considerando a utilização e concepção de plataformas microfluídicas. O projeto teve continuidade em 2020, com avanços importantes.

A experiência adquirida pelo LNNano no desenvolvimento de um novo tipo de língua eletrônica em microfluídica, que permite análises qualitativas rápidas para a discriminação de amostras, foi extremamente importante para realização deste novo desafio.

A língua eletrônica é um instrumento analítico formado por um conjunto de unidades sensíveis (eletrodos) não específicas, que se baseiam no conceito de seletividade global para distinguir amostras líquidas complexas devido as diferenças de respostas elétricas geradas entre a interação das amostras com os eletrodos (impressão digital). Assim, nas análises realizadas este ano, sistemas do tipo língua eletrônica foram usados como ferramenta de monitoramento da qualidade de inibidores de incrustação fornecidos pela empresa. Ressalta-se que esse é um método não seletivo e um dos próximos passos do projeto é a tentativa para que ele seja aplicável no controle de qualidade dos insumos químicos.

Adicionalmente, este projeto também contempla a determinação de TOG (teor de óleos e graxas) na água de produção do petróleo, através da validação do método denominado MEC (*microemulsification based method*) para este tipo de amostra. Este método foi desenvolvido em 2014 pelo LNNano<sup>96,97,98</sup> e combina simplicidade, rapidez, baixo consumo de produtos químicos e portabilidade com alto desempenho analítico.

A aplicação do MEC na quantificação de TOG em amostras sintéticas complexas também foi realizada com sucesso, com desempenho analítico semelhante quando comparado ao uso de turbidímetro.

#### *Desenvolvimento de sistemas microfluídicos para a extração de espécies presentes no petróleo e separação de fases presentes em emulsões*

O projeto SAP-II, “**Desenvolvimento de sistemas microfluídicos para a extração de espécies presentes no petróleo e separação de fases presentes em emulsões, e análises subsequentes**”, teve início em 2018 e contou com a parceria da Petrobras. O objetivo deste projeto foi desenvolver sistemas de extração microfluídicos de alta eficiência e rapidez, baixo consumo de amostra e com fabricação reprodutível e escalonável. Ressalta-se que a extração e análise da água presente na emulsão água/óleo é de grande importância para a indústria, uma vez que sua composição representa potencial problema de incrustações em dutos, vindo a comprometer o escoamento do óleo.

---

<sup>96</sup> Patente 1020140327851

<sup>97</sup> Lima, R. S. *et al.* Microemulsification: An Approach for Analytical Determinations. **Anal. Chem.** 2014, 86 (18), 9082–9090.

<sup>98</sup> da Cunha, J. G. *et al.* Microemulsification-Based Method: Analysis of Monoethylene Glycol in Samples Related to Natural Gas Processing. **Energy & Fuels**, 2015, 29 (9), 5649–5654.

Em 2020 foram avaliados com sucesso microdispositivos em série, observando-se aumento de até 75% na eficiência. Além disso, foi possível obter um segundo dispositivo por impressora 3D, baseado na técnica estereolitografia (SLA). Nesse caso, dada a flexibilidade da técnica de impressão 3D, dispositivos microfluídicos com diferentes formatos de canais foram fabricados visando a uma maior eficiência de extração. O projeto foi encerrado esse ano apresentando resultados promissores, com a obtenção de extrações ultra rápidas, com eficiência próxima a 70% em relação ao valor obtido pelo misturador mecânico, utilizando apenas um dispositivo.

#### *Biossensor nanoestruturado para determinação da glicemia por método transdérmico não-invasivo.*

A parceria firmada em 2020 entre o LNNano e a empresa Sete Digital conta com o suporte do SibratecNano e trata do desenvolvimento de um dispositivo portátil e miniaturizado capaz de realizar de forma reprodutível e confiável a determinação da glicemia por via transdérmica não-invasiva através de iontoforese reversa. O dispositivo será composto por três unidades: nanomembrana interfacial, sistema eletródico e transdutor. A nanomembrana interfacial realiza contato direto com a porção superior da pele do usuário. A espessura nanométrica da membrana é uma estratégia inovadora para reduzir os tempos de reação com enzimas envolvidas no processo. O sistema eletródico conterá os eletrodos do dispositivo, sendo que alguns deles serão compostos por filmes nanoestruturados à base de óxidos de metais de transição. O transdutor será composto por sistema aplicador de tensão elétrica e amperímetro. Com relação à operacionalidade, o dispositivo funcionará em três etapas: pré-concentração da glicose na nanomembrana interfacial por meio de iontoforese reversa; determinação da glicose por via cronoamperométrica (processo de monitoramento da corrente elétrica em função do tempo) e transdução do sinal.

#### **Dispositivos de Corte e Erosão com Revestimento Nanoestruturado (Plenus Coating)**

Iniciado em 2020, a parceria entre o LNNano e a nChemi, conta com suporte do Sibratec Nano, e propõe uma nova tecnologia de produção de revestimentos cerâmicos finos, baseados em nanopartículas funcionalizadas, com foco na solução de dois problemas bastante comuns durante um procedimento cirúrgico: a perda do fio de corte e o superaquecimento do dispositivo de erosão ou corte (brocas, fresas, discos etc.), o que pode levar a um maior dano no tecido da região cortada e a necessidade de aplicação de maior força para efetuar o procedimento, gerando traumas para o paciente.

A tecnologia consiste na produção de uma suspensão coloidal estável de nanopartículas que é aplicada na superfície dos dispositivos de interesse, aumentando sua dureza e diminuindo o atrito, sem causar a perda do fio de corte. Vale ressaltar que o aumento de

espessura causado pelo filme de nanopartículas é em escala nanométrica e não impacta o fio de corte.

Dentro desse contexto, esse projeto visa o desenvolvimento do método de aplicação do revestimento nanoestruturado por spray, mantendo a qualidade obtida anteriormente por imersão, mas com menor necessidade de matéria prima, maior produtividade e flexibilidade. Esse método permite maior automação do processo e é baseado em equipamento de uso comum da indústria, o que facilita o aumento de escala da tecnologia e possibilita a expansão da aplicação do revestimento para peças de qualquer tamanho e com geometrias complexas.

#### 4.4.2. Serviços tecnológicos especializados

O LNNano presta serviços de alta complexidade tecnológica e que em muitas áreas é a única instituição no país com infraestrutura e expertise específicos para realizar. Estes tipos de serviços de alta complexidade tecnológica aproximam o LNNano de diversas empresas de setores variados, fortalecendo a colaboração do Centro com o setor produtivo. Frequentemente, as interações que começam como serviços tecnológicos altamente especializados despertam interesse em maior aprofundamento científico, gerando projetos de desenvolvimento tecnológico conjunto.

Em 2020, foram realizados pela equipe do LNNano 11 serviços tecnológicos de alta complexidade. Entre os clientes estão empresas dos setores farmacêutico, químico, saúde, entre outros.

#### 4.5. Treinamento, Educação e Extensão

##### 4.5.1. Seminários e palestras

O LNNano tem como prática a realização de Seminários quinzenais sobre os diversos temas para atualização constante de sua equipe técnica/científica. As apresentações são realizadas pela própria equipe do LNNano e também por convidados de outras instituições de pesquisa.

Devido à pandemia de COVID-19, este ano tivemos apenas um encontro pessoal. A palestra ***“Aqueous Chemical Design & Electronic Structure Engineering of Advanced Heteronanostructures for Efficient Solar Energy Conversion”***, foi realizada 03/03/2020, pelo convidado Lionel Vayssieres; mas os encontros foram mantidos de forma virtual. Apresentamos na lista abaixo os temas, datas e palestrantes durante esse período de ***Web Journal Club***.

1. ***"Interface engineering applied to ceramic materials: a case study of energy storage electrochemical devices - Uma nova proposta de Projeto Temático"***, 19/05/2020, Edson Roberto Leite, 25 participantes.
2. ***"Converging Multidimensional Sensor and Machine Learning Towards High-Throughput, Bioreagentless, and Accurate Diagnosis"***, 21/05/2020, Renato Sousa Lima, 27 participantes.
3. ***"Biological complexes in action, in vitro and in silico (Exploiting Big-Data in Cryo-EM)"*** 28/05/2020, Marin van Heel, 36 participantes.
4. ***"Understanding chemical defects in the basal plane of 2D materials toward hydrogen evolution reaction."***, 02/06/2020, Murilo Santhiago, 39 participantes.
5. ***"Fotossíntese Artificial: Desafios e oportunidades rumo a uma sociedade mais sustentável e menos carbono"***, 04/06/2020, Flavio Leandro de Souza, 42 participantes.
6. ***"Balanço dos resultados do projeto JP-FAPESP: Fabricação e caracterização de dispositivos híbridos."***, 09/06/2020, Carlos Cesar Bof Bufon, 33 participantes.
7. ***"Desenvolvimento de uma célula eletroquímica para medidas Raman in situ de materiais para energia"***, 11/06/2020, Mathias Strauss, 33 participantes.
8. ***"Técnicas Avançadas em Microscopia Eletrônica de Transmissão: Imagem e Difração de Sistemas Nanoestruturados e Auto-Organizados para Aplicações em Energia"***, 12/06/2020, João Batista Souza Junior, 79 participantes.
9. ***"Alloy design for extreme environments: computational design, processing and advanced characterization"***, 15/06/2020, Camilo A. F. Salvador, 53 participantes.
10. ***"Nanotoxicology Research – Towards a Brazil-Europe e-infrastructure for nanosafety and regulation "***. 15/06/2020, Diego Stefani Teodoro Martinez, 32 participantes.
11. ***"Nanocompósitos porosos baseados em nanocelulose: Uma exploração avançada por tomografia de raios-X 4D no Sírius"***, 23/06/2020, Rubia Figueredo Gouveia, 40 participantes.
12. ***"Machine Learning Analytical Chemistry with (nano)sensors"***. 25/06/2020, Gabriel Ravanhani Schleder, 63 participantes.
13. ***"Towards Time-Resolved Cryo-Electron Microscopy"***, 30/06/2020, Rodrigo Villares Portugal, 62 participantes.
14. ***"Os excêntricos Quantum Materials : Por que agora e o que são?"***, 02/07/2020, Adalberto fazzio, 71 participantes.
15. ***"Comportamento Coloidal de suspensões complexas de nanocelulose"***, 07/07/2020, Juliana da Silva Bernardes, 65 participantes.
16. ***"4D-STEM: O futuro da análise de materiais por imagem em microscopia eletrônica"***, 09/07/2020, Jefferson Bettini, 57 participantes.

17. **"Interações com o setor produtivo"**, 14/07/2020, Angelo Luiz Gobbi, 60 participantes.
  18. **"Conversando com o diretor do LNNano"**, 16/07/2020, Adalberto Fazzio, 78 participantes.
  19. **"Os Programas estruturantes do LNNano"**, 23/07/2020, Edson Roberto Leite, 80 participantes.
  20. **"SARS-CoV-2 and personalized medicine: What do they have in common?"**, 04/08/2020, Mateus Cardoso, 111 participantes.
  21. **"Jacutingaite: a naturally occurring brazilian topological material"**, 06/08/2020, Felipe David Casto de Lima, 61 participantes.
  22. **"Transporte eletrônico em filmes finos orgânicos para aplicações em dispositivos na nanoescala"**, 11/08/2020, Leandro das Mercedes Silva, 65 participantes.
  23. **"When nanocellulose meets microorganisms: to kill or not to kill?"**, 18/08/2020, Caio Gomide Otoni, 59 participantes.
  24. **"Estruturas metal-orgânicas de superfície (SURMOFs) para dispositivos eletrônicos"**, 20/08/2020, Luiz Gustavo Simões Albano, 57 participantes.
  25. **"Oxide thermoelectric materials"**, 25/08/2020, Leilane Roberta Macario, 64 participantes.
  26. **"Introdução a Microscopia Eletrônica – o que é, como funciona e para que serve."**, 01/09/2020, Jefferson Bettini, 63 participantes.
  27. **"Microscopia de força atômica: uma caixa de ferramentas para a nanotecnologia"**, 03/09/2020, Carlos Alberto Rodrigues Costa, 68 participantes.
  28. **"Sensores químicos: conceito, configurações e perspectivas"**. 10/09/2020, Renato de Sousa Lima, 71 participantes.
  29. **"Técnicas eletroquímicas para o estudo de nanomateriais"**, 15/09/2020, Murilo Santhiago, 61 participantes.
  30. **"XPS: conceitos básicos da técnica e de tratamento de dados."**, 17/09/2020, Juliana da Silva Bernardes, 68 participantes.
  31. **"Information and Glycosylation: Changing Physics Paradigms in defence of viral pandemics"**, 22/09/2020, Marin van Heel, 91 participantes.
  32. **"Microtomografia de raios-X: Análises morfológicas e morfométricas de diversos materiais "**, 22/09/2020, Rubia Figueredo Gouveia, 56 participantes.
  33. **"Preparing cryo-EM samples with safety and quality"**, 01/10/2020, Marcelo Alexandre de Farias, 55 participantes.
  34. **"Microscopia Eletrônica de Transmissão de Fases Líquidas"**. 03/11/2020, Carlos Alberto Ospina Ramirez, 53 participantes.
- "Microscopia Eletrônica de Varredura: Principais técnicas de caracterização disponíveis no LNNano", 10/11/2020, Fabiano Emmanuel Montoro, 54 participantes...

#### 4.5.2. Palestras proferidas por pesquisadores do LNNano

Além dos seminários ministrados de forma virtual, nossos pesquisadores também participaram de eventos externos. Abaixo segue a relação dessa participação:

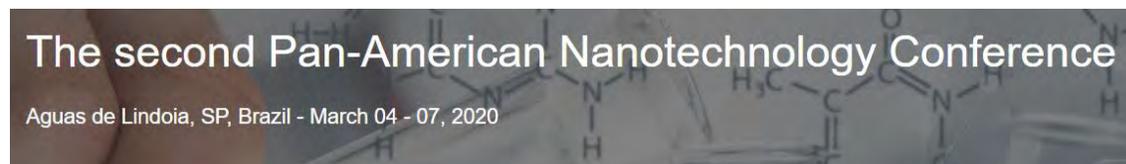
1. **"Colloidal behavior of nanocellulose complex suspensions"**, apresentação oral em evento, Juliana da Silva Bernardes, "The second Pan-American Nanotechnology Conference", Águas de Lindóia, presencial, 05/03/2020.
2. **"Biological Nano-Machines at Atomic Resolution: Single-Particle Cryo-EM"**, seminário, Marin van Heel, "The second Pan-American Nanotechnology Conference", Águas de Lindóia, presencial, 07/03/2020.
3. **"Flexible electric and electrochemical devices"**, seminário, Murilo Santhiago, Instituto Catalão de Nanociência e Nanotecnologia (ICN2) / Seminário convidado pelo pesquisado Arben Merkoçi, on-line, 02/04/2020.
4. **"Nanotoxicologia - Ambiente, Saúde, Inovação e Regulação"**, seminário, Diego Martinez, Embrapa/I Congresso Digital de Nanobiotecnologia e Bioengenharia, on-line, <https://doity.com.br/i-congresso-digital-de-nanobiotecnologia-e-bioengenharia>, 04/06/2020.
5. **"As missões do Laboratório Nacional de Nanotecnologia"**, palestra, Adalberto Fazio, UNIVEL - Centro Universitário, on-line, <https://us.bbcollab.com>, 23/06/2020.
6. **"Técnicas de caracterização avançada de materiais lignocelulósicos disponíveis no LNNano"**, seminário, Juliana da Silva Bernardes, Associação Brasileira Técnica de Papel e Celulose, on-line, <https://www.abtcp.org.br>, 07/08/2020.
7. **"Criomicroscopia Eletrônica no LNNano/CNPEM: resultados e perspectivas"**, seminário, Rodrigo Villares Portugal, Asociación de Universidades Grupo Montevideo (AUGM) / Ciclo de Encuentros "Quién es quién en Biofísica AUGM", on-line, <https://www.youtube.com/watch?v=vQx2PHL7Tjo>, 28/08/2020.
8. **"Converging low-cost multidimensional sensor and machine learning for point-of-care and mass diagnostics"**, seminário, Renato Sousa Lima, Universidade Federal do ABC, on-line, <https://meet.google.com/agp-dsay-tah>, 01/09/2020.
9. **"Information and Glycosylation: Interface between Physics and Biology"**, seminário, Marin van Heel, Instituto de Biofísica UFRJ, [https://www.youtube.com/watch?v=JY5aPu\\_FSp&t=1791s](https://www.youtube.com/watch?v=JY5aPu_FSp&t=1791s), 03/09/2020.
10. **"Colloidal behavior of nanocellulose complex suspensions"**, seminário, Juliana da Silva Bernardes, Universidade Federal do ABC, on-line, 22/09/2020.
11. **"Flexible cellulose-based electrical and electrochemical nanodevices"**, seminário, Murilo Santhiago, Universidade Federal do ABC (UFABC) / seminário convidado no programa de nanociência e materiais avançados, Santo André, on-line, 22/09/2020.

12. **"Role of Sn Segregation in the Electronic Transport of Polycrystalline Hematite: Raising the Electronic Conductivity by Lowering the Grain-Boundary Blocking Effect"**, keynote, Flavio L Souza, MSE Conference/German Materials Society (DGM), Colonia, on-line, <https://www.mse-congress.de/program/scientific-program/>, 22 a 25-09-2020.
13. **"Information and Glycosylation: From hard-core Physics to sweet Biology"**, seminário, Marin van Heel, Asociación de Universidades Grupo Montevideo (AUGM) / Ciclo de Encuentros "Quién es quién en Biofísica AUGM", [http://grupomontevideo.org/ndca/ndbiofisica/?page\\_id=124](http://grupomontevideo.org/ndca/ndbiofisica/?page_id=124), 02/10/2020
14. **"Átomo de hidrogênio"**, aula, Adalberto Fazzio, UFABC -Universidade Federal ABC, Santo André/SP, on-line, [meet.google.com/xvq-fugb-tqh](https://meet.google.com/xvq-fugb-tqh), 08/10/2020.
15. **"Spin eletrônico e Princípio de Pauli"**, aula, Adalberto Fazzio, UFABC -Universidade Federal ABC, Santo André/SP, on-line, [meet.google.com/jwz-fdny-jny](https://meet.google.com/jwz-fdny-jny), 13/10/2020.
16. **"Machine learning para descoberta e desempenho de materiais"**, palestra, Adalberto Fazzio, MCTIC, Brasília/DF ,on-line, <https://streamyard.com/dhsk9jh9cq>, 22/10/2020.
17. **"Concept-Driven Science X Tool-Driven Science"**, palestra, Adalberto Fazzio, UFABC -Universidade Federal ABC, Santo André/SP, on-line, [meet.google.com/fhj-mpfz-bpr](https://meet.google.com/fhj-mpfz-bpr), 23/10/2020.
18. **"Pseudopotenciais"**, aula, Adalberto Fazzio, UFABC -Universidade Federal ABC, Santo André/SP, on-line, <https://us02web.zoom.us/j/87547966838?pwd=M1ByOS9JOE1JNE9jeG5tNnJGVWZ6Zz09>, 27/10/2020
19. **"Machine Learning na pesquisa em materiais, Materials Genome"**, webnário, Adalberto Fazzio, UFC - Universidade Federal do Ceará Fortaleza/CE, on-line, 28/10/2020.
20. **"Átomos Polieletrônicos"**, aula, Adalberto Fazzio, UFABC -Universidade Federal ABC, Santo André/SP, on-line, [meet.google.com/yob-utjg-ggc](https://meet.google.com/yob-utjg-ggc), 29/10/2020.
21. **"Cryo-EM and the Boundary between Science Fiction and Science Fact"**, seminário, Marin van Heel, Autumn Meeting 2020 Brazilian Physical Society, <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/eosbf/2020/tmp/pesqAutor.asp>, 24/11/2020.
22. **"Aplicações Machine Learning"**, aula, Adalberto Fazzio, UFABC, <https://us02web.zoom.us/j/88900323050?pwd=bFNXb0RwazR6WVf1bnAydHZucnlEUT09>; 26/11/20.
23. **"Machine Learning and Big Data"**, Minicurso 1 - Aula 1, Adalberto Fazzio, Universidade Federal de Goiás – Goiânia/GO - <https://www.even3.com.br/semanafisicaufg2020/>; 02/12/20.
24. **"Machine Learning and Big Data"**, Minicurso 1 - Aula 1, Adalberto Fazzio, Goiânia/GO - <https://www.even3.com.br/semanafisicaufg2020/>; 03/12/20.
- 25.

#### 4.5.3. Orientação e supervisão

Durante o ano de 2020, o LNNano contou com 71 bolsistas, deste 13 de pós-doutorado, 25 de doutorado, 9 de mestrado, 9 de iniciação científica, 4 de PCI e 11 de outras modalidades. O número total de estagiários supervisionados ao longo do ano foi de 8, sendo 7 de nível superior e 1 de nível técnico.

#### 4.5.4. Eventos



O “2nd Pan American Congress of Nanotechnology” foi realizado na cidade de Águas de Lindoia, no período de 04 a 07 de março de 2020, com o intuito de reunir pesquisadores, profissionais da academia, da indústria e de órgãos governamentais e reguladores da América do Norte, do Sul e Central para se engajarem em colaborações interdisciplinares nos campos de nanomateriais, nanodispositivos e nanotecnologias. Esta conferência possibilitou aos seus participantes uma melhor compreensão de como gerenciar e desenvolver nanotecnologias sustentáveis em diversas áreas, incluindo nanomateriais, nanomedicina, fontes de energia renováveis, aplicações de nanomateriais em dispositivos funcionais utilizados em diagnósticos, e para a remediação e tratamento de água e esgoto, nano catalisados para remoção de contaminantes do ar, nano-educação e muitas outras aplicações. Os painéis de discussão e oportunidades de *networking* através das atividades sociais com patrocinadores de empresa que participaram da conferência também promoveu uma melhor comunicação e interações entre os acadêmicos e a indústria. O evento contou com cerca de 275 participantes, sendo 220 brasileiros, 49 dos Estados Unidos e outros 6 representantes de países latino-americanos. Foram um total de 23 palestras convidadas, 53 apresentações orais e 267 no formato de poster.

#### **Workshop “Cryo-EM: Perspectivas e Futuro**

Comitê Organizador: Prof. Adalberto Fazio (LNNano/CNPEM); Prof. Glaucius Oliva (IFSC-USP) e Prof. Edson R. Leite (LNNano/CNPEM)

Data: 20/10 – horário: 14h as 18h

O objetivo principal do Workshop foi traçar estratégias para maximizar o uso da instalação de Cryo-EM do LNNano. A implementação da instalação foi concluída em 2020 por meio de investimento conjunto entre o MCTI (com recursos do programa SisNANO) e a FAPESP. A Cryo-EM é a ferramenta de biologia estrutural em maior desenvolvimento no mundo e sua ampla utilização vai contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro.

### **Temas discutidos**

- 1 - Deficiências e Dificuldades em relação a: acesso às instalações; preparação de amostras; análise de dados.
- 2 – Como Maximizar os resultados de Cryo-EM.
- 3 – Proposta Piloto de Uso das Instalações de Cryo-EM

### **Programa e participantes convidados:**

- Abertura: Apresentação do LNNano/CNPEM – Prof. Adalberto Fazzio (Diretor)
- Apresentação das *Facilities* de Cryo-EM do LNNano/CNPEM – Dr. Rodrigo Portugal
- Apresentação dos Participantes
- Breve apresentação dos Grupos Convidados

Sequência de Apresentações:

- 1 – Daniela Trivella - LNBio/CNPEM
  - 2 – Glaucius Oliva – IFSC
  - 3 - Jerson Lima Silva – Presidente FAPERJ/UFRJ
  - 4 - Wanderley de Souza - Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho/UFRJ -
  - 5 - Kildare Miranda - Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho/UFRJ
  - 6- Mario Murakami - LNBr/CNPEM
  - 7 - Igor Polikarpov – IFSC-USP- São Carlos
  - 8 - Shaker Chuck Farah – IQ-USP – SP
  - 9 - Germán Gustavo Sgro - FCFRP-USP Ribeirão Preto
  - 10 - Cristiane Rodrigues Guzzo -ICB/USP – SP
  - 11 - Richard Charles Garratt – IFSC-USP-São Carlos
  - 12 - Andre Luiz Bertelli Ambrosio – IFSC-USP-São Carlos
- Mesa Redonda – 16:50 -18:00 (Mediador – Prof. Edson R. Leite LNNano/CNPEM)

### **4.6. Infraestrutura, Operação, Melhorias Técnicas**

Neste ano o maior esforço do LNNano na Microscopia Eletrônica foi o de consolidar e melhorar técnicas avançadas de caracterização que serão utilizadas pelos pesquisadores

externos e internos. Como destaque temos o aprimoramento do uso da técnica PDF, obtida a partir de difração de elétrons (e-PDF), bem como a implantação da tomografia de elétrons. Além disso, foi possível a finalização da infraestrutura do laboratório de síntese que está equipado com todas as instalações necessárias para a síntese e purificação de nanomateriais em ambiente controlado e foi finalizado o comissionamento dos equipamentos que foram adquiridos com recursos do SisNANO, o espectrômetro Raman confocal (XploRA Plus – Horiba) e um difratômetro de raios X (D8 Advance Eco – Bruker). Também com recurso quase que em sua totalidade do SisNANO, o LNNANO investiu na expansão de sua área laboratórios e parque de equipamentos voltado à nanofabricação. Mesmo durante do período de pandemia, foi possível construção de uma nova área limpa dedicada a nanolitografia com uma área total de 100 m<sup>2</sup> com classes de limpeza ISO6 e ISO7. Em janeiro de 2021 será iniciado o comissionamento do sistema nanolitografia por feixe eletrônico. Em agosto/2020 foi concluída a implementação do Laboratório de Nanotoxicologia, entrando em operação a sala de cultura de células, sistema de purificação de água, sala de preparo de amostras e dispersões.

#### 4.6.1. Microscopia Eletrônica e Microscopia de Força Atômica

##### *Processamento de alta performance (High Performance Computing – HPC)*

Devido a aquisição de novos microscópios eletrônicos com detectores diretos de elétrons em 2019, houve a demanda por capacidade de processamento e armazenamento de dados de usuários de microscopia no LNNano/CNPEM, criando um ambiente de processamento de alta performance ou *High Performance Computing (HPC)* e armazenamento e processamento de dados de microscopia eletrônica e assuntos relacionados à nanotecnologia. Após finalizada a primeira fase da instalação do Cluster Mendeleev no LNNano em 2019, em 2020, foi feita a expansão do cluster para mais 5 servidores e 570 TB de *storage* para armazenamento de dados de microscopia eletrônica. O *storage* adquirido é de alta performance, permitindo altas taxas de leitura e escrita nos 13 servidores de processamento do cluster. Além disso ele é configurado com o sistema de arquivos GlusterFS, que assegura a integridade do dado. OCNPEM foi beneficiado com recursos financeiros provenientes da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo — FAPESP e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico — CNPQ, destinados à execução do projeto intitulado Cluster Mendeleev. A implantação do Cluster Mendeleev beneficiou diversos projetos científicos e publicações no LNNano/CNPEM ao permitir a execução de programas que demandam maior recurso computacional.



*Figura 121. Cluster Mendeleev*

#### *Desenvolvimento de Protocolo de Processamento de Dados por Tomografia de Elétrons*

Neste período foi desenvolvido o protocolo para aquisição e processamento de dados de tomografia de elétrons. O desenvolvimento deste protocolo tinha por objetivo estabelecer um *workflow* adequado às instalações de microscopia eletrônica do LNNano/CNPEM, visando a disponibilização desta técnica tanto à pesquisa interna do CNPEM quanto aos usuários externos. Inicialmente o protocolo foi desenvolvido utilizando os *softwares* licenciados pelos CNPEM (i.e. *softwares* que necessitam chaves de acesso), mas em um segundo momento, espera-se expandir o protocolo para utilização do mesmo por *softwares* livres, como por exemplo, o ImageJ. O protocolo para aquisição e tratamento de dados de tomografia de elétrons consiste basicamente em quatro etapas principais: preparo da grade de microscopia contendo os fiduciais, alinhamento da série tomográfica, reconstrução do volume e segmentação das fases. Inicialmente o protocolo pode ser aplicado à classe de materiais porosos. Neste contexto, foi aplicado o protocolo em nanopartículas de sílica mesoporosas e em nanotubos de carbono de paredes múltiplas (MWCNT). A Figura 122 apresenta esquematicamente a validação do protocolo aplicado em nanopartículas de sílica mesoporosas e na Figura 123 a validação do protocolo aplicado de nanotubos de carbono de paredes múltiplas (MWCNT). A técnica de tomografia de elétrons pode fornecer diversos resultados, entre eles a reconstrução ou imagem 3D (montado a partir de um conjunto de imagens 2D) e segmentação (agrupar pixels/voxels em subconjuntos de interesse). A reconstrução costuma ser realizada rapidamente (tipicamente  $\leq 4h$ ), porém, a segmentação costuma ser realizada em dias ou até semanas, dependendo da amostra e do que se pretende segmentar.

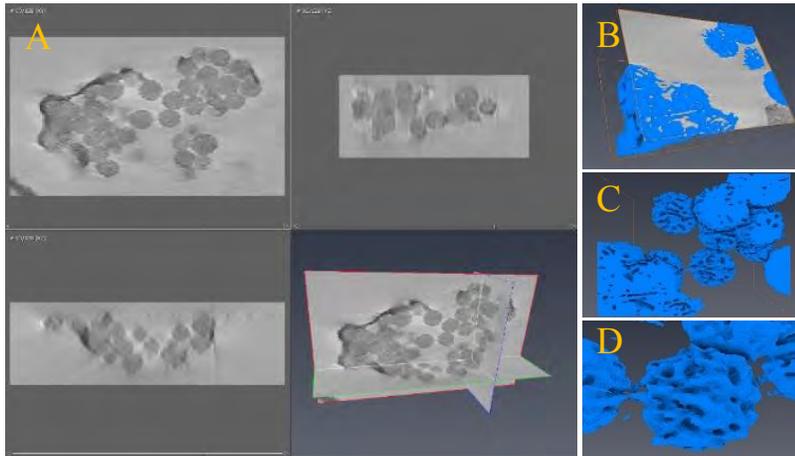


Figura 122. Reconstrução e segmentação de nanopartículas de sílica mesoporosas. (A) reconstrução do volume, (B) região específica do volume total evidenciando o ortoslice da reconstrução e a mútua visualização da segmentação (áreas em azul), (C) ênfase na região total segmentada exibindo diversas nanopartículas de sílica mesoporosas e (D) detalhe em uma nanopartícula de sílica mesoporosa exibindo claramente seus poros.

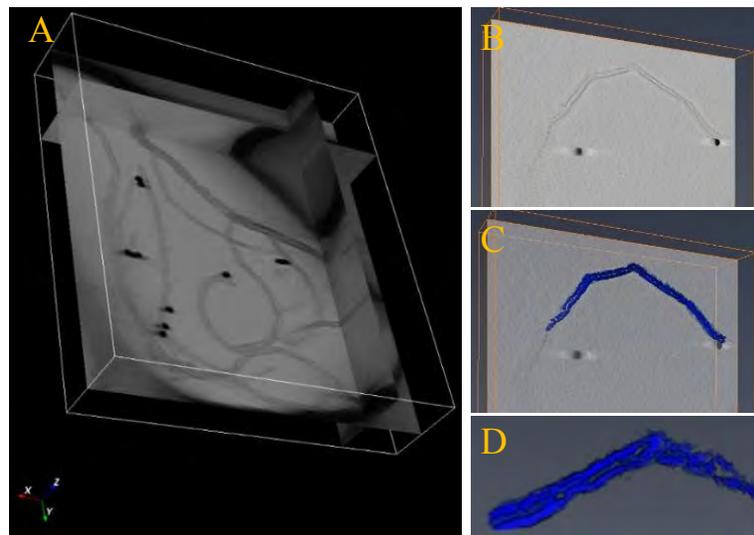


Figura 123. Reconstrução e segmentação de MWCNT. (A) reconstrução do volume, (B) ortoslice exibindo o interior dos nanotubos, (C) exibição mútua da parte reconstruída com a parte segmentada e (D) destaque para o interior do MWCNT.

### Nova técnica - Função de Distribuição de Pares de elétrons (e-PDF) para Estudos de Materiais Nanocristalinos

Quando novos materiais são desenvolvidos, três atributos importantes precisam ser caracterizados para entender suas propriedades: estrutura cristalina, composição química e ligação química. Esses atributos relacionados à distribuição de átomos dentro do material



### *Desenvolvimento de Novas Metodologias no Preparo por FIB (Focused Ion Beam)*

O LNNano fornece aos usuários externos uma infraestrutura única em microscopia eletrônica, contando com equipamentos de última geração e uma equipe de especialistas e analistas altamente qualificados, o que possibilita a execução de projetos diferenciados e de elevada complexidade. Um projeto de destaque que foi executado em 2020 envolveu o desenvolvimento de novas metodologias de preparo de amostras para microscopia eletrônica de transmissão (TEM). Para atender a proposta de pesquisa do usuário externo Marco Aurélio Liuthevicene Cordeiro da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), os especialistas do LNNano desenvolveram uma nova metodologia de preparo por FIB (*Focused Ion Beam*) em um microscópio eletrônico de duplo feixe (Thermo Fisher Helios Nanolab 660) na qual um fragmento de uma amostra de SrTiO<sub>3</sub> foi extraída por “*Lift Out*” utilizando um nano-manipulador no microscópio eletrônico. O material extraído foi colocado em um nano-chip especial para utilização com um porta amostras de aquecimento WildFire™ fabricado pela empresa DENS Solutions®, que permite o aquecimento de amostras em temperaturas de até 1300°C em experimentos *in situ* no microscópio eletrônico de transmissão. O material foi então fixado por deposição de platina e posteriormente desbastado por meio do feixe de íons do FIB de maneira a atingir uma espessura final de poucas dezenas de nanômetros. Utilizando uma nova metodologia, foi produzida uma fissura da ordem de algumas dezenas de nanômetros na região fina do material, de forma a criar duas regiões levemente separadas e alinhadas. Dessa forma, ao aquecer o nano-chip em um experimento *in situ* no TEM, as duas partes do material podem sofrer dilatação térmica até ocorrer uma conexão entre elas. Isso permite simular os mecanismos de dinâmica química e estrutural envolvidos na formação de contornos de grão, fornecendo informações em tempo real e escala atômica de processos fundamentais e ainda pouco discutidos na literatura. A Figura 125 apresenta imagens obtidas por microscopia eletrônica de varredura (SEM) no microchip contendo duas amostras finas de SrTiO<sub>3</sub> e produzidas utilizando essa metodologia.

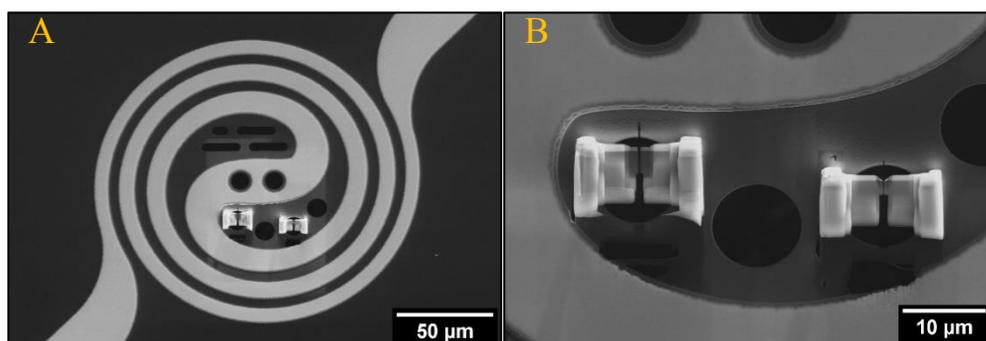


Figura 125. Nano-chip de aquecimento contendo duas lamelas finas preparadas por FIB utilizando a nova metodologia (A) e detalhe das lamelas em maior magnificação (B).

### Comissionamento do Sistema *In Situ* e Ensaio na Microscopia Eletrônica de Transmissão

Em 2020, o microscópio eletrônico de transmissão Titan Cubed Themis a 300 kV e o microscópio eletrônico de transmissão Talos F200C foram utilizados para comissionamento no sistema *in situ* com dois porta-amostras para a realização de ensaios de aquecimento de amostras sólidas o WildFire™ (DENS Solutions®) (Figura 126A) e em meio líquido Ocean™ (DENS Solutions®) (Figura 126B). O desenvolvimento da técnica *in situ* dentro do LNNano visa estabelecer as bases para um amplo estudo sobre composições, formação e/ou cristalização e transformação de fases. O sistema WildFire™ permite aquecer amostras na forma de nanopartículas e lamelas preparadas por *Focused Ion Beam*, de forma controlada, até 1.300 °C, sendo possível estudar materiais 2D, catalísticas, estabilidade térmica de catalizadores, dispositivos elétricos e semicondutores. Já no sistema Ocean™ é possível estudar desde o processo de nucleação, crescimento e formação de partículas desde a escala nanométrica, reações químicas em meio líquido, estudos de corrosão, liberação de fármacos, utilizando ou não um sistema de fluxo líquido. A Figura 127 apresenta as análises morfológicas, de dispersão, estabilidade e mobilidade, pela técnica de STEM no Titan Cubed Themis a 300 kV, de nanopartículas de ouro, da ordem de 8nm de diâmetro, em meio aquoso, usando o porta amostras de célula líquida Ocean™, aplicação um fluxo de 2 µL/min de água. Foram observadas e registradas aglomerações das nanopartículas de ouro, provavelmente pela ação do fluxo de água, e a subsequente movimentação e rotação dos aglomerados, assim como as suas interações.



Figura 126. (A) Porta-amostras *in situ* de aquecimento (Wildfire) sendo inserido no microscópio eletrônico de transmissão Titan Cubed Themis. (B) Porta-amostras *in situ* com célula líquida (Ocean) na estação de bombeamento turbo molecular utilizada para teste de vedação do chip (procedimento utilizado antes de inserir no microscópio).

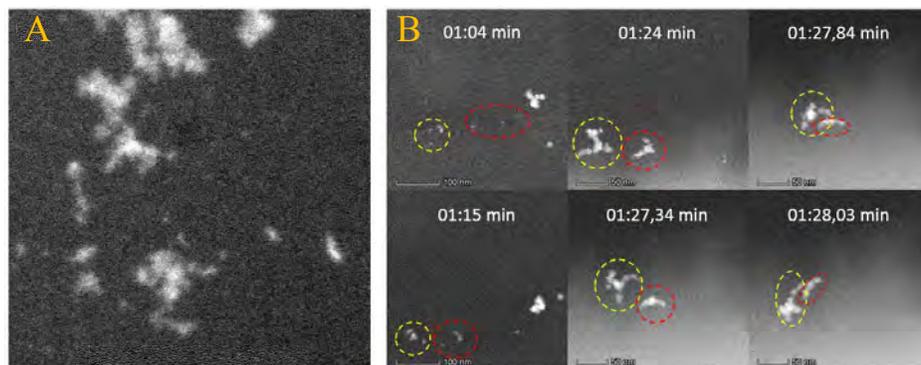


Figura 127. (A) Imagem estática do vídeo reconstruído a partir de 1000 imagens obtidas por HAADF-STEM no Titan Cubed Themis, a 300 kV, (B) Quadros individuais a partir do minuto 01:04 do vídeo, que destaca a formação de dois aglomerados de nanopartículas, indicados pelos perímetros tracejados em vermelho e amarelo, e a subsequente movimentação de cada aglomerado sob a ação do fluxo de água e a interação entre eles.

#### 4.6.2. Síntese de Materiais

O ano de 2020 foi dedicado finalização da infraestrutura do laboratório de síntese que atualmente está equipado com todas as instalações necessárias para a síntese e purificação de nanomateriais em ambiente controlado (Figura 128). A câmera seca (glovebox) possui controle de umidade e oxigênio possibilitando o estoque de reagentes e sua manipulação. O sistema reacional pode ser montado em ambiente controlado em frascos de reação (balões de 3 bocas) com sistema de válvulas e acoplado a linha de Schlenk que possui controle do nível de vácuo e fluxo de nitrogênio. Composto por um sistema de mantas de aquecimento (até 400 °C) acoplados a um controlador de temperatura da Eurotherm de alta precisão (sistema PID), o controle das etapas de nucleação e crescimento das nanopartículas pode ser alcançado de forma precisa tanto através das taxas de aquecimento quanto pelo controle estável dos patamares de temperatura. O laboratório possui um conjunto de centrífugas incluindo uma em ambiente controlado para controle de oxidação e estabilidade da superfície dos nanomateriais durante as etapas de purificação. Tais aparatos experimentais possibilitam a obtenção de diversos nanomateriais com elevado controle de tamanho, forma e características de superfície, incluindo nanopartículas inorgânicas metálicas, óxidos metálicos, semicondutores e perovskitas. A obtenção de nanomateriais 2D também são possíveis no laboratório de síntese tanto através de rotas químicas quanto mecânicas. Equipado com banhos de ultrassom e termostático, a exfoliação de materiais para obtenção de sistemas 2D utilizando cavitação acústica com controle de temperatura também pode ser realizado. Assim, o laboratório de síntese do LNNano está equipado para

a síntese de diversos nanomateriais inorgânicos incluindo sistemas que requerem elevado controle reacional.



*Figura 128. Laboratório de Síntese de nanomateriais com alto controle de forma, tamanho e composição química. Toda infraestrutura está disponível aos usuários como laboratório suporte para preparação de materiais altamente controlados para utilização das técnicas de caracterização do LNNANO*

#### 4.6.3. Materiais Nanoestruturados

No ano 2020 o LNNano finalizou com sucesso o comissionamento dos equipamentos que foram adquiridos com recursos do SisNANO, o espectrômetro Raman confocal (XploRA Plus – Horiba) e um difratômetro de raios X (D8 Advance Eco – Bruker). O texto para a disponibilização desses novos equipamentos está em fase final de discussão e análise. Outro aspecto importante, uma nova sala foi projetada e adaptada para concentrar todos os equipamentos sob responsabilidade do LMN. O nome da nova sala localizada no mesmo prédio que os microscópios eletrônicos é Sala de Espectroscopia e Espalhamento (ver fotos abaixo). A ideia da sala foi de concentrar os equipamentos que envolvem a técnica de raios-X e espectroscopia para melhor atender os usuários externos e internos, além de preservar por

maior segurança. A equipe foi treinada ao longo de 2020 para operar e comandar essa nova sala de caracterização.



Figura 129. Equipamentos que compõem a nova sala de Espectroscopia e Espalhamento para atendimento aos usuários internos e externo ao CNPEM.

A sala conta com dois difratômetros de raios-X (DRXB e DRXP), microtomógrafo (MicroCT) e a Espectroscopia de fotoelétrons de raios X (XPS) (Figura 130). O usuário poderá com a abertura do DRX-Bruker ter acesso a um moderno equipamento com a possibilidade de monitorar as mudanças estruturais de seus materiais em temperatura ambiente e em função da variação da temperatura. Ao finalizar análise o acesso a ferramenta topas irá facilitar a quantificação de fases existentes no material bem como compreender as alterações nos parâmetros da cela unitária que formam o material produzido pelos usuários. O espectrômetro Raman confocal (figura 40) também ganhou uma nova localização com uma sala mais ampla e adequada, pois assim como o DRXB, esse equipamento irá compor as *facilites* disponibilizadas aos usuários externos ao CNPEM. Durante o comissionamento os operadores foram treinados para solução de problemas mais avançados e também acoplamento de técnicas *in-situ* em função da variação da temperatura, além de mapeamento 2D e 3D de nanomateriais na forma de materiais sólidos e líquidos e processos eletroquímicos.



Figura 130 Espectroscopia Raman Confocal

#### 4.6.4. Nanofabricação

Devido a necessidade de desenvolvimentos de dispositivos com maior densidade de processamento e elevada miniaturização, as técnicas de microfabricação evoluíram para técnicas de nanofabricação (NF). A NF tem como ferramentas principais a nanolitografia por feixe eletrônico (eBL) e, em seu estado-da-arte, por feixe de íons (iBL). Estes equipamentos são basicamente microscópios eletrônicos sofisticados e dedicados à tarefa de nanofabricação. A NF já é realidade hoje nos processadores eletrônicos de alto desempenho, e é vital para a compreensão dos fenômenos físicos e químicos a nível nanométricos. A compreensão dos fenômenos de transportes eletrônicos em materiais 2D só é possível com o desenvolvimento de padrões e dispositivos que possibilitem a injeção e coleta de elétrons, ou seja, com o uso de técnicas de NF que possibilitam desenvolver dispositivos em escala nanométrica. A compreensão dos fenômenos eletroquímicos de transferência de carga e de identificação de sítios eletroativos a nível molecular (fundamentais para o desenvolvimento de fontes alternativa de energia), demanda o desenvolvimento de nano-eletrodos, ou seja, a implementação de técnicas de NF.

Os avanços em NF têm oferecido muitas possibilidades para o estudo de processos químicos, físicos e biológicos em várias escalas, além de possibilitar a construção de dispositivos capazes de conectar as várias áreas do conhecimento. A integração obtida a partir da NF oferece a oportunidade para a criação de nanodispositivos e nano-sistemas para detectar substâncias, analisar o meio ambiente, ou mesmo permitir a execução de tarefas de alta complexidade como a liberação controlada de moléculas. As técnicas de NF existentes hoje possibilitam a integração de sistemas orgânicos e inorgânicos tais como

polímeros, nanopartículas, células e sistemas micro- e nano-eletromecânicos. Esta característica consolida a NF como um ator principal no cenário de pesquisa e desenvolvimento multidisciplinar.

Em 2020 o LNNano investiu na expansão de sua área laboratórios e parque de equipamentos voltado à nanofabricação. Mesmo durante do período de pandemia, a construção de uma nova área limpa dedicada a nanolitografia com uma área total de 238 m<sup>2</sup> com classes de limpeza ISO6 e ISO7. Em janeiro de 2021 iniciaremos o comissionamento de um sistema nanolitografia por feixe eletrônico, recentemente adquirido com recursos das FAPESP e SisNANO.



*Figura 131. Obras durante o período de quarentena*



*Figura 132. Instalação já pronta e recebendo equipamentos.*

### *Laboratório de caracterização elétrica*

Além de toda infraestrutura disponível para fabricação de dispositivos e sensores, a divisão conta com um parque de equipamentos dedicados à caracterização elétrica. Em 2020 abrimos o laboratório para a caracterização elétrica dispositivos com a possibilidade de efetuar medidas com variação de temperatura e campo magnético (mín de 50 mK e campo de  $\pm 14$  T). O laboratório conta também com vários equipamentos para preparo de amostras como corte de precisão com discos de diamante e micro-solda para conexão de dispositivos.



*Figura 133. Carlos Cesar Bof Bufon, Chefe da Divisão de Nano e Microfabricação e Prof. Adalberto Fazzio na instalação recém aberta.*

### *Laboratório de Nanotoxicologia*

Em agosto de 2020 foi concluída a implementação do Laboratório de Nanotoxicologia, entrando em operação a sala de cultura de células, sistema de purificação de água, sala de preparo de amostras e dispersões. Também foi instalado na unidade de bioensaios Zebrafish uma rack automatizada com controle de temperatura, pH e luminosidade para a adequada manutenção e reprodução de peixes adultos com a qualidade necessária para a condução de ensaios de nanotoxicidade. Com recursos do SisNANO foi adquirido um novo equipamento (Zetasizer Ultra – Malvern) para realização de medidas de espalhamento de luz dinâmico – DLS (em ângulo fixo e múltiplos) e espalhamento de luz eletroforético - ELS. Este equipamento é utilizado para determinação do tamanho de partículas em dispersões,

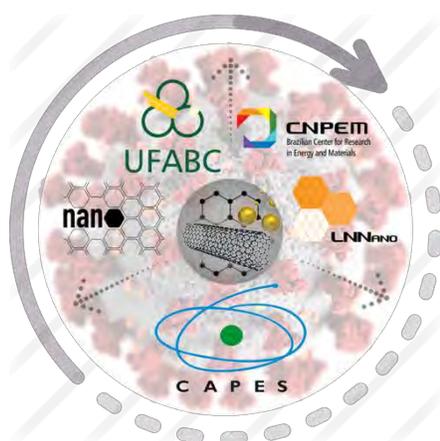
concentração de partículas, e carga superficial (potencial-zeta) em meios líquidos e matrizes biológicas e ambientais, sendo um equipamento fundamental para caracterização de nanomateriais durante estudos nanotoxicológicos e aplicações nanotecnológicas.



Figura 134. Laboratório de Nanotoxicologia. Início da operação e experimentos com cultura de células (nanotoxicidade *in vitro*) e comissionamento do novo equipamento Zetasizer Ultra (Malvern) para estudos de dispersão de nanomateriais em meios biológicos e matrizes ambientais utilizados em ensaios nanotoxicológicos.

#### 4.7. Seção Especial força tarefa COVID-19

##### 4.7.1. Construção de Plataformas Nanoestruturadas para Prevenção e Detecção da COVID-19



O LNNano foi contemplado no Edital Capes-Pandemias 09/2020 e destaca-se o projeto “Construção de Plataformas Nanoestruturadas para Prevenção e Detecção da COVID-19”. O projeto será executado em cooperação com o Programa de Pós-Graduação em Nanociências e Materiais Avançados da Universidade Federal do ABC (Santo André/SP), onde foram selecionados 4 estudantes de doutorado e 1 pós-doutorado até o momento. A iniciativa engloba mais cinco projetos em andamento no LNNano, abaixo descritos.

**Projeto 1:** Óxido de grafeno 3D para diagnósticos point-of-care e em massa da COVID-19.

O objetivo do projeto é desenvolver e aplicar sensores eletroquímicos que possam garantir o diagnóstico da COVID-19 em amostras complexas de forma direta, sem o uso de anticorpos. Para esse propósito, óxido de grafeno reduzido gerado eletroquimicamente a partir de carbono poroso (obtido pela pirólise do papel) será usado como eletrodo não-seletivo em combinação com métodos de machine learning (ML) para processamento dos dados.

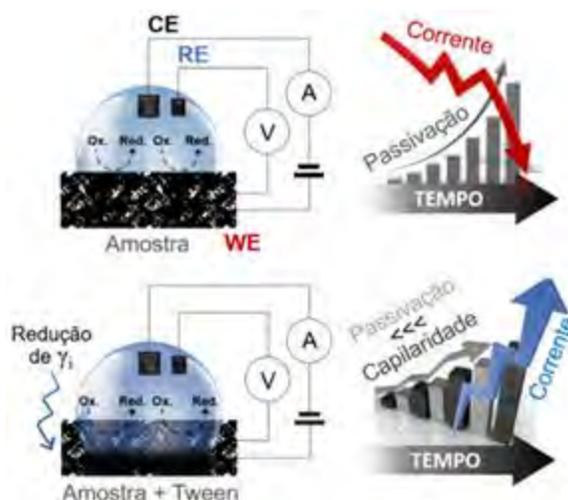


Figura 135. Com o avanço gradual da amostra nos poros do eletrodo, a amplificação da corrente se dá numa magnitude superior ao efeito da passivação pelas proteínas presentes nas amostras.

**Projeto 2:** Biossensor eletroquímico de imunoafinidade usando nanopartículas para diagnóstico da COVID-19 em fluidos biológicos complexos.

O objetivo do projeto é desenvolver uma plataforma inédita para a realização de imunoensaios ultrasensíveis em meios complexos baseada na capilaridade de nanopartículas modificadas com anticorpos de captura nos poros de papel gráfitico 3D obtido pela sua pirólise. Como consequência, haverá um aumento significativo na densidade de nanomaterial a ser analisado pelo biossensor, elevando a sensibilidade mediante experimentos eletroquímicos capacitivos diretos ou faradaicos usando sonda redox simplesmente ou associada a anticorpos de detecção.

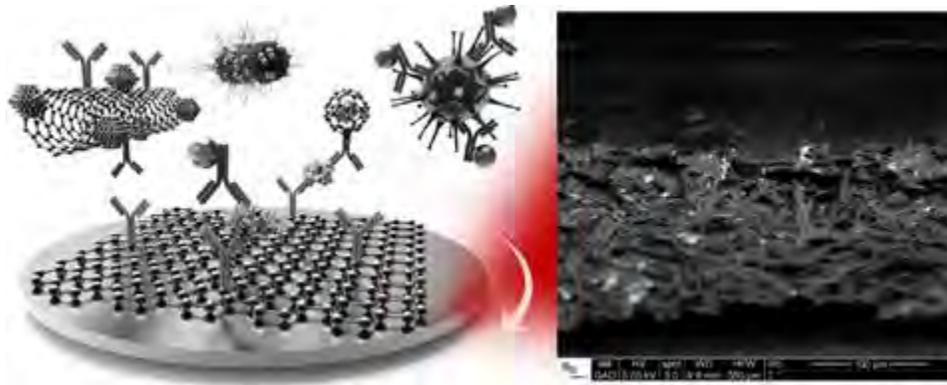


Figura 136. A capilaridade de nanopartículas modificadas com anticorpos nos poros do papel irá aumentar a densidade de nanomaterial a ser analisado.

**Projeto 3:** Fabricação e caracterização de nanodispositivos eletroquímicos à base de papel visando análises em amostras biológicas.

O objetivo do projeto é desenvolver dispositivos eletroquímicos flexíveis e nanofuncionalizados para detecção de compostos biológicos empregando papel pirolisado. Medidas eletroquímicas serão realizadas em amostras com a presença e ausência do vírus. Nesse contexto, dispositivos flexíveis tendo o papel como substrato possuem inúmeras vantagens na detecção dos mais variados patógenos, além de ser um material barato, leve, flexível e que possui uma estrutura porosa que possibilita tanto a filtração como o transporte de amostras por capilaridade.

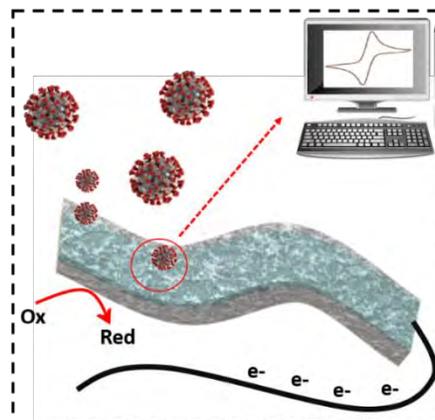
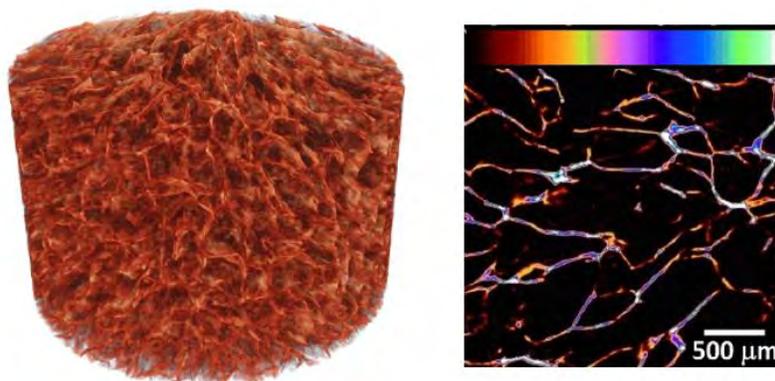


Figura 137. Dispositivos eletroquímicos flexíveis e nanofuncionalizados para detecção de compostos biológicos empregando papel pirolisado. Medidas eletroquímicas serão realizadas em amostras na presença e ausência do vírus.

**Projeto 4:** Nanocompósitos baseados em espumas porosas de nanocelulose: alternativas ecossustentáveis para prevenção e purificação de meios aquosos contaminados com SARS-COV-2.

O objetivo do projeto é produzir compósitos altamente porosos e sustentáveis que serão utilizados na remediação de ambientes aquosos contaminados pelo SARS-COV-2. Os desafios principais deste projeto estão no i) desenvolvimento de estruturas com porosidades, área superficial e tamanho de poros controlados para a efetiva captura do vírus e ii) modificação físico-química dos templates 3D com o objetivo de obter estruturas porosas robustas/resilientes e estáveis mecanicamente em meios aquosos, pois a nanocelulose é hidrofílica e apresenta uma alta afinidade com a água.



*Figura 138. Microtomografia de raios-X de um material poroso baseado em nanocelulose: imagem tridimensional (esquerda) e bidimensional (direita).*

**Projeto 5:** Atividade antiviral de materiais preparados a partir de nanocelulose catiônica: Prevenindo COVID-19 através de superfícies auto-limpantes.

O objetivo do projeto é obter materiais preparados a partir de nanofibras de celulose catiônicas que consigam inibir a proliferação do coronavírus e que sejam resistentes em ambientes úmidos e molhados. Assim, os seguintes objetivos específicos propostos são: i) métodos de mistura controlada de CNFs catiônicas e alginato visando controlar a agregação das nanofibras para se obter coatings para a superfície de diferentes materiais; ii) criar materiais biopoliméricos que sejam resistentes em meio aquoso ou em ambientes úmidos e iii) avaliar a ação antiviral dos materiais obtidos e avaliar as bases estruturais da interação de CNF catiônica com o coronavírus através de cryo-TEM.

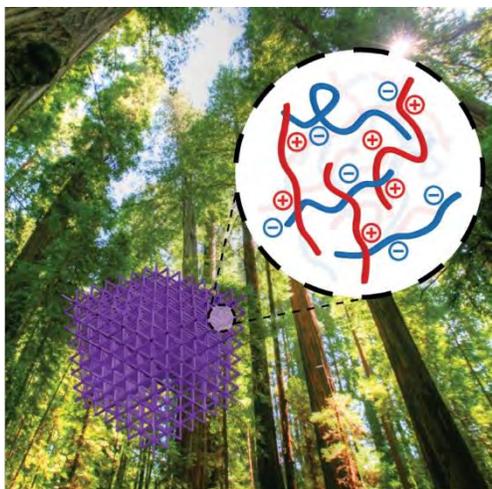


Figura 139. Preparação de nanomateriais de celulose funcionalizados com superfícies catiônicas para prevenção de COVID-19.

#### 4.7.2. Uso de biossensores eletroquímicos e/ou elétricos projetados para detectar proteínas ligadas à membrana de vesículas extracelulares (EVs)

A COVID-19 tornou evidente a relevância de testes *in-situ*, ultrasensíveis e em massa. No entanto, o desenvolvimento de dispositivos escalonáveis, de baixo custo e portáteis capazes de fornecer diagnósticos simples, rápidos, sensíveis e precisos ainda impõe desafios para a comunidade de biossensores. Visando contribuir com essa temática, pesquisadores do LNNano lançaram luz sobre o uso de biossensores eletroquímicos e/ou elétricos projetados para detectar proteínas ligadas à membrana de vesículas extracelulares (EVs), como uma estratégia potencial para atender a esses requisitos. Os resultados desse esforço de pesquisa interna foram compilados no artigo “Electrochemical and Electrical Biosensors for Extracellular Vesicle-Bound Proteins: A Closer Look in the Fight Against COVID-19 and Future Pandemics”, que resume de maneira crítica métodos analíticos para proteínas de EV que podem gerar ferramentas poderosas em situações de pandemia. O trabalho descreve imunocaptura magnética, sensores não seletivos, machine learning para tratamento de dados e o emprego de medidores de glicose comerciais para ensaios indiretos como alternativas promissoras para o diagnóstico *point-of-care* e em massa da COVID-19 (Figura 140).

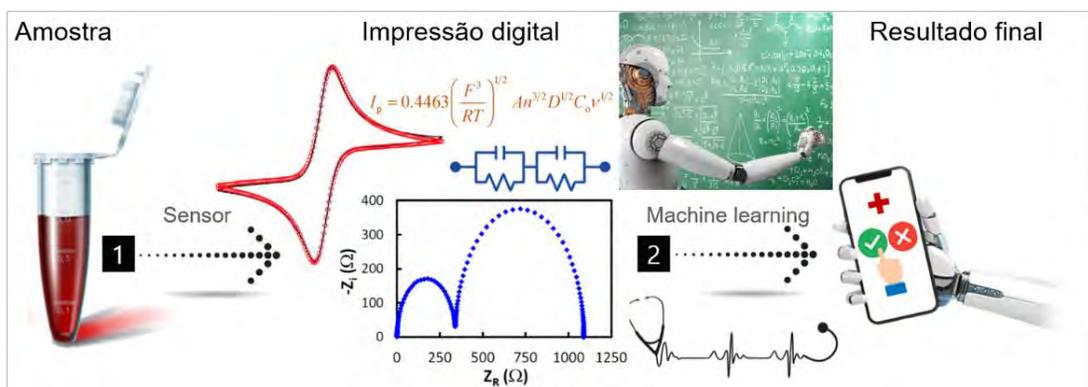


Figura 140. Tratamento de sinais diversificados (impressões digitais) por sensores eletroquímicos (1) usando machine learning (2) permite diagnósticos sem elementos de reconhecimento, evitando modificações químicas de superfície, etapas de incubação e a necessidade de anticorpos. Análises mais baratas, simples e rápidas são assim geradas.

#### 4.7.3. Plataforma de dispositivos ultracompactos para diagnóstico de COVID-19 em seus estágios iniciais

O LNNano também atuou na **“Plataforma de dispositivos ultracompactos para diagnóstico de COVID-19 em seus estágios iniciais”**, um projeto financiado pelo CNPq-MCTI. Nesse projeto são fabricados dispositivos com processos padrão de fotolitografia, o que permite a reprodutibilidade e maior qualidade destes componentes. O sensor que compõe o dispositivo é feito de uma fina camada de ouro, cujo papel é detectar uma doença, utilizando uma quantidade mínima de amostragem que de sangue. A arquitetura geral do dispositivo com este sensor é dada na forma de um microtubo, que permite concentrar a amostra dentro dele, sendo necessária uma quantidade de amostra com volume menor do que o de uma gota (Figura 141 (a-c)). Dessa forma, o conjunto permite obter uma resposta rápida e amplificada, dada por um sinal elétrico mensurável que pode ser observado em um computador ou até mesmo em um aparelho portátil. A amostra coletada do paciente é misturada em um composto específico que reage na superfície desse sensor, gerando um sinal elétrico padrão. Além do impacto no diagnóstico do COVID-19, essa plataforma pode ser utilizada no diagnóstico de outras doenças, bastando a funcionalização dos eletrodos através de novas camadas de bio-reconhecimento. O dispositivo proposto é fabricado de forma similar a uma célula eletroquímica convencional, cuja estrutura é composta de três eletrodos: de trabalho (working electrode, WE na sigla em inglês), referência (reference electrode, RE na sigla em inglês) e contraeletrodo (counter electrode, CE na sigla em inglês). Tais dispositivos são fabricados com duas geometrias diferentes a fim de comparar o desempenho: a primeira geometria contém os eletrodos planares (pEC, do inglês planar electrochemical cell) e a segunda possui os eletrodos tubulares/enrolados (confinados dentro de uma nanomembrana metálica enrolada –

NanoMEC, do inglês nanomembrane-based electrochemical cell). A principal diferença entre estas geometrias é que na bidimensional (pEC) não é possível limitar a região a ser analisada, enquanto na tridimensional (NanoMEC) a região é limitada pela 249 estrutura do tubo. Em ambas arquiteturas todos os eletrodos são constituídos por ouro. Para garantir a funcionalidade dos dispositivos desenvolvidos, as duas arquiteturas de ECs já foram utilizadas na análise indireta da oxidação de nicotinamida adenina dinucleotídeo (NADH) na presença de ferricianeto,  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  (Figura 141(d-e)). A prova de conceito indicou que as ECs podem ser aplicadas na detecção do COVID-9, sendo que a NanoMEC apresentou melhores sensibilidade (S) e limite de detecção (LOD) em comparação à pEC. O projeto, iniciado em junho de 2020, está na etapa de funcionalização dos eletrodos para reconhecimento específico da doença alvo. O escalonamento do processo de fabricação da parte inorgânica do sensor está em fase adiantada e prevê-se um rendimento de cerca 85%, o que representa aproximadamente 50 dispositivos fabricados sobre uma bolacha de silício.

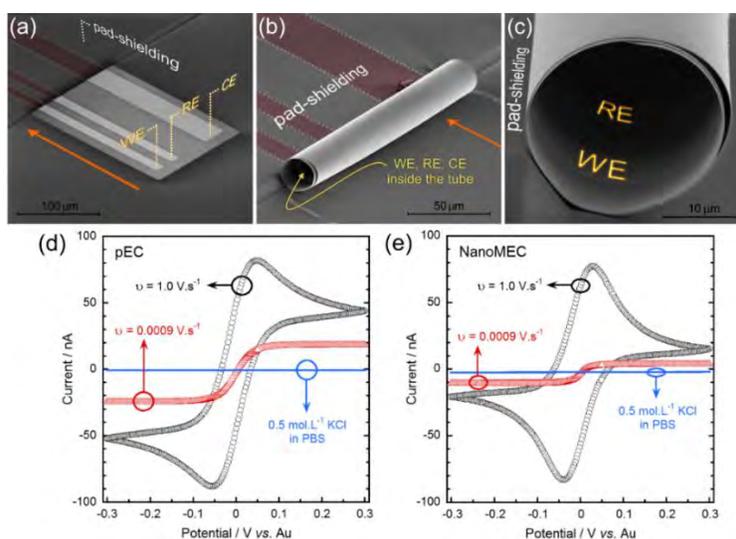


Figura 141. Imagens de SEM dos dispositivos (a) pEC e (b,c) NanoMEC. Em (c), a nanomembrana está completamente enrolada e apresenta voltas compactas, além de tocar a proteção dos contatos elétricos ao término do enrolamento. Além disto, WE e RE podem ser observados no interior do tubo. Em a,b, as setas indicam a direção do enrolamento e a região vermelha limitada pelas linhas pontilhadas indicam os traços dos eletrodos. As imagens d,e são os voltamogramas obtidos com a pEC e a NanoMEC, respectivamente. As medidas de voltametria cíclica (CV) foram realizadas em solução de 5 mM  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}/4-$  preparada em PBS com 0,5 mM KCl como eletrólito suporte. As curvas compostas de (i) círculos pretos foram obtidas com velocidades de varredura ( $u$ )  $u = 1.0 \text{ V s}^{-1}$ , (ii) triângulos vermelhos foram obtidas com  $u = 0.0009 \text{ V s}^{-1}$  e (iii) linhas azuis foram obtidas em solução de 0.5 mM KCl preparada em PBS, com  $u = 0.0009 \text{ V s}^{-1}$ .

Ao longo de 2020, o LNNano também atuou em colaboração com pesquisadores de outros Laboratórios do CNPEM e apoiou usuários externos<sup>99</sup>, por meio do uso de suas instalações abertas, em atividades relacionadas às pesquisas sobre o vírus SARS-COV-2. Uma das contribuições de maior destaque realizadas no período envolveu a colaboração de pesquisadores da UNICAMP, LNBio e LNLS, na qual pesquisadores do LNNano realizaram o preparo de diversas amostras do vírus SARS-COV-2 por ultramicrotomia e sua posterior análise por microscopia eletrônica de varredura em modo transmissão (SEM-STEM) e por microscopia eletrônica de transmissão (TEM). As análises comprovaram hipóteses anteriores de que o vírus é capaz de interagir com linfócitos humanos T CD4+ e ser internalizado em endossomos; o que constitui o primeiro e o segundo passo em uma infecção viral. Os resultados dessa pesquisa foram publicados como *preprint* no servidor medRxiv com o título “SARS-CoV-2 Uses CD4 to Infect T Helper Lymphocytes” (

Figura 142).

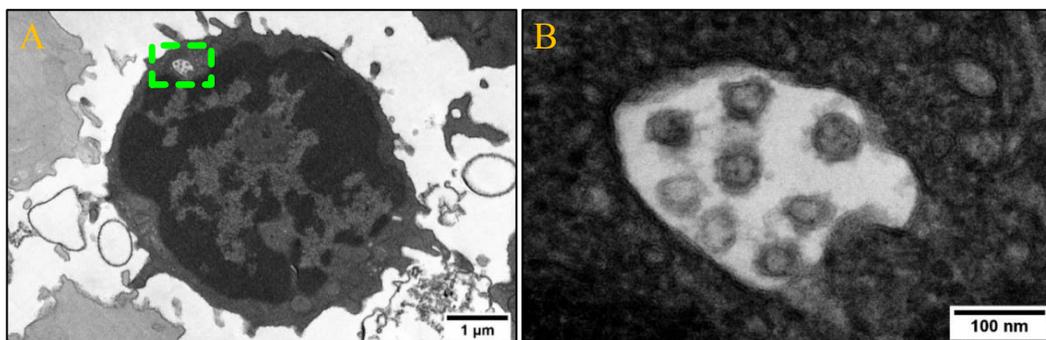


Figura 142. (A) Linfócito T CD4+ infectado pelo vírus SARS-COV-2 e (B) detalhe dos vírus no interior de um endossomo. Imagens obtidas por Bright Field (BF-STEM) no microscópio eletrônico de duplo feixe Helios NanoLab 660 (Thermo Fisher).

---

<sup>99</sup> Foram atendidas três propostas de usuários externos.

## 5. ENGENHARIA E TECNOLOGIA

### 5.1. Engenharia e Tecnologia em 2020

Em 2020 uma nova estrutura organizacional foi criada com o intuito de posicionar estrategicamente as competências de engenharia e tecnologia frente aos novos desafios da instituição, buscando maior interação com os demais Laboratórios, transferindo o conhecimento obtido com o desenvolvimento do Sirius para outras aplicações, otimizando o uso dos recursos humanos e mantendo-os motivados com perspectivas futuras. Apesar da mudança de estrutura e novos projetos, o Sirius continua como projeto prioritário e conta com a dedicação e empenho de toda a equipe.

Assim como os aceleradores do Sirius e seus subsistemas, o prédio do Sirius também se encontra em fase de comissionamento e expansão de suas instalações para atendimento às demandas das linhas de luz. Para os aceleradores, não somente os onduladores de comissionamento foram instalados, mas também uma série de melhorias e otimizações em diversos subsistemas foram realizadas, desde otimizações de *software*, como campanhas de alinhamentos de setores, aumento de intensidade de corretoras, reparos e melhorias no uso de componentes do LINAC, correções em magnetos pulsados, reprojeto de *scrapers*, entre outros. A complexidade do projeto Sirius e todos os subsistemas que o compõe exigem melhorias contínuas durante o comissionamento da máquina para acomodar as deformações mecânicas e permitir a estabilidade térmica.

Em 2020, a pandemia do Covid-19 impactou diretamente no ritmo de uma série de atividades, especialmente com restrições de trabalho em diversas frentes e um efetivo reduzido. A dinâmica de trabalho priorizou a segurança da equipe interna e de prestadores de serviços, contudo, foi possível realizar as atividades prioritárias, manter a operação e manutenção dos equipamentos e dar continuidade aos projetos prioritários, tais como os Onduladores Delta.

As competências desenvolvidas e consolidadas em projeto e gestão de obras complexas desenvolvimento é característica marcante do time de Engenharia Civil e Arquitetura. Estes conhecimentos permitiram o envolvimento desta equipe no projeto e desenvolvimento de um laboratório de biossegurança nível 3 (NB3) no Campus do CNPEM, projeto realizado em estreita parceria com a equipe do Laboratório de Biociências e cujos investimentos decorreram da estratégia de resposta do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) aos impactos da pandemia no país. Esta ação culminou no início do projeto conceitual de um Centro de Virologia e Microbiologia que consolida a interação da

Engenharia e Tecnologia com os demais Laboratórios do campus, integrando engenheiros e especialistas aos projetos estratégicos da instituição e do MCTI.

**James Citadini**

Gerente de Engenharia e Tecnologia

## 5.2. Projeto Sirius

### 5.2.1. Sistemas de Vácuo

As pressões de vácuo de todos os aceleradores sem feixe, condição estática, atingiram os valores especificados em projeto para o início do funcionamento da máquina. Ao longo de 2020, as câmaras ficaram em processo de condicionamento com feixe, condição dinâmica. A incidência do feixe de fótons nas superfícies das câmaras causa uma remoção de gases que diminui gradativamente com o tempo. Esse processo é conhecido como dessorção fotoinduzida e define a pressão de vácuo final de trabalho nos aceleradores. O sistema de vácuo do Sirius foi projetado para atingir as condições nominais de pressão com as seguintes doses de corrente integrada de feixe de elétrons: 1 A·h para o *booster* e linhas de transporte; 100 A·h para o anel de armazenamento de elétrons. Para o anel, há uma boa expectativa de atingir as pressões de vácuo especificadas em projeto com valores menores de corrente integrada, por exemplo, algo em torno de 70 A·h.

Durante o ano de 2020 também foram fabricadas e instaladas 5 câmaras de vácuo especiais para os dispositivos de inserção (DI), necessários para o início da operação das 5 linhas de luz da fase 1A. As câmaras de vácuo para os DIs que serão usados pelas linhas de luz da fase 1B estão em desenvolvimento.

A seguir, é apresentada uma descrição mais detalhada do status atual do sistema de vácuo do Sirius.

### 5.2.2. Sistemas de Vácuo do Anel

O sistema de vácuo do anel de armazenamento tem exigência maior quando comparado aos outros setores da máquina como booster, linhas de transporte e LINAC. As pressões de vácuo requeridas para o anel são bem mais baixas. Para atingir as pressões requeridas em câmaras com condutância mais baixa e conseqüentemente mais difíceis de bombear, mais de 95% das câmaras do anel foram recobertas internamente com filmes NEG (filme especial que tem a capacidade de aprisionar gases na sua superfície). A Figura 143 mostra um setor típico do sistema de vácuo do anel, destacando-se as bombas e sensores de vácuo (SS, C1 e C3). Aproximadamente 90% das pressões lidas pelos sensores do anel atingiram valores inferiores a  $1 \times 10^{-10}$  mbar e a pressão média ficou em  $8 \times 10^{-11}$  mbar (Figura 144).

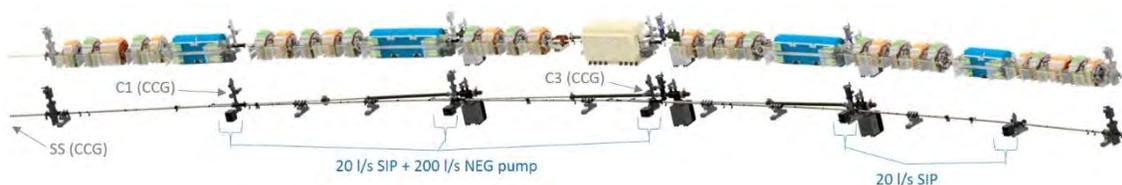


Figura 143. Setor típico do sistema de vácuo do anel de armazenamento do Sirius

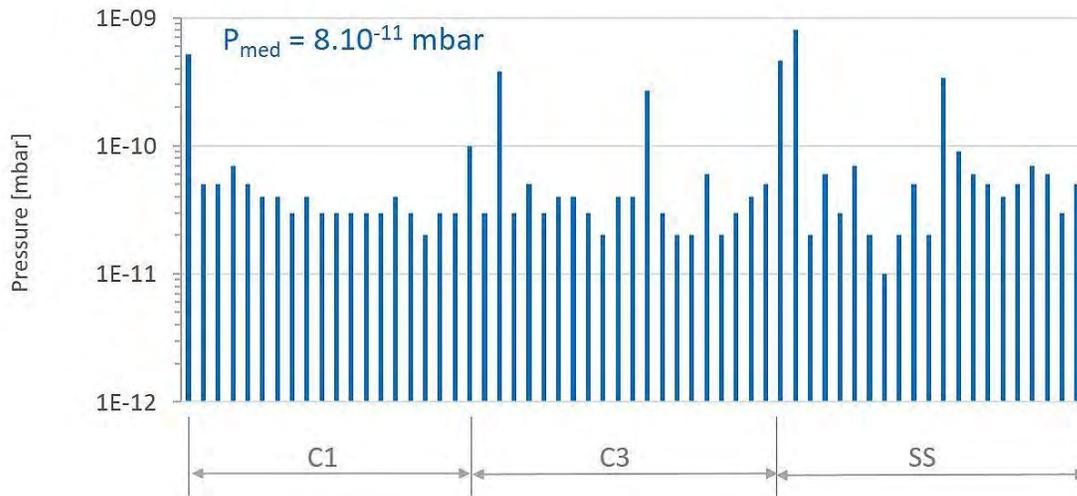


Figura 144. Pressões de vácuo no anel de armazenamento do Sirius, condição estática (sem feixe).

As pressões de vácuo dinâmicas, com feixe, dependem diretamente do estágio de condicionamento do sistema, ou seja, quanto maior a corrente integrada de feixe de elétrons menor serão as pressões de vácuo na máquina. O sistema de vácuo do anel foi projetado para atingir os níveis de vácuo desejados quando se atingir a corrente integrada de feixe de elétrons de 100 A·h. A Figura 145 mostra a evolução das médias de pressão normalizadas pela corrente em função da corrente integrada nos diferentes sensores do anel. Ao extrapolar as curvas usando a equação mostrada no gráfico, para uma corrente integrada de aprox. 70 A·h, encontra-se uma pressão normalizada pela corrente de  $2,8 \times 10^{-12}$  mbar/mA, valor nominal especificado em projeto ( $1 \times 10^{-9}$  mbar@350 mA). Portanto, pode-se dizer que o condicionamento das câmaras vem se comportando bem e as condições nominais de operação especificadas em projeto deverão ser atingidas com valores menores que o calculado, 100 A·h.

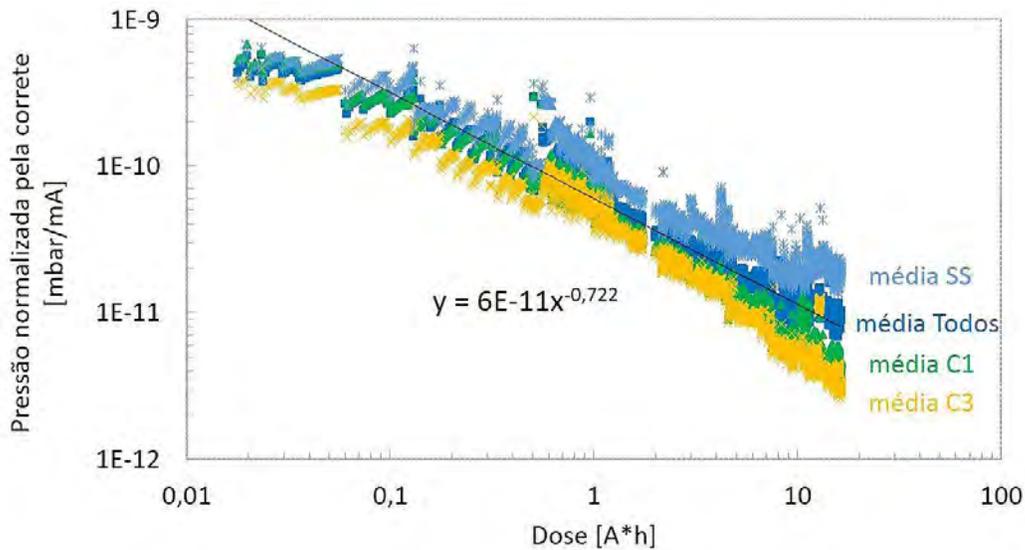


Figura 145. Evolução da pressão normalizada pela corrente do feixe de elétrons nos diferentes trechos do anel de armazenamento do Sirius.

### Sistemas de Vácuo do Booster

O sistema de vácuo do booster está plenamente operacional. As pressões de vácuo lidas pelos sensores dos trechos, sem feixe (condição estática), ficaram abaixo de  $3 \times 10^{-9}$  mbar (Figura 146). A pressão média no booster, em condição estática, ficou em  $7,3 \times 10^{-10}$  mbar.

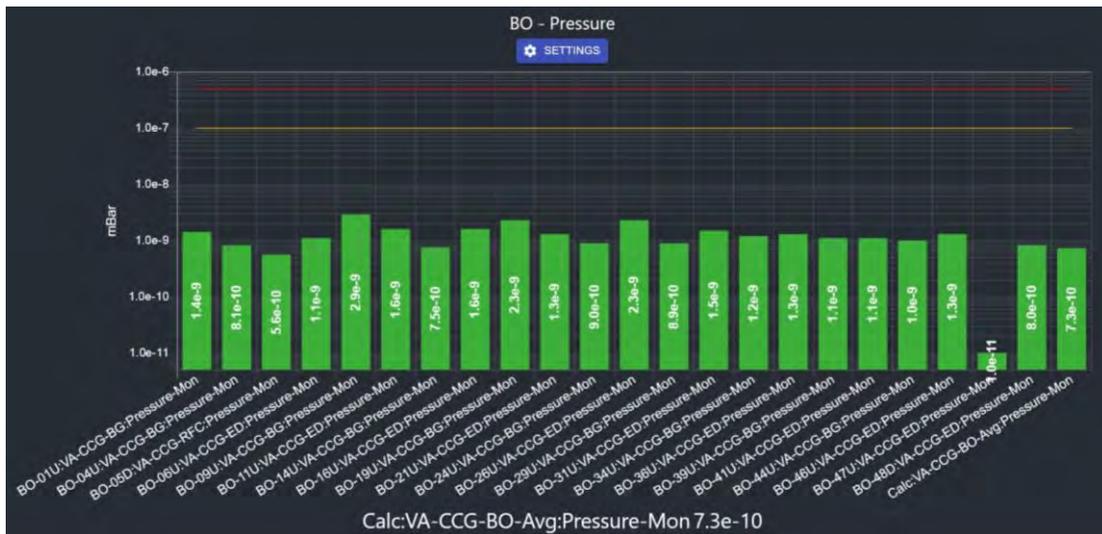


Figura 146. Pressões de vácuo dos trechos do booster.

Assim como para o anel, a operação do *booster* com a injeção de feixe causa aumentos de pressão devido à dessorção fotoinduzida. Por isso, o *booster* também tem que passar por um processo de condicionamento com feixe. Com a operação constante do *booster* durante

o ano de 2020, foi possível aumentar a corrente integrada e as pressões foram melhorando gradativamente. A Figura 147 mostra um comparativo da evolução das pressões em dois momentos e correntes integradas diferentes. No primeiro gráfico, a pressão média normalizada pela corrente é da ordem de  $2,1 \times 10^{-7}$  mbar/mA, enquanto no segundo gráfico o valor é da ordem de  $1 \times 10^{-7}$  mbar/mA. Desta forma, nota-se que o aumento da corrente integrada de 0,08 A·h para 0,25 A·h gerou uma redução de um fator 2 na pressão média dinâmica no *booster*. No entanto, o sistema de vácuo do *booster* ainda está em condicionamento e as pressões ainda deverão melhorar um fator de 5 a 10 para atingir a especificação estabelecida em projeto, que deverá ser atingida com uma dose de corrente integrada de 1 A·h.

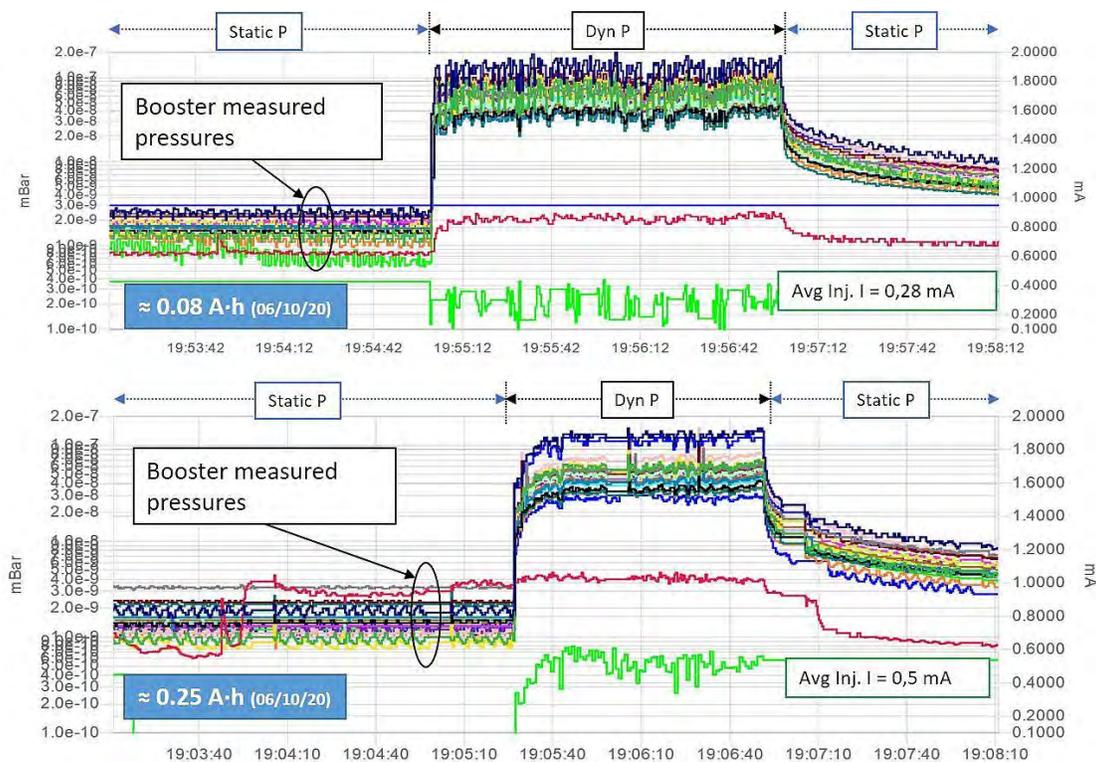


Figura 147. Comparativo das pressões de vácuo do booster com (Dyn P) e sem (Static P) injeção de feixe em dois momentos distintos (0,08 e 0,25 A·h de corrente integrada).

#### Sistemas de Vácuo das Linhas de Transporte

As pressões de vácuo nas linhas de transporte linac-booster (TB) e booster-anel (TS) estão melhores que  $2,5 \times 10^{-9}$  mbar, sem feixe (vide pressões lidas pelos sensores na Figura 148).

Com a injeção de feixe, as pressões em ambas as linhas de transporte (TB e TS) ficam inferiores a  $1,5 \times 10^{-8}$  mbar (Figura 149). O processo de condicionamento de vácuo das linhas de transporte evoluiu bem e ambas as pressões com e sem feixe já superam as

especificações de projeto, que previam uma pressão média sem feixe da ordem de  $5 \times 10^{-9}$  mbar e com feixe da ordem de  $5 \times 10^{-8}$  mbar.

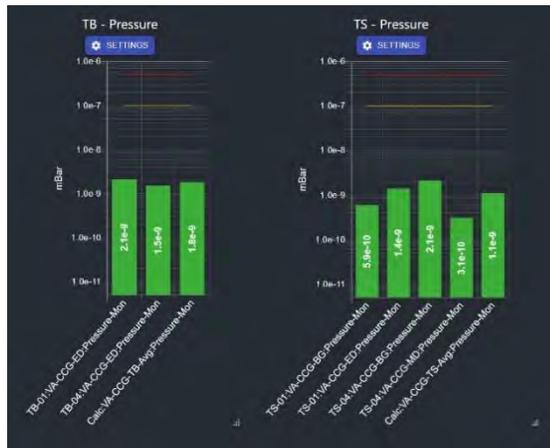


Figura 148. Pressões de vácuo das linhas de transporte: linha linac-Booster (TB) e linha booster-anel (TS).

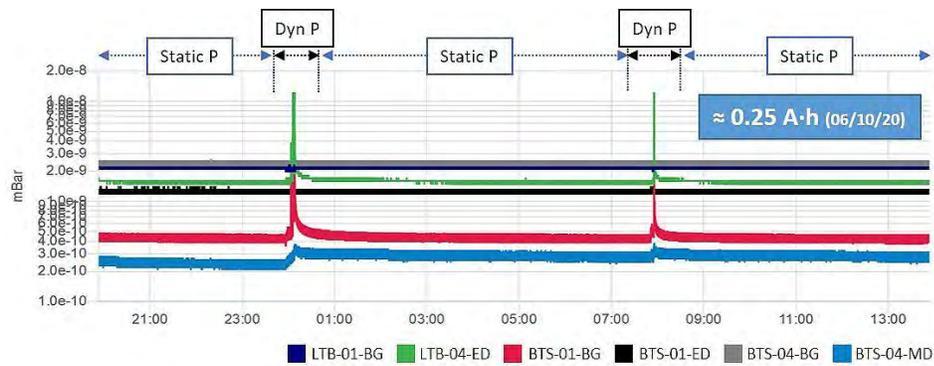


Figura 149. Comparativo das pressões de vácuo na TB e TS com (Dyn P) e sem (Static P) injeção de feixe com corrente integrada de 0,25 A·h.

### Câmaras de vácuo especiais para dispositivos de inserção (DI)

A luz síncrotron com características especiais e que supre as diferentes demandas das linhas de luz será gerada por dispositivos especiais, os chamados dispositivos de inserção. Esses dispositivos serão instalados nos trechos retos do anel e requerem câmaras de vácuo especiais com elevado grau de complexidade de fabricação. Dentre as principais dificuldades de fabricação podemos citar: tolerâncias dimensionais muito apertadas, geometrias complexas, espessuras de parede muito finas, seção transversal muito pequena, soldagem dos flanges com controle de penetração, dificuldade para deposição dos filmes NEG dadas as pequenas dimensões transversais, entre outras.

Nos próximos tópicos serão apresentados detalhes das câmaras de vácuo que foram desenvolvidas ou estão em desenvolvimento para os dispositivos de inserção propostos para o Sirius.

Em um primeiro momento, foram instalados os dispositivos de inserção do tipo Onduladores planares. Para esses Onduladores, as câmaras de vácuo foram fabricadas em alumínio, a partir de um perfil extrudado com geometria especialmente desenvolvida. O desenvolvimento dos processos de fabricação dessas câmaras foi concluído em janeiro de 2020. A Figura 150 ilustra em imagens a sequência cronológica dos processos de fabricação e da instalação de uma das câmaras de vácuo dos Onduladores planares: perfil de alumínio extrudado, usinagem, soldagem, deposição NEG e instalação no Sirius.

Ainda no mês de janeiro de 2020, iniciou-se a fabricação das câmaras para os 5 Onduladores previstos para as linhas de luz da fase 1A. A instalação desses 5 Onduladores seguiu o cronograma mostrado na Tabela 4.



Figura 150. Fabricação e instalação das câmaras de vácuo especiais para os Onduladores planares.

Tabela 4 - Cronograma de instalação dos onduladores planares no Sirius.

Ondulador	Linha de luz	Data de instalação
<b>Kyma U22</b>	Manacá	Mai/2020
<b>Kyma U22</b>	Cateretê	Julho/2020
<b>Kyma U22</b>	Ema	Setembro/2020
<b>Kyma U22</b>	Carnaúba	Setembro/2020
<b>Kyma U58</b>	Ipê	Novembro/2020

A Figura 151 mostra os Onduladores das linhas Cateretê e Ipê conforme instalados e já em condições de operação no Sirius.



Figura 151. Exemplos dos onduladores planares instalados no Sirius: a) para a linha Cateretê (modelo Kyma U22) e b) para a linha Ipê (modelo Kyma U58).

Em um segundo momento, a geração da luz síncrotron para a maioria das linhas de luz ocorrerá com os dispositivos de inserção do tipo Onduladores Delta. Esses Onduladores trazem desafios de fabricação para as câmaras de vácuo similares ou maiores que os mencionados para os Onduladores planares.

No Sirius está prevista a instalação de dois modelos de Onduladores Delta, o com período de 52,5 mm (modelo Delta 52) e o com período de 22 mm (modelo Delta 22).

O projeto da câmara de vácuo para os Onduladores Delta 52 foi concluído. Devido ao espaçamento entre ímãs e a boa experiência obtida com a fabricação das câmaras para os Onduladores planares, optou-se por fabricar essas câmaras com o mesmo conceito, utilizando-se perfil de alumínio extrudado na liga 6063-T6. Em outubro de 2020, foram recebidos os 500 kg de material adquirido, lote mínimo ofertado pela empresa Hydro, mesmo fornecedor dos perfis usados nas câmaras dos Onduladores planares. A Figura 152 ilustra a seção transversal do perfil extrudado.



Figura 152. Perfil de alumínio extrudado na liga 6063-T6 para a fabricação das câmaras do Delta 52.

Os perfis passaram por análises microestruturais visando a identificação de defeitos que possam comprometer os níveis de vácuo desejados. A Figura 153 mostra metalografias da seção transversal do perfil de alumínio no entorno da elipse central. Pelas imagens é possível avaliar a ausência de porosidades e contar um número razoável de grãos ao longo da espessura do perfil. Esse último é importante para evitar o fenômeno de permeação de

gases da atmosfera para o interior da câmara de vácuo quando usinada na geometria final (

Figura 154).

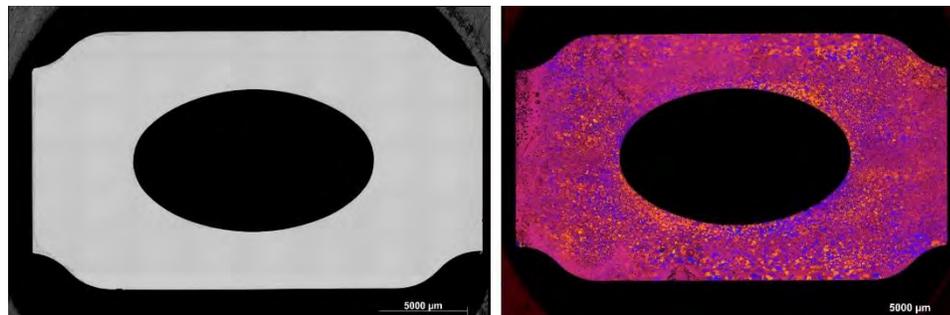


Figura 153. Imagem do perfil de alumínio ilustrando a ausência de trincas e defeitos em torno do perfil elíptico (canal de elétrons, caminho de vácuo).

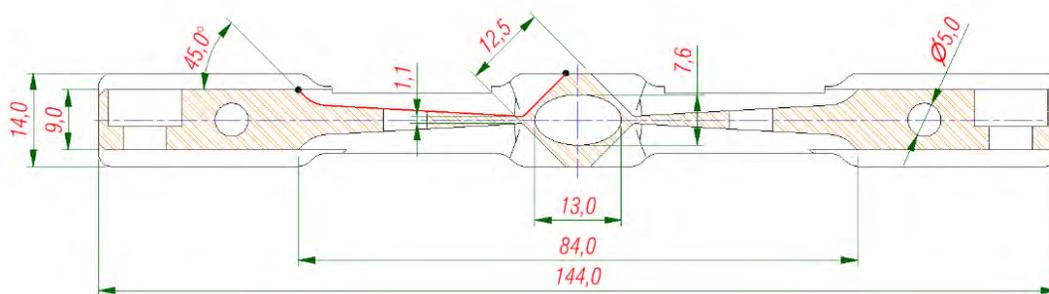


Figura 154. Desenho da seção transversal da câmara de vácuo para o Ondulador Delta 52.

Além disso, para a usinagem do protótipo da câmara, foram feitos alguns testes para a definição do movimento de avanço (Figura 155). Escolheu-se um avanço de 0,25 mm por resultar em um acabamento superficial adequado com um tempo de usinagem de 44 horas. O protótipo está em usinagem e tem previsão de finalização em meados de janeiro.



possível a fabricação de uma câmara extrudada em alumínio, optando-se então por usar um tubo especial com perfil quadrado de cobre OFS (liga C10700), mesmo material usado na fabricação de todas as câmaras do anel do Sirius. Esse material possui boas propriedades mecânicas em altas temperaturas.

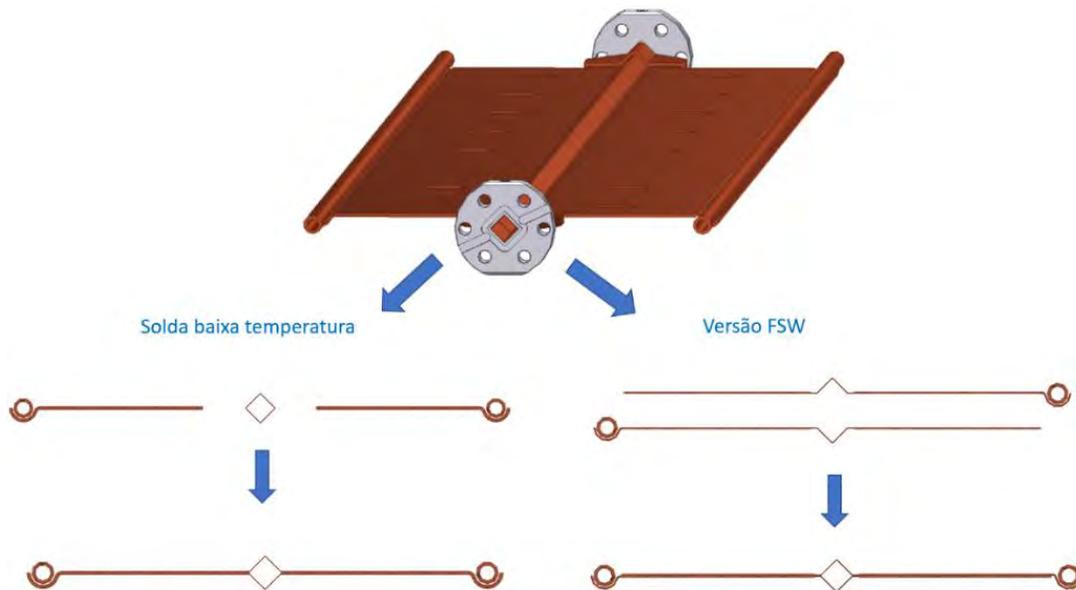


Figura 157. Projeto conceitual proposta para as câmaras dos Onduladores Delta 22 e as os dois processos de fabricação em desenvolvimento para a refrigeração.

Avanços estão sendo feitos na fabricação de protótipos com ambos os métodos, sendo que já foram fabricados protótipos, em escala reduzida, estanques para ultra alto vácuo. A Figura 158a mostra detalhes dos primeiros testes feitos com FSW. Porém, cabe ressaltar que esse processo ainda está em fase inicial de desenvolvimento e carece de otimizações para a geometria final.

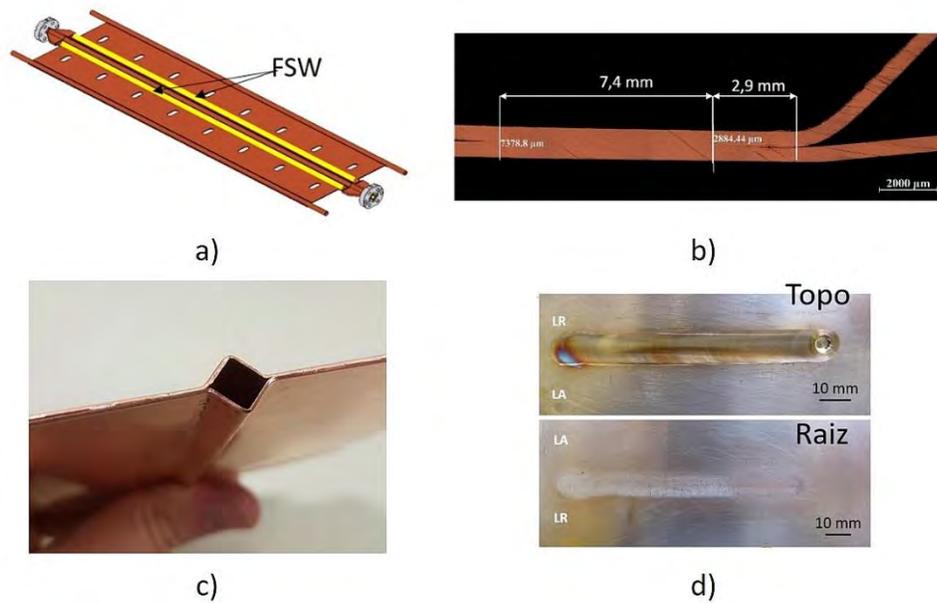


Figura 158. a) Esquema de fabricação por FSW; b) metalografia mostrando seção transversal da região da solda entre duas chapas de cobre; c) chapas conformadas na geometria similar à câmara; d) vista superior (topo) e inferior (raiz) do cordão de solda por FSW (LA = lado de avanço da ferramenta, LR = lado de retrocesso)

Para a brasagem em baixa temperatura das abas de refrigeração foi escolhido o metal de adição SN100CV (liga de estanho), o mesmo utilizado para a fabricação das câmaras de vácuo do Sirius e já qualificado para o mesmo tipo de aplicação. A Figura 159 mostra detalhes do processo de fabricação proposto. Melhorias no processo estão em andamento para se chegar a uma parametrização final de produção. Além disso, também está em andamento o projeto e fabricação de dispositivos que serão usados na fabricação das câmaras com o comprimento final de 2600 mm.

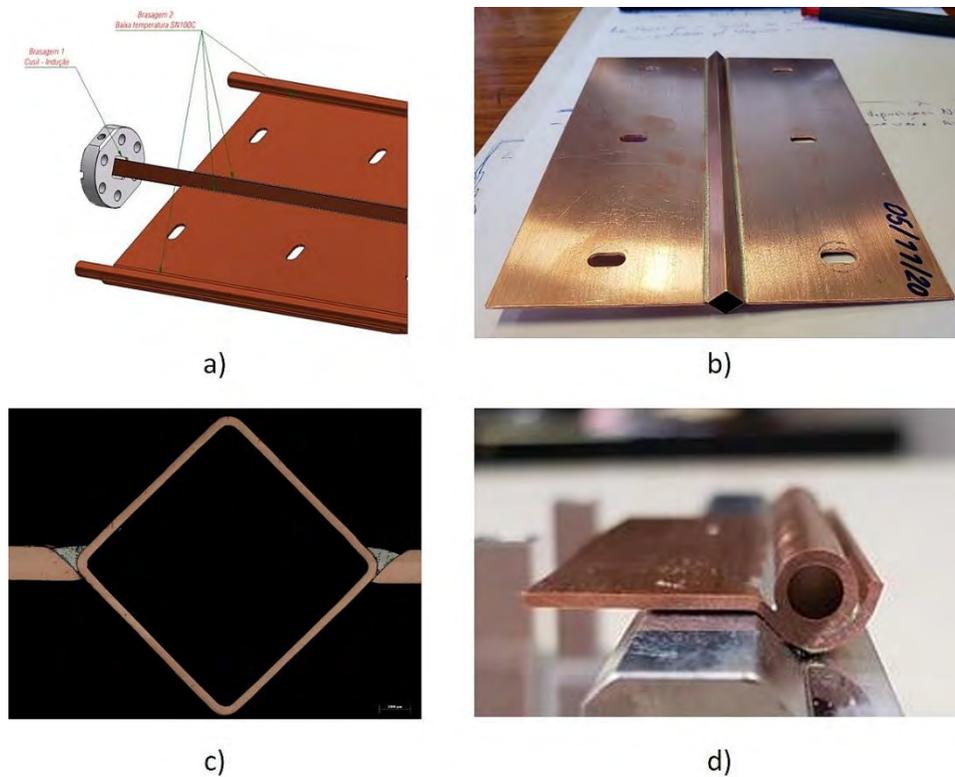


Figura 159. a) Esquema de fabricação por brasagem de baixa temperatura; b) vista superior da região unida evidenciando molhabilidade do metal de adição sobre a superfície do cobre; c) metalografia mostrando seção transversal da região unida entre chapa e tubo quad tubo quadrado de cobre; d) corte da seção transversal da região unida entre chapa de cobre conformada e tubo de refrigeração.

O processo de deposição NEG já foi definido para um comprimento de câmara de 1300 mm. Os dispositivos já foram projetados para o desenvolvimento da deposição NEG das câmaras de 2600 mm e os primeiros testes de deposição já foram iniciados com dispositivos provisórios. Bons resultados já estão sendo obtidos para a deposição NEG da câmara de 2600 mm (Figura 160). A otimização dos parâmetros de deposição e os testes de repetibilidade já estão em curso.



Figura 160. Desenvolvimento do processo de deposição NEG das câmaras para os Onduladores Delta 22 com comprimento de 2600 mm: a) montagem provisória para os testes de deposição NEG; e b) tubo aberto com deposição NEG em todo o comprimento de 2600 mm.

Por fim, pode-se notar que mesmo com os grandes desafios para a fabricação dessas câmaras de vácuo, a maioria já está sendo superada com os desenvolvimentos em curso e devem continuar até a obtenção de protótipos funcionais completos no início de 2021.

#### *Nova câmara cerâmica para o Non-Linear Kicker (NLK)*

Foi iniciada a prototipagem de uma nova versão para a câmara de vácuo do Non-Linear Kicker (NLK). A fabricação da nova câmara do NLK é baseada em cerâmicas bipartidas com geometrias retificadas e, portanto, terá tolerâncias dimensionais mais apertadas quando comparada com o processo convencional usando tubos cerâmicos, que foi usado na fabricação da atual câmara do NLK em funcionamento no Sirius.

Para a obtenção da câmara final, estanque para ultra alto vácuo, são necessários sucessivos processos de união via brasagens em diferentes temperaturas. Primeiro, as cerâmicas bipartidas são unidas para formar um tubo, o qual é unido aos flanges metálicos.

Os testes iniciais do processo de união cerâmica-cerâmica apresentaram resultados satisfatórios (Figura 161). Além disso, simulações do segundo processo de união, que será usado para unir os flanges, também foram conduzidos para avaliar o impacto na interface brasada das cerâmicas. Porém, ainda faltam testes com a geometria final das cerâmicas e, posteriormente, a união dos flanges para uma avaliação final da estanqueidade para ultra alto vácuo e tolerâncias dimensionais finais.

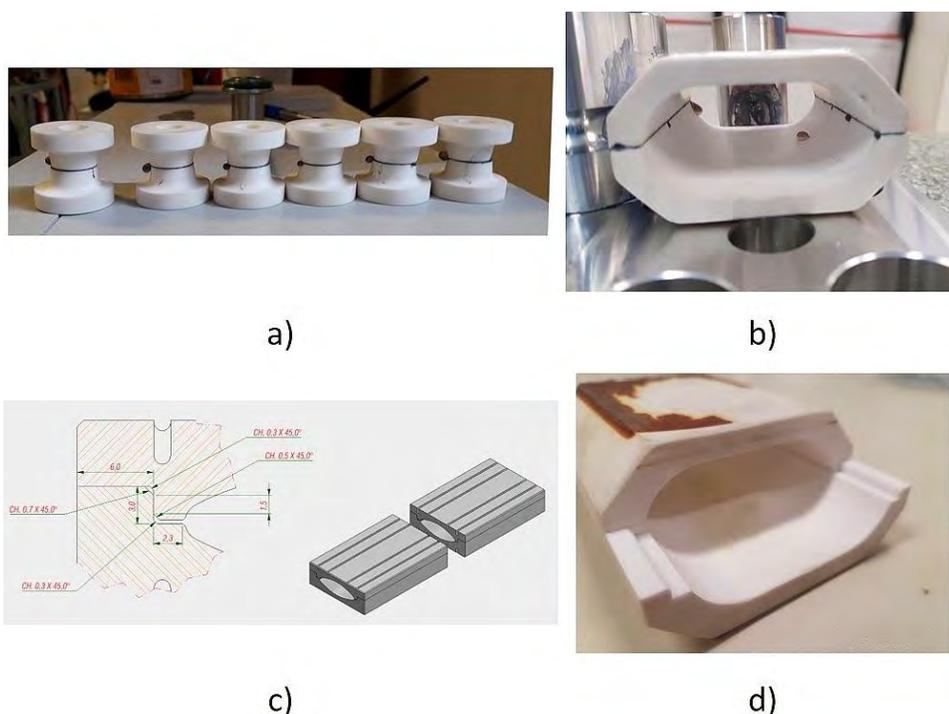


Figura 161. a) corpos de prova de brasagem; b) protótipo inicial de câmara bipartida brasada (sem encaixe); c) projeto de encaixe da proposta nova versão de câmara do NLK; d) protótipo das cerâmicas bipartidas com encaixe proposto.

### Considerações Finais

A instalação do sistema de vácuo do Sirius foi concluída e os pré-requisitos necessários para o início do comissionamento da máquina foram satisfeitos. As pressões de vácuo para o anel de armazenamento, *booster* e linhas de transporte atingiram o especificado em projeto para as condições estáticas. Ao longo de 2020, apesar do impacto causado pela pandemia, a operação da máquina continuou, permitindo que o condicionamento das câmaras de

vácuo com feixe fosse iniciado. Esse condicionamento é a última etapa para a entrega do sistema de vácuo da máquina em condição plena de operação para os usuários.

Além disso, durante 2020, foram instalados os dispositivos de inserção do tipo Onduladores planares para a operação das linhas de luz previstas na fase 1A. Esses dispositivos de inserção usam câmaras de vácuo com fabricação desafiadora. Essas câmaras foram totalmente desenvolvidas nacionalmente. A maior parte dos processos foi desenvolvido no CNPEM.

Nos últimos meses de 2020, o Grupo de Vácuo focou no desenvolvimento para a fabricação das câmaras de vácuo especiais para os dispositivos de inserção do tipo Delta. Essas câmaras têm grau elevadíssimo de complexidade de fabricação. Para o modelo Delta 52, as câmaras usarão um perfil de alumínio extrudado e serão baseadas no mesmo conceito de fabricação usado para as câmaras dos Onduladores planares. O primeiro protótipo dessa câmara deverá ficar pronto em janeiro de 2021 e já na sequência será disparada a fabricação do modelo final. No caso das câmaras para o modelo Delta 22, a fabricação da câmara é a mais desafiadora dentre todas as câmaras já fabricadas até o momento. Essas câmaras são baseadas em tubos quadrados (6,4x6,4 mm) de cobre de apenas 0,25 mm de espessura. Os desenvolvimentos estão focados em dois principais desafios: deposição dos filmes NEG e solução para refrigeração da câmara. Testes e desenvolvimentos para ambos estão em curso. Os resultados até o momento são promissores e a expectativa é termos o primeiro protótipo no comprimento de 2600 mm em março de 2021.

Por fim, o Grupo de Materiais trabalhou no desenvolvimento de novas câmaras cerâmicas para o NLK de injeção do anel de armazenamento. Esse desenvolvimento visa uma melhoria futura para o Sirius que requererá uma câmara cerâmica com tolerâncias dimensionais mais apertadas. Por isso, o grupo iniciou o desenvolvimento da fabricação se baseando no uso de cerâmicas bipartidas, que serão unidas por sucessivos processos de brasagem. Os primeiros testes conceituais foram realizados com resultados satisfatórios. Adicionalmente, aproveitando-se tubos cerâmicas disponíveis, foram preparadas cerâmicas bipartidas com encaixe de montagem similar ao projeto final. A previsão é continuar com o desenvolvimento dessa câmara ao longo de 2021, pois esse novo componente será importante para o momento em que o Sirius começar a operar em modo “*top-up*”.

### 5.2.3. Diagnóstico de Feixe

Os diagnósticos de feixe são compostos de sistemas que monitoram e, em alguns casos, corrigem parâmetros do feixe necessários para a operação e o comissionamento ao longo de toda a máquina. Em 2020, os principais esforços foram em estudos e sistemas

relacionados à órbita do feixe – isto é, sua trajetória nominal – e às instabilidades longitudinais oriundas de efeitos coletivos, na qualidade do feixe de luz para usuários.

Primeiramente, no início do ano o sistema de monitoramento de posição do feixe de elétrons (BPM) foi utilizado para realização do método conhecido como Alinhamento Baseado no Feixe (BBA), através do qual se verifica a leitura de posição do feixe pelo sistema de BPM, passando o próprio feixe pelos centros dos quadrupolos adjacentes. Sabe-se esse centro uma vez que tal eletroímã possui campo magnético nulo nesta região. As leituras de posição obtidas (um ponto para cada sensor BPM) estão presentes na Figura 162, indicando ótima montagem e alinhamento, mecânica dos sensores e pré-calibração das eletrônicas, uma vez em que desvios padrão da ordem de 500  $\mu\text{m}$  – por volta de 5x maior que o obtido – são típicos em outros aceleradores ao redor do mundo. Os valores de BBA foram posteriormente compensados na eletrônica de forma tal que a leitura zero coincida com o centro magnético dos quadrupolos.

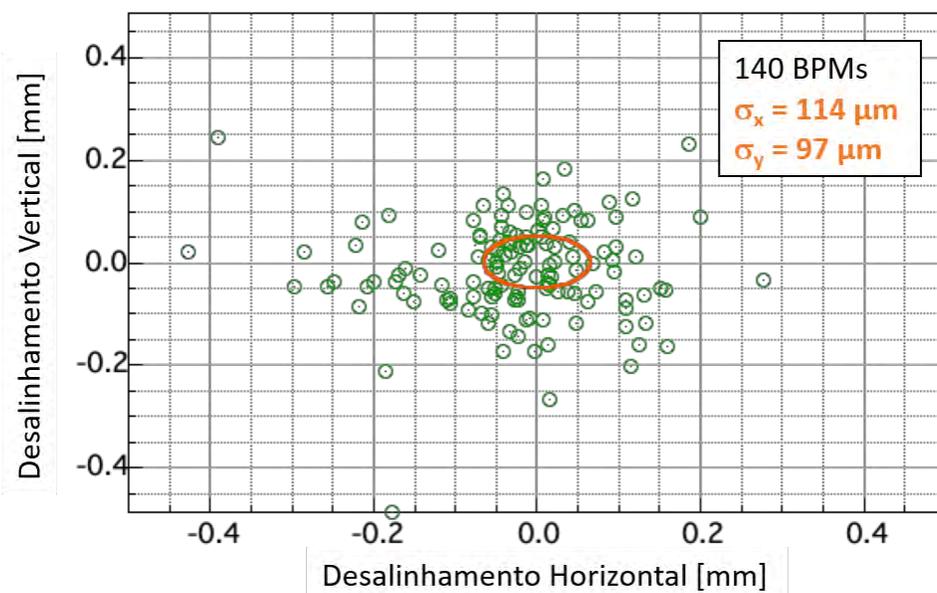


Figura 162. Resultado do Alinhamento Baseado no Feixe.

Com o BBA finalizado, pôde-se investir na correção lenta de órbita (SOFB). Este sistema não necessitou do desenvolvimento de nenhum equipamento dedicado, uma vez que utiliza o sistema de controle EPICS, que por padrão gerencia e controla as variáveis de todos os sistemas do acelerador. Ou seja, apenas um código foi desenvolvido para implementação do SOFB. No entanto, inúmeras fontes de perturbação atuam no feixe em frequências acima das quais o SOFB é capaz de corrigir. Para tais frequências o sistema de correção rápida de órbita (FOFB) está sendo desenvolvido.

O FOFB, sigla em inglês para Sistema de Correção de Órbita Rápido, trata-se de um sistema com *hardware* dedicado e anexo ao sistema de BPM, no padrão MicroTCA. Principal desenvolvimento do FOFB em 2020, a fonte do sistema de correção de órbita rápida é responsável por controlar os eletroímãs distribuídos no anel de armazenamento com a função de corrigir distúrbios rápidos no feixe. A placa da fonte foi projetada como um módulo traseiro do padrão MicroTCA, RTM (Rear Transition Module) e tem 12 canais de corrente ( $\pm 1.0A$ ), sendo capaz de fazer até cem mil correções por segundo. Enquanto em 2019 foi desenvolvido uma placa de prova de conceito para testar os amplificadores DACs e ADCs, em 2020 foi projetado o protótipo da placa final, ilustrado pela Figura 163.

Os protótipos estão em processo de compra, sendo esperado que estejam prontos no final do mês de janeiro de 2021. O *software* e *firmware* para controle da fonte estão em desenvolvimento.

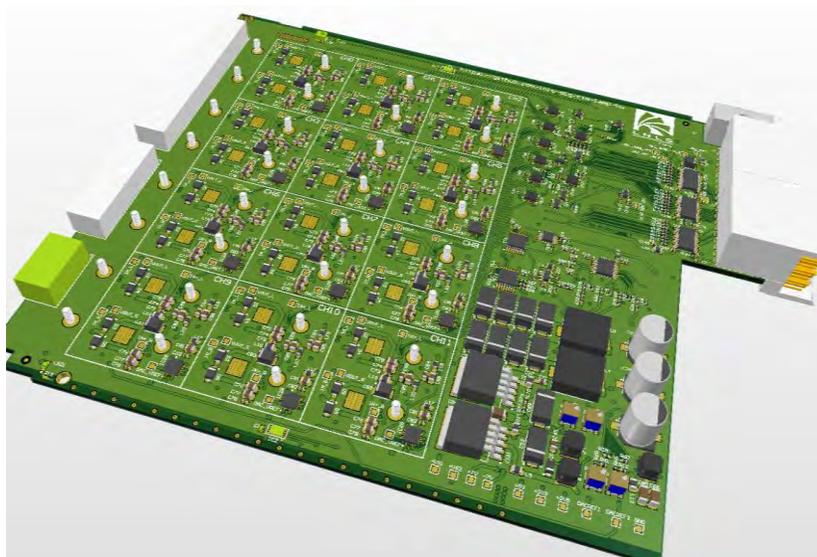


Figura 163. Projeto da fonte do sistema de correção de órbita rápida.

De forma a se aprimorar a correção de órbita, planeja-se também incluir a posição dos feixes de raio-X nas linhas de luz. Para tal, estão sendo instalados monitores de posição de raio-X (XBPM), ilustrado pela Figura 164. Este sensor mede a posição através das correntes geradas pela incidência do feixe nas lâminas. Com dois XBPMs satisfatoriamente afastados longitudinalmente, pode-se medir ângulo do feixe, além de sua posição. Após a digitalização dos sinais por picoamperímetros, o cálculo de posição pode ser utilizado pela mesma eletrônica do sistema de BPM após a integração.



Figura 164. Monitor de posição de Raio X (XBPM): visão externa com os 4 conectores (esquerda) e visão interna com as lâminas (direita).

Em relação às instabilidades longitudinais, efeitos coletivos fazem com que os pacotes de elétrons acoplem ressonâncias entre si. Atualmente, os efeitos mais críticos se encontram no plano longitudinal, oriundos de instabilidades geradas por modos de mais altas ordens da cavidade de RF. Estas instabilidades comprometem a dispersão de energia do feixe de elétrons, que resulta no aumento transversal do feixe de luz devido à degradação da qualidade na fonte. A Figura 165 ilustra tal efeito na linha Manacá.

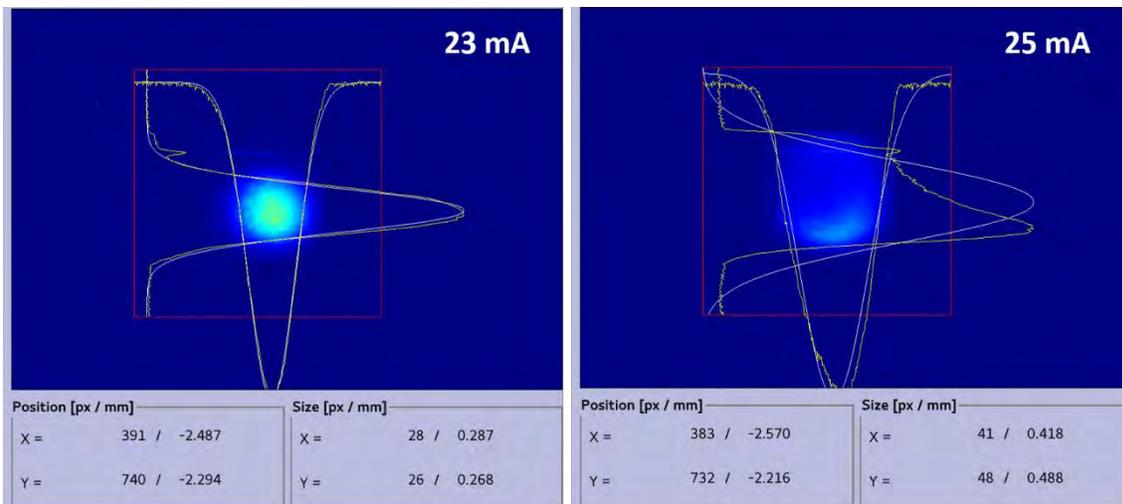


Figura 165. Seção transversal do feixe de luz no detector da linha Manacá antes (esquerda) e depois (direita) da instabilidade longitudinal do feixe

Para correção das instabilidades, o sistema de *feedback* pacote-a-pacote (BbB) atua de maneira similar à correção de órbita, com a diferença de operar com taxas mais rápidas, a ponto de conseguir medições e atuações independentes para cada pacote de elétrons. Tal capacidade permite amortecer as instabilidades em que as oscilações dos pacotes podem ter qualquer diferença de fase entre si, apesar de oscilarem com a mesma frequência natural. O sistema de *feedback* BbB utiliza apenas componentes comerciais e teve a maior parte de seus equipamentos herdados do antigo acelerador UVX. De todos, apenas o amplificador deve ser substituído, mas a potência adequada do substituto só pode ser determinada através de medidas e calibração do modelo que simula todo o sistema. Tal processo se iniciou e foi descoberto que o amplificador atual controla instabilidades até a ordem de 40 mA. A atuação do sistema e a característica do feixe pode ser vista em seu espectro em malha fechada (*feedback* operando) e malha aberta (*feedback* desligado, porém fora da capacidade), ilustrados pela Figura 166.

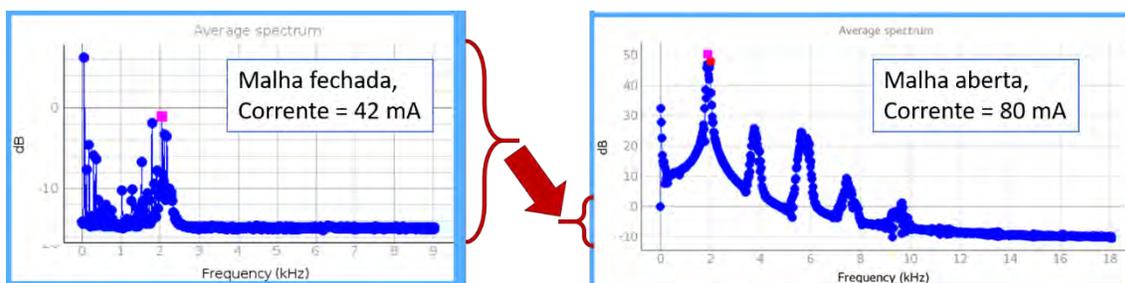


Figura 166. Espectro longitudinal do feixe destacando a instabilidade em 2,1 kHz na interface do sistema pacote-a-pacote, com malha fechada em 42 mA de corrente (esquerda) e feixe em malha aberta em 80 mA (direita)

No entanto, espera-se melhorar o limite de 40 mA apenas otimizando parâmetros da cavidade de RF (temperatura e dessintonização), independente do sistema de BbB em si. Estão sendo realizados estudos para permitir um adequado dimensionamento de novo amplificador para o sistema de BbB longitudinal.

Além disso, ao longo do ano de 2020, o grupo de Diagnóstico organizou a IBIC 2020, a 9ª Conferência Internacional de Instrumentação de Feixe. É um evento anual sediado na Ásia, Europa e Américas, de forma rotativa, no qual participam cerca de 250 pessoas de inúmeros institutos internacionais e empresas. Inicialmente, o evento seria realizado na cidade de Santos, SP, pela primeira vez nas Américas fora dos EUA. No entanto, com o advento da pandemia de COVID-19, o grupo optou por organizar um formato virtual da conferência, mas almejando encorajar maior interação e dinâmica do que os formatos convencionais de videoconferências. Em virtude disso, foi escolhida a plataforma *Whova*, que apresenta um ambiente completo com agenda dinâmica, fórum de discussões, estandes virtuais para as empresas e páginas dedicadas para apresentadores, com vídeo e mural de perguntas. A Figura 167 mostra a interface da plataforma para a apresentação sobre os sistemas de diagnóstico do Sirius. O evento ocorreu de 14 a 18 de setembro de 2020.

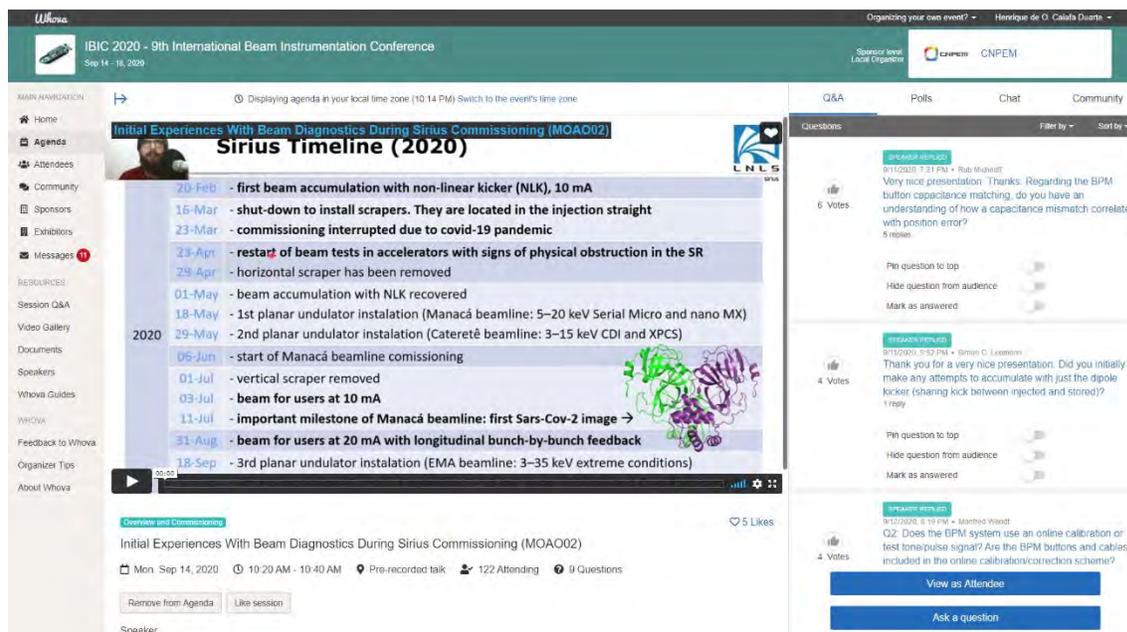


Figura 167. Interface de apresentação oral da plataforma Whova.

Em virtude das circunstâncias mundiais, o evento foi considerado um sucesso. Recebeu muitos elogios dos participantes e teve 72 artigos submetidos, 26 apresentações orais e 85 pôsteres, além de 9 empresas expositoras. A Tabela 5 resume o número de participantes do evento por categoria.

*Tabela 5 - Tipos e quantidades de participantes na IBIC 2020*

<b>Tipo de Participante</b>	<b>Quantidade</b>
Delegados	220
Estudantes	70
Expositores (Delegados)	19
Total	309

Quanto ao alcance global, a distribuição dos participantes do evento de acordo com o continente foi:

- Europa, 179. Dos quais: Suíça (57), Alemanha (42), Reino Unido (22), Itália (15), França (10), Espanha (9), outros (24);
- Américas, 104. Dos quais: EUA (55), Brasil (45) e Canadá (4);
- Ásia, 50. Dos quais: China (29), Japão (9), Austrália (7), outros (5)

#### 5.2.4. Fontes de eletroímãs

Ao longo de 2020 foram feitos melhoramentos e ajustes nas fontes já instaladas no Sirius, solucionados alguns problemas e instaladas mais algumas unidades de fontes. Um esforço grande também foi despendido para montar e testar unidades reservas. A Figura 168 mostra uma foto da Sala de Fontes do Sirius.



Figura 168. Sala de Fontes do Sirius

Em abril foram instaladas 8 unidades de fontes de baixa potência (modelo FBP) para alimentar as bobinas corretoras de órbita locais do primeiro ondulador, e em setembro as últimas 20 unidades de fontes para quadrupolos *skew*.

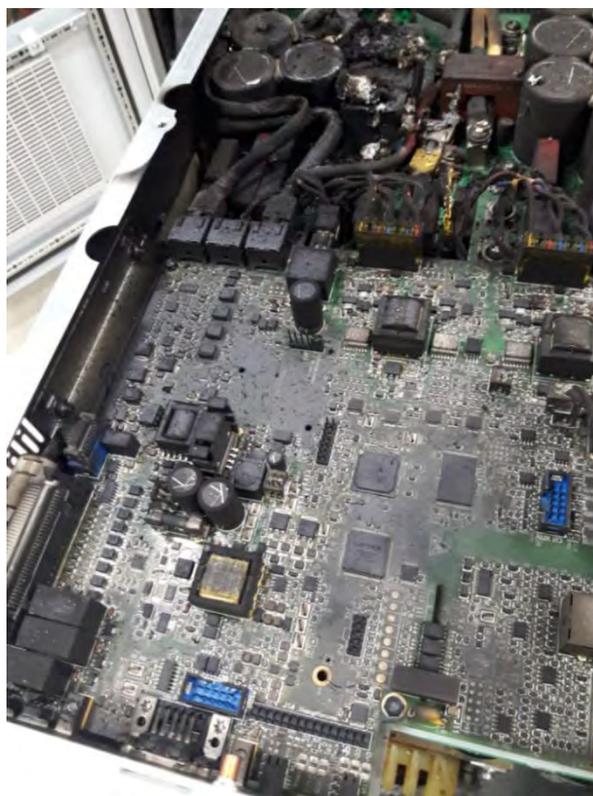
Também foi resolvido o problema de oscilação das fontes que alimentam as bobinas de *trim-coils* dos quadrupolos quando estas eram ligadas simultaneamente com a fonte principal. Após uma série de estudos e de testes obteve-se um conjunto de parâmetros de controle para estas fontes que possibilitaram que o *ripple* na corrente de saída atendesse às especificações.

Já sobre as fontes de alta potência (fontes FAP), logo no começo de 2020 um sério problema com as fontes comerciais modelo TopCon que alimentam os módulos FAP, as quais provocaram a queima de 3 unidades de 2019 e estavam limitando o comissionamento do Sirius a apenas uma hora de operação ininterrupta, teve que ser solucionado. A Figura 169 mostra uma destas unidades danificadas. Sob a orientação do fabricante, foram substituídos um determinado grupo de capacitores das TopCons das fontes dos dipolos do Anel, os quais estavam explodindo por superaquecimento, e colocado um capacitor

adicional por fonte. Após esta intervenção as temperaturas nestes capacitores têm sido acompanhadas e mais nenhum problema foi observado.

Outro trabalho de vulto feito com as fontes TopCon foi a automação de seu controle, pois antes só eram controladas localmente. Agora as mesmas estão integradas ao sistema de controle do Sirius e podem ser ligadas, ajustadas e monitoradas remotamente, como mostrado na Figura 170. Esta melhoria, por sua vez, permitiu que outra mudança fosse implementada: agora as fontes são ligadas com a tensão de entrada zeradas. Isto permite aumentar a vida útil dos relés que ligam as fontes, uma vez que os contatos dos mesmos são fechados sem corrente.

Por fim, foram feitas algumas alterações nas fontes dos dipolos e em algumas fontes de quadrupolos e sextupolos do Anel para que elas pudessem operar com correntes maiores do que aquelas para as quais foram projetadas, atendendo às novas exigências de operação.



*Figura 169. Fonte comercial modelo TopCon após explosão de capacitor*



Figura 170. Janela de controle remoto das TopCons

Quanto às fontes ciclantes do síncrotron injetor, as principais atividades realizadas nesta família visaram melhorar seu diagnóstico. Várias leituras que ainda não estavam disponíveis, tais como temperaturas em dissipadores e indutores, agora estão. Os resistores que faziam parte dos circuitos de medida de tensões também foram substituídos por um modelo com menor coeficiente térmico, melhorando a qualidade desta medida.

O sistema de regulação digital (DSR) faz parte de todas as centenas de fontes do Sirius. Várias atualizações no *firmware* do DRS foram realizadas ao longo de 2020 visando implementar melhorias, tais como:

- Alteração em voo do tamanho do buffer de amostras;
- Alteração do estado default da malha de controle ao ligar a fonte;
- Solicitação de senha para ajuste de parâmetros críticos;

- Habilitar funcionamento da placa de parâmetros (memória externa onde ficam armazenadas todas as informações da fonte);
- Habilitar funcionamento da IHM para operação e monitoramento local da fonte;
- Tornar independentes os parâmetros de intertravamento das fontes modelo FBP de um mesmo bastidor e possibilitar seguir curvas de referência distintas.

Além disso, o problema de perda frequente da comunicação CAN entre o controlador das fontes e as placas de intertravamento (IIB) das fontes modelo FAP e FAC foi compreendido e a taxa de ocorrência caiu praticamente a zero.

#### 5.2.5. Sistemas de Controle

No ano de 2020 as atividades do Grupo de Controle se concentraram na operação, melhorias, otimizações e aperfeiçoamento do Sistema de Controle do Sirius, considerando equipamentos, infraestrutura e facilidades para os aceleradores e linhas de transporte. Ainda, focou-se em desenvolvimentos menores de *hardware* e extensão de funcionalidades em *software*, sempre com o objetivo de manter, aumentar a confiabilidade e facilitar a operação do Sistema.

##### Nós distribuídos do Sistema de Controle

Cerca de 350 computadores do tipo *single board computers*, modelo *BeagleBone Black*, estão instaladas e conectadas ao Sistema de Controle. Essas unidades estão distribuídas ao longo das salas de rack, sala de fontes, sala de RF e ao longo do acelerador (dentro e fora do túnel). São usadas para interface com diversos subsistemas dos aceleradores (vácuo, RF, fontes, sondas de radiação, entre outros). São de alta confiabilidade e neste ano iniciou-se um upgrade do seu sistema operacional (versão atual 9.9) e a funcionalidade de "autoconfiguração", onde configurações básicas de endereço IP, *hostname* e aplicações lançadas são aplicadas automaticamente dependendo de sua localização física e dos equipamentos conectados a ela. Assim, cria-se um protocolo para fácil manutenção/substituição de *hardware* em caso de necessidade. Ainda é previsto aumentar a redundância ao sistema, para 2021, com a adição de um módulo adicional que entra em operação caso o principal entre em falha.

##### Eletrônicas de Monitoramento

Já em operação desde ano passado, as eletrônicas de monitoramento desenvolvidas pelo Grupo de Controle tiveram expansões no ano de 2020. Para as medições de temperatura de diversos pontos, sejam dentro ou fora do túnel, existem instaladas atualmente cerca de 190 eletrônicas, totalizando 894 pontos de medição de temperatura em acompanhamento (e outros 626 canais disponíveis para uso imediato). Se necessário, novas eletrônicas podem

ser instaladas devido à modularidade do sistema. Para o monitoramento de temperatura, destacam-se as medidas de temperatura ambiente, monitoradas em dois pontos a cada trecho do anel de armazenamento, e a instalação de uma eletrônica dentro do túnel de vácuo (aproximadamente  $10e^{-3}$  mBar) da linha de luz Cateretê para monitoração de alguns pontos do detector.

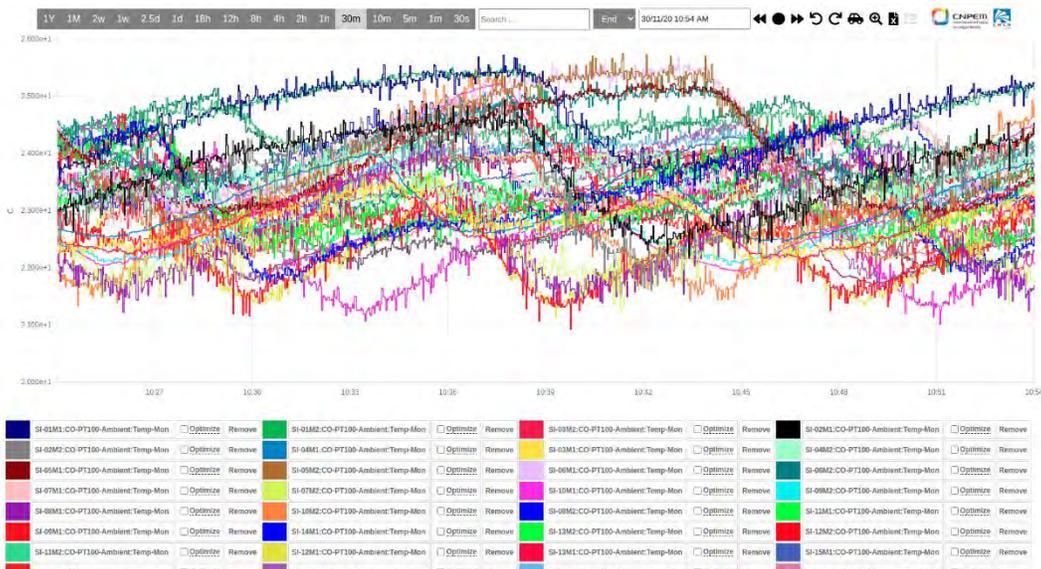


Figura 171. Sensores de temperatura ambiente instalados no túnel do Sirius.



Figura 172. Sensores de temperatura instalados na linha de luz Cateretê.

Outro monitoramento importante que foi instalado no Sirius este ano é o monitoramento remoto do ambiente interno do rack, fazendo a aquisição de dados de temperatura interna de dois pontos, umidade, status e corrente da ventoinha, status das portas e tensão da rede.

Encontra-se em operação em um rack do Grupo de Controle e previsão de expansão para demais racks do Grupo nos primeiros meses de 2021.

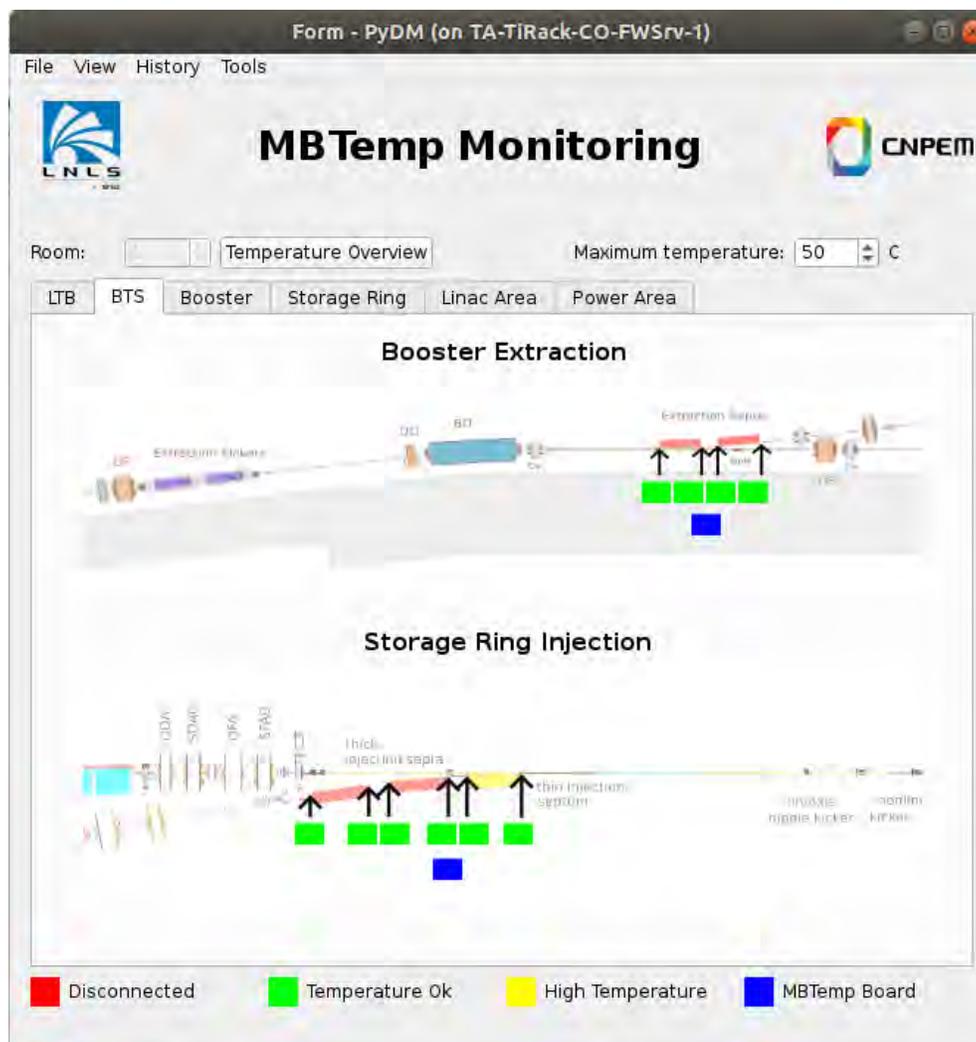


Figura 173. Interface de operador para o sistema MBTemp.

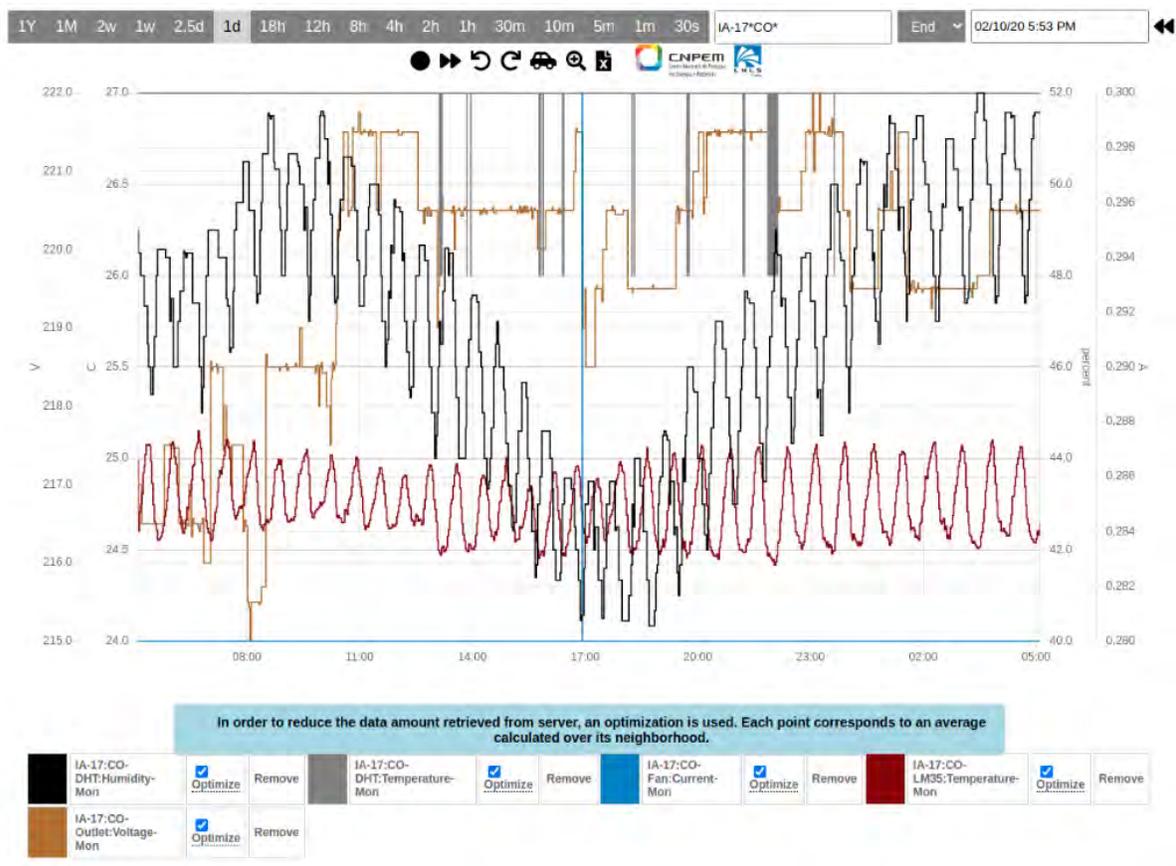


Figura 174. Medidas do sistema de monitoração de racks.

### Software de Monitoramento

Ao longo de 2020, o Grupo de Controle colocou em operação sistemas importantes de monitoramento. Entre eles, um que consiste na avaliação do status das baterias dos UPS que alimentam os servidores principais e atuação no desligamento e religamento controlado dos mesmos, localizados na Sala de Conectividade e na Galeria de *Klystrons*, evitando eventuais necessidades de atuação humana.

Outro sistema de grande aplicação, principalmente para turnos de operação, é o projeto de monitoração das *BeagleBone Blacks* do Sistema de Controle, baseado na ferramenta Redis. A interface gráfica desenvolvida disponibiliza uma lista com todas as unidades que estão disponíveis ou desconectadas da rede e permite atuar de diversas formas tais como reiniciar, renomear e reinicializar algum serviço específico.

Além disso, foi disponibilizado às equipes de engenharia uma interface inteligente de avisos e consultas de PVs EPICS do Sistema de Controle do Sirius, através do aplicativo de mensagens Telegram. PV é a sigla em inglês para variável de processo. Usuários previamente cadastrados podem consultar valores de PVs, definir janelas de alarmes para

PVs específicas e serem notificados se ela estiver indisponível na rede (e arquivamento de dados habilitado).

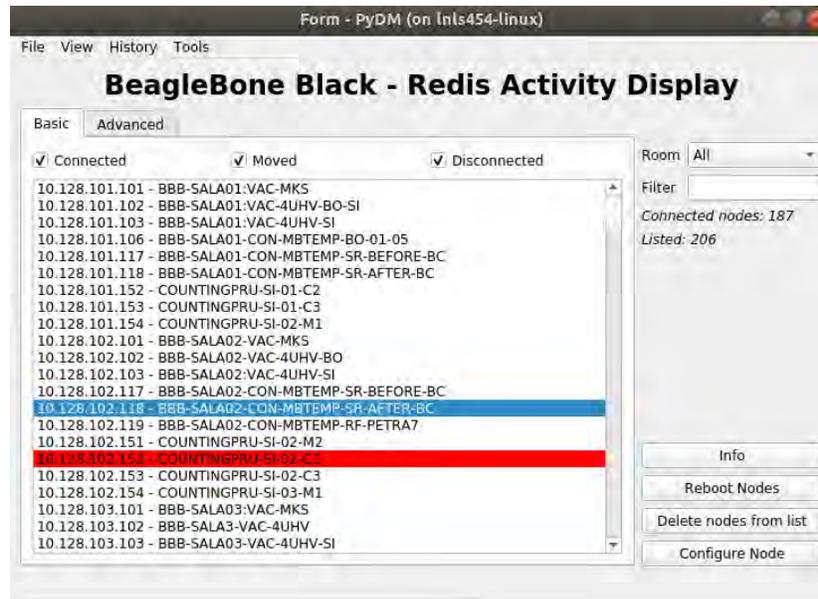


Figura 175. Tela para monitoração dos computadores embarcados BeagleBone Black.



Figura 176. Monitoração de variáveis de processo através do aplicativo Telegram.

### Otimização para correções de órbita lenta (SOFB)

Em colaboração com a Física de Aceleradores (FAC), trabalhou-se na otimização da interface entre IOCs EPICS e controladores das fontes, de modo a possibilitar o aumento da taxa de

atuação da correção de órbita lenta (SOFB) do anel de armazenamento. Essa interface é feita pela BeagleBone Black e seu núcleo de tempo real. As otimizações, incluindo a de outros subsistemas, permitiram chegar numa correção de órbita a 25 Hz.

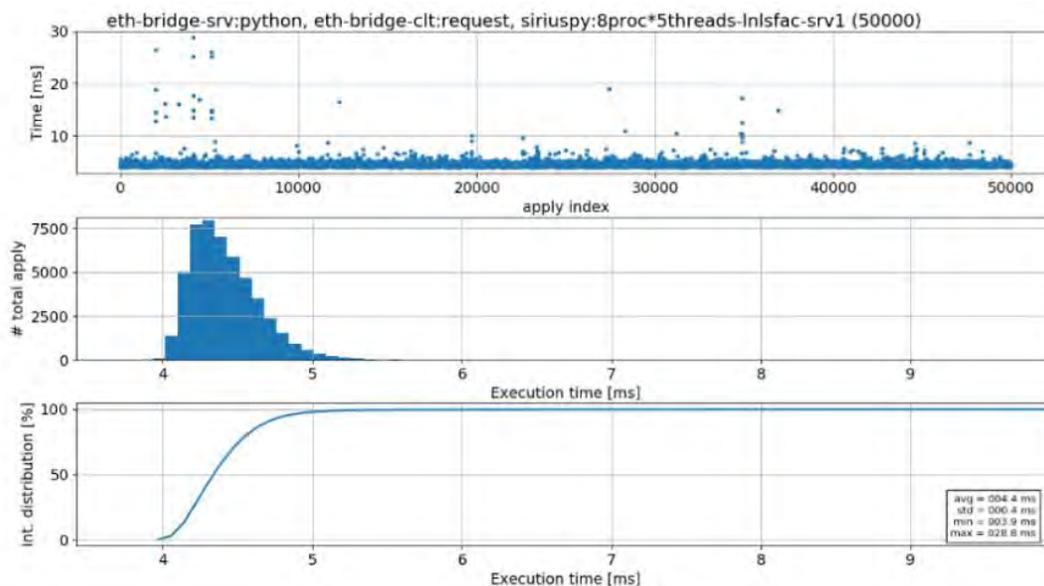


Figura 177. Tempos de execução dos ciclos do SOFB (50 mil amostras).

### Infraestrutura, monitoramentos e controles especiais para Onduladores Kyma

Em 2020 os primeiros dispositivos de inserção (ID) do Sirius foram instalados para cinco linhas de luz distintas. Junto com a instalação dos IDs, o Grupo de Controle disponibilizou a infraestrutura necessária para integrá-lo à rede de controle, bem como adaptações de IOCs e adição de pontos de medidas de temperatura para as câmaras do ondulador e máscaras da saída de luz.

Nesse período também foi instalado todo o *hardware* necessário para leitura em tempo real do sinal do *encoder* incremental disponível em dois desses onduladores (Manacá e Carnaúba). Estas leituras tem como objetivo a aplicação de correções *feed-forward* baseadas em tabelas estáticas. A leitura de fase dos onduladores são feitas com sucesso e repetibilidade e comandos de ajustes de corrente são disparados para os eventuais controladores de fontes de corrente. Testes em bancada indicam que seria possível aplicar correções a quatro magnetos simultaneamente a uma taxa de até 8.9 kHz.

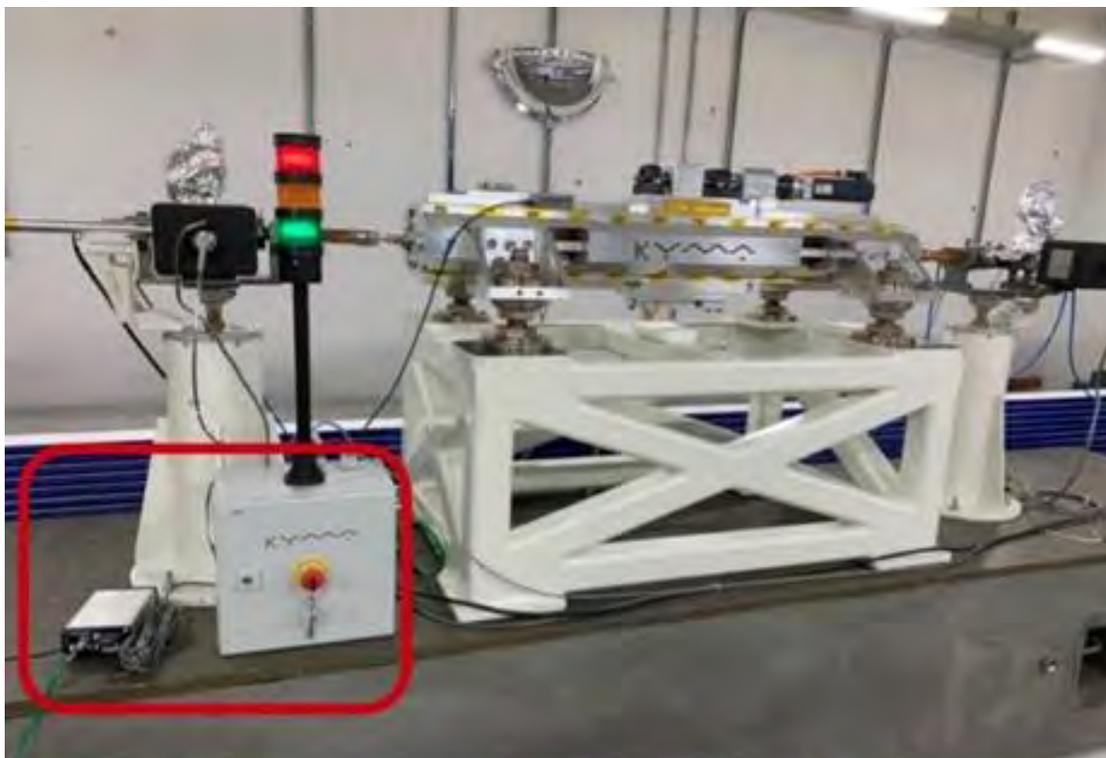


Figura 178. SERIALxxCON adaptada para leitura do encoder no trecho SI-09 e splitter adicional no painel.

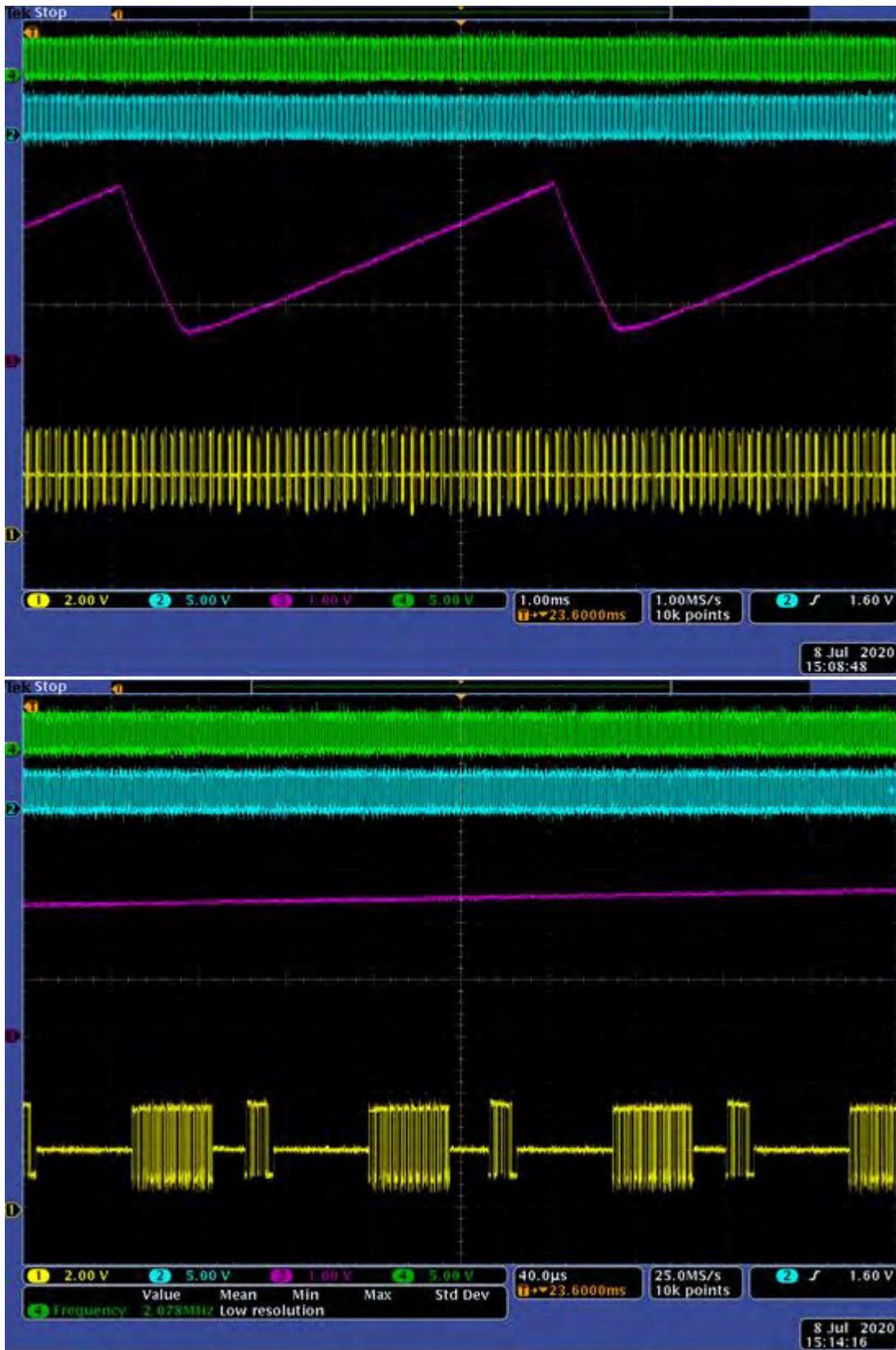


Figura 179. Resultados em bancada de ajustes de corrente (em rosa) após leitura dos passos do encoder (em verde e azul).

### IOCs EPICS (desenvolvimento, aperfeiçoamento e manutenção)

Continuamos o ciclo de desenvolvimento dos IOCs EPICS que já tínhamos, recebendo feedbacks da equipe de comissionamento e operação e implementando as modificações desejadas. Novos IOCs entraram em operação, com destaque para os sistemas dos retificadores Regatron e onduladores Kyma.

### Interfaces visuais, manutenção e configuração da Rede de Controle

No campo das interfaces de operador, realizou-se a manutenção e desenvolvimento de telas para a sala de controle com a ferramenta PyDM, além de implementadas interfaces de operador web. Exemplos de projetos do tipo são os supervisórios para as pressões nas câmaras de vácuo, medidas dos sensores de gamma e sistemas móveis de medição de radiação (gamma e nêutron). Foram retrabalhados os sistemas de suporte à operação (arquivamento, diário de operação e outros), implementadas novas funcionalidades e compatibilizadas suas interfaces para acesso via VPN (importante por conta da quarentena). Novos sistemas foram implantados, como a interface mais intuitiva para o gerenciamento do EPICS *Archiver* e os sistemas *Component DB* e *InvenTree* estão em implantação e são voltados para inventário e engenharia de manutenção. Uma série de configurações nos servidores foi alterada de modo a aumentar o grau de redundância das aplicações que rodam nos mesmos.

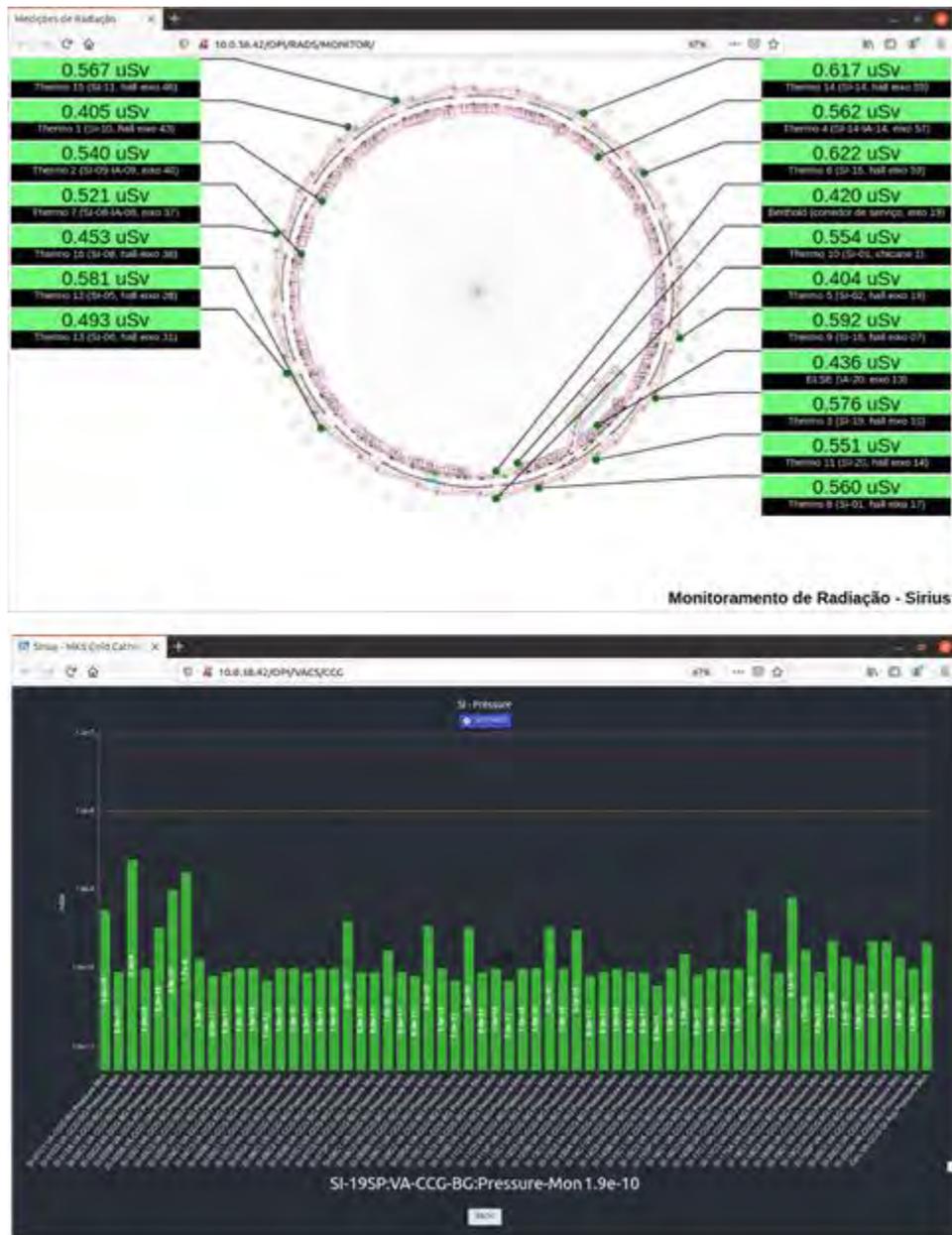


Figura 180. Interfaces web para medidores de radiação e vácuo

### 5.2.6. Sistemas de Rádio Frequência

Em 2019 os sistemas de radiofrequência do *booster* e do anel de armazenamento do Sirius foram instalados, testados, e começaram a entrar em operação. Um aspecto importante da operação dos sistemas de radiofrequência é o fato do controle desses sistemas ser influenciado pelo feixe de elétrons e necessitar de otimização à medida em que aumenta a corrente armazenada. Em sistemas que utilizam cavidades de radiofrequência sem

amortecimento de modos ressonante de ordem superior, como a utilizada na primeira fase de operação do anel de armazenamento, é necessário encontrar a melhor temperatura de operação da cavidade, a temperatura em que os efeitos dos modos de ordem superior sobre o feixe sejam minimizados. Ao longo de 2020 esses sistemas foram comissionados de modo a atenderem às especificações necessárias para a operação da nova fonte de luz.

O sistema de RF do *booster* foi projetado para acelerar o feixe de elétrons proveniente do linac de 150 MeV até a energia de 3 GeV necessária para que possa ser injetado no anel de armazenamento. É o sistema definitivo, dimensionado para operar com uma corrente de até 2 mA. O sistema de RF do anel de armazenamento atualmente instalado foi dimensionado para operar durante o comissionamento e a primeira fase de operação do Sirius. Esse sistema utiliza uma cavidade aceleradora de 7 células, operando em temperatura ambiente, e duas torres amplificadoras combinadas para fornecer até 120 kW em 500 MHz. O projeto do sistema de RF, para as condições de projeto para 350 mA de corrente no anel de armazenamento e todos os dispositivos de inserção instalados, contempla duas cavidades de RF supercondutoras, cada uma alimentada por um conjunto de 4 torres de 60 kW. Em sua fase inicial, o sistema supercondutor operará com duas torres por cavidade, potência que será posteriormente ampliada para a capacidade final de 240 kW por cavidade. Ao longo de 2020 foram realizadas atividades visando a instalação das cavidades de radiofrequência definitivas do anel. Duas cavidades supercondutoras estão em fabricação na Alemanha e devem chegar ao CNPEM em 2021.

### Comissionamento dos sistemas de radiofrequência

Após as instalações realizadas ao longo de boa parte do ano de 2019, os sistemas começaram a ser comissionados no último bimestre do ano. Foram realizados procedimentos de condicionamento das cavidades ressonantes, em que a potência de radiofrequência introduzida na cavidade é cuidadosamente aumentada até atingir a potência necessária para a operação com feixe. O procedimento é o primeiro passo para a utilização das cavidades após terem sido ventiladas para que pudessem ser instaladas na máquina. As cavidades de radiofrequência são os dispositivos responsáveis por fornecer energia para os elétrons armazenados tanto para acelerá-los, como ocorre no *booster*, quanto para repor a energia emitida como luz síncrotron, como ocorre no anel de armazenamento. As cavidades são parte da câmara de vácuo, posicionadas ao longo do caminho dos elétrons, e dentro delas são excitados campos elétricos oscilantes de alta intensidade que, ao interagirem com as partículas na fase correta da oscilação, fornecerão energia a elas. Para gerar esse campo elétrico, correntes são induzidas nas paredes internas da cavidade, resultando em perdas resistivas, aquecimento das superfícies internas da cavidade e liberação do gás aprisionado nessas superfícies. Durante o condicionamento a

potência dos campos eletromagnéticos injetados na cavidade e, portanto, os campos gerados em seu interior, é aumentada de forma lenta e controlada para limpar as superfícies internas até que a pressão na cavidade seja compatível com a sua operação segura. A antena que transfere os campos dos guias de onda para a cavidade, o acoplador de potência, também precisa ser condicionado (Figura 181). A combinação de alta tensão induzida e aumento de pressão pode resultar na ocorrência de arcos elétricos que podem danificar a cavidade e o acoplador. No caso da cavidade do anel de armazenamento o processo de condicionamento até atingir a tensão de 2 MV, equivalente a 70 kW dissipados nas paredes da cavidade, foi bastante longo. O procedimento requer o refinamento conjunto do sistema de controle de sintonia da cavidade e do circuito de controle de temperatura da cavidade. Após as fases iniciais do condicionamento foi possível iniciar o comissionamento do anel com corrente, com tensão de aceleração reduzida, que foi sendo incrementada à medida em que avançava o condicionamento da cavidade. Concomitante com o condicionamento da cavidade o sistema de controle de baixa potência foi comissionado, e continua a ser ajustado à medida em que aumenta a corrente de operação da fonte de luz. O feixe de elétrons excita outros modos ressonantes da cavidade além do modo fundamental, que acabam gerando instabilidades no feixe e afetando o controle do campo acelerador dentro da cavidade. Dessa forma, é parte do comissionamento do sistema encontrar as configurações de controle e a temperatura de operação da cavidade que minimizem as instabilidades do feixe. O comissionamento dos sistemas de RF é realizado em paralelo com ajustes nos termorreguladores responsáveis por manter a temperatura das cavidades de RF dentro das tolerâncias.

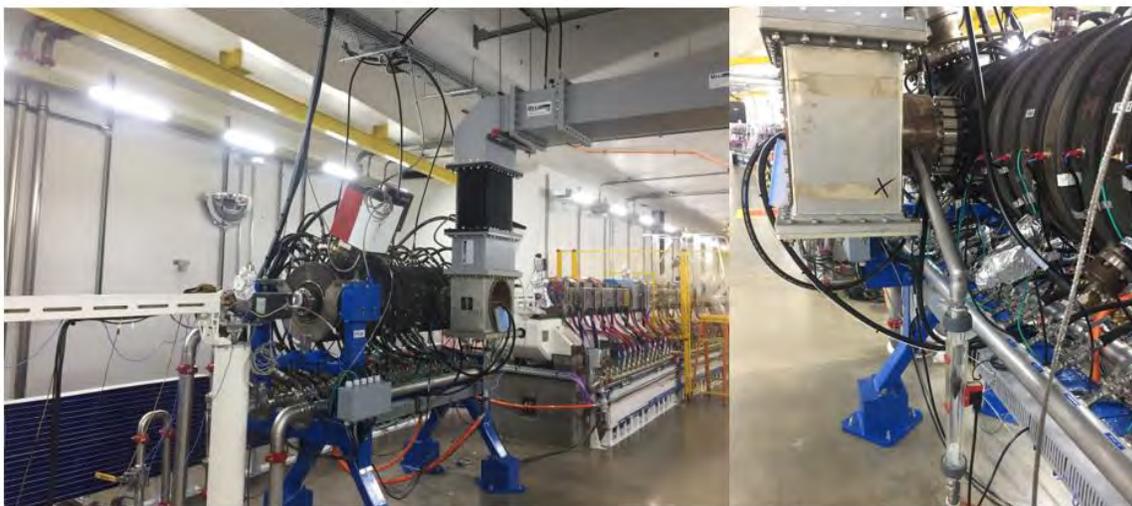


Figura 181. (Esq) A potência de até 120 kW gerada pelos amplificadores é transmitida por guias de onda até a cavidade. Ambos precisam ser cuidadosamente condicionados. (Dir) Transição entre o guia de onda retangular e o acoplador.

## Cavidades supercondutoras

O impacto da cavidade sobre o feixe será sensivelmente reduzido com a substituição da cavidade de 7 células pelas cavidades supercondutoras, projetadas de forma que os modos de ordem superior sejam amortecidos e não possam gerar instabilidades no feixe. As cavidades supercondutoras do Sirius estão em fabricação na Alemanha. Após a aprovação das cavidades nos testes realizados no final de 2019 na Universidade de Cornell, nos Estados Unidos, elas foram liberadas para montagem nos respectivos criostatos. As dificuldades operacionais resultantes da pandemia de Covid-19 provocaram um atraso na montagem dos criomódulos. Um primeiro módulo foi montado e passou pelo teste de aprovação em meados de outubro de 2020 (Figura 182). Parâmetros importantes como o fator de acoplamento e o isolamento do vácuo da cavidade foram medidos e aprovados. O segundo módulo está em processo de montagem e deve ser testado no primeiro trimestre de 2021. Ambos deverão chegar ao CNPEM no primeiro semestre de 2021. Ao longo do ano foi dado andamento aos preparativos para a instalação dessas cavidades. Foram adquiridos os componentes de guia de onda para a montagem das cavidades e foram estudadas e projetadas mudanças nas atuais torres amplificadoras visando simplificar o processo de instalação. A Figura 183 mostra a disposição dos componentes do sistema a ser instalado. Duas novas torres amplificadoras devem ser montadas no primeiro semestre de 2021. Os componentes de radiofrequência estão todos no CNPEM. A nova estrutura modificada (Figura 184), cujo projeto está em etapa de finalização, precisa ser adquirida. A planta criogênica de hélio líquido, que é um requisito indispensável para a instalação e operação das cavidades supercondutoras, está em etapa final de contratação.



Figura 182. Vista do criomódulo da primeira cavidade supercondutora do Sirius já aprovada em teste de fábrica.

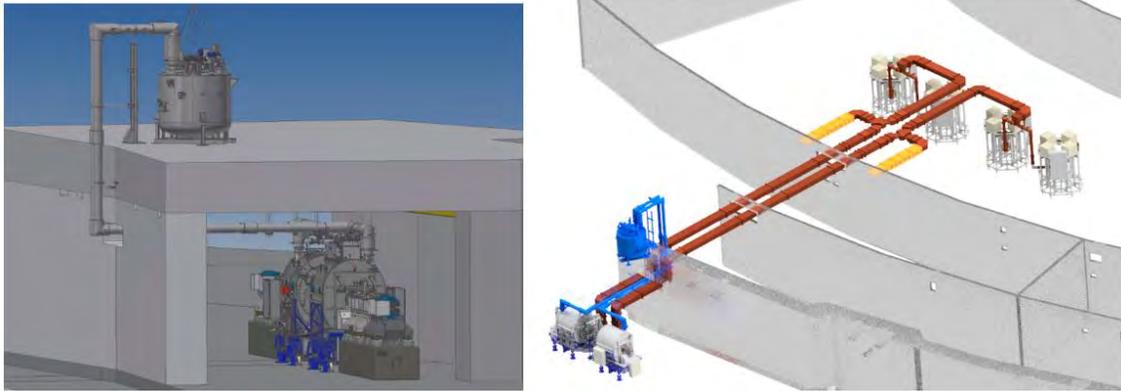


Figura 183. Projeto de instalação das cavidades supercondutoras. (Esq) As duas cavidades posicionadas no túnel e a valve box, que será posicionada no teto do anel. (Dir) Esquema geral da montagem com as quatro torres amplificadoras posicionadas na sala de RF.

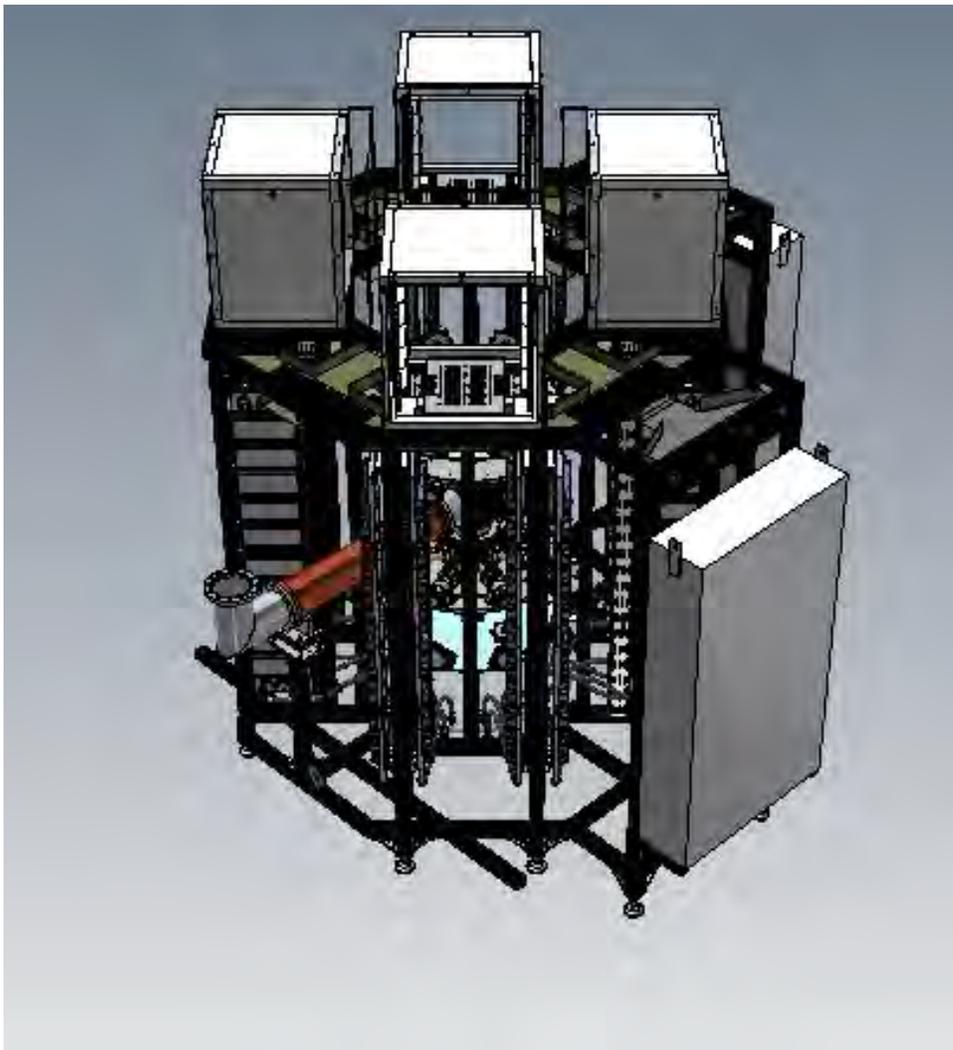
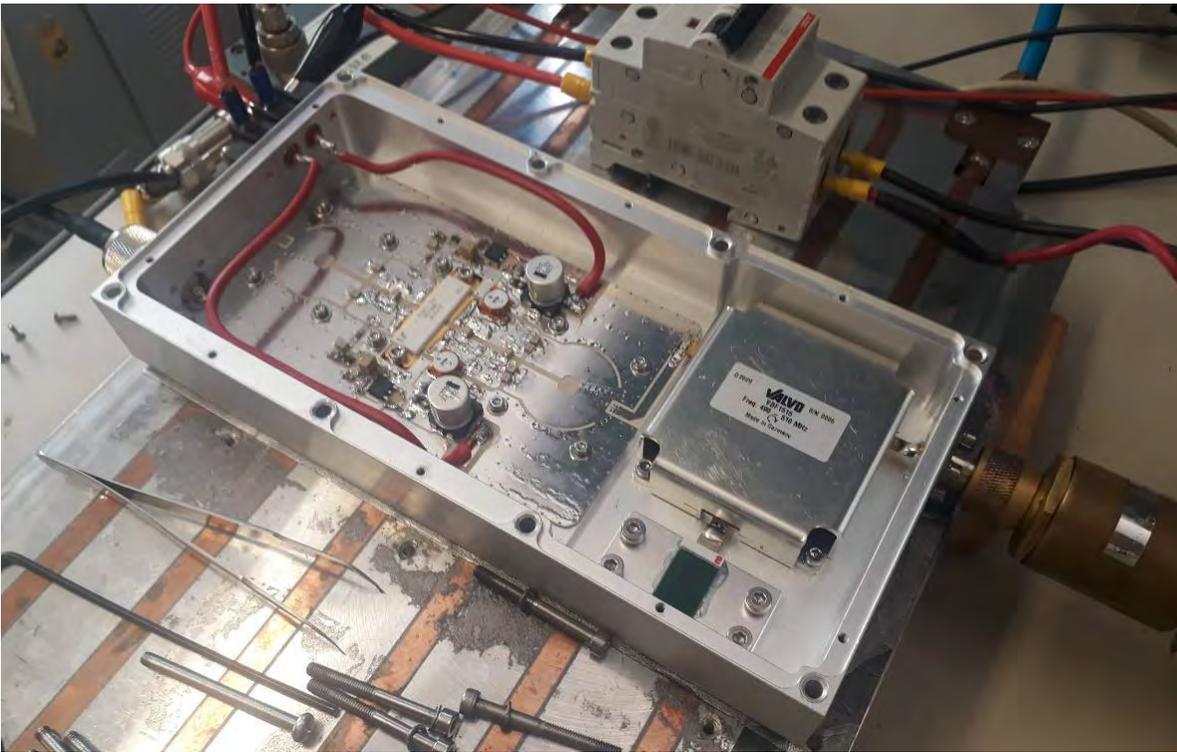


Figura 184. Estrutura modificada das torres amplificadoras, que agora incluem a central de intertravamento da torre.

## Torres amplificadoras

Quanto às quatro torres finais do sistema de RF, estão sendo estudadas mudanças com relação ao desenho atual das torres. A principal motivação está na possibilidade de utilizar um módulo totalmente desenvolvido no CNPEM, capaz de entregar uma potência maior, com maior eficiência e maior confiabilidade do que os módulos utilizados nas quatro primeiras torres, por trabalhar em condições térmicas muito melhores. O módulo utiliza um novo transistor que chegou ao mercado em 2020 destinado a operar na faixa de UHF. Um protótipo foi desenvolvido e está sendo testado em bancada, com excelentes resultados (Figura 185). Formas alternativas de combinação dos módulos também estão sendo estudadas visando minimizar o uso de cabos na etapa de combinação de potência (Figura 186). A estrutura geral da torre não deverá ser modificada para manter a compatibilidade com as demais torres.



*Figura 185. Protótipo do novo módulo amplificador sendo preparado para testes de bancada. O protótipo apresenta melhor eficiência elétrica e entrega ao menos 20% mais potência do que o modelo atual.*

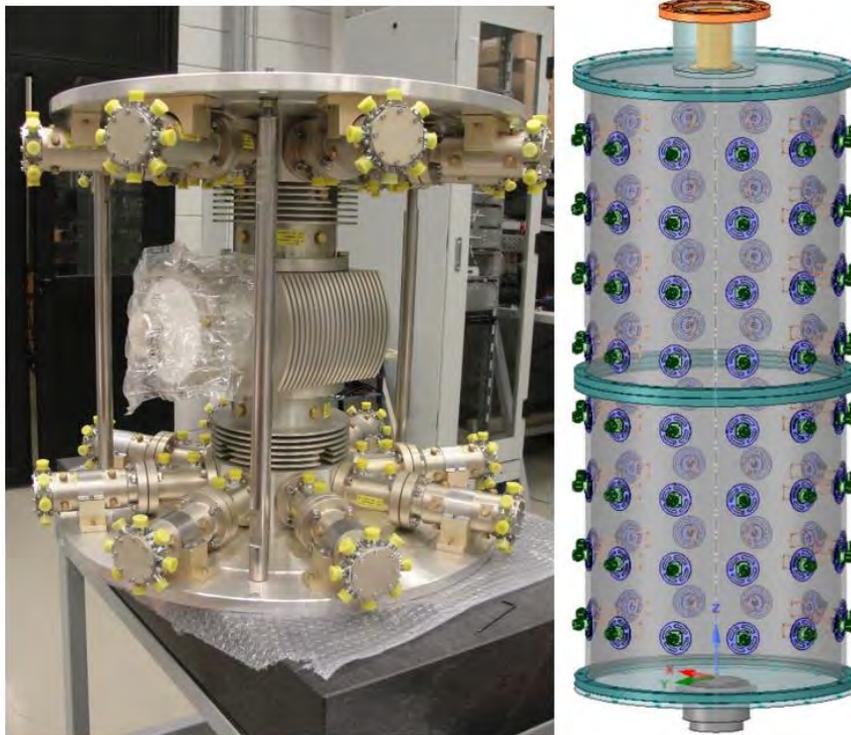


Figura 186. (Esquerda) Combinador de 128 vias utilizado nas torres amplificadoras atuais. (Direita) Projeto magnético da cavidade combinadora de 96 vias para as quatro torres finais do Sirius.

### 5.2.7. Magnetos

#### *Magnetos do anel de armazenamento*

Todos os magnetos necessários para a funcionamento atual do Sirius já foram instalados e se encontram em regime de operação. Neste ano, 20 corretoras rápidas foram adicionadas à rede magnética do anel de armazenamento e as bobinas *skew* destas corretoras estão sendo utilizadas para procedimentos de determinação de centro magnético dos quadropolos medidos pelos BPMs (BBA – *Beam Based Alignment*). As 60 corretoras rápidas restantes também já estão prontas para instalação, cuja previsão é o primeiro semestre de 2021. Essas corretoras estão em estágio final de caracterização magnética no laboratório de Imãs.

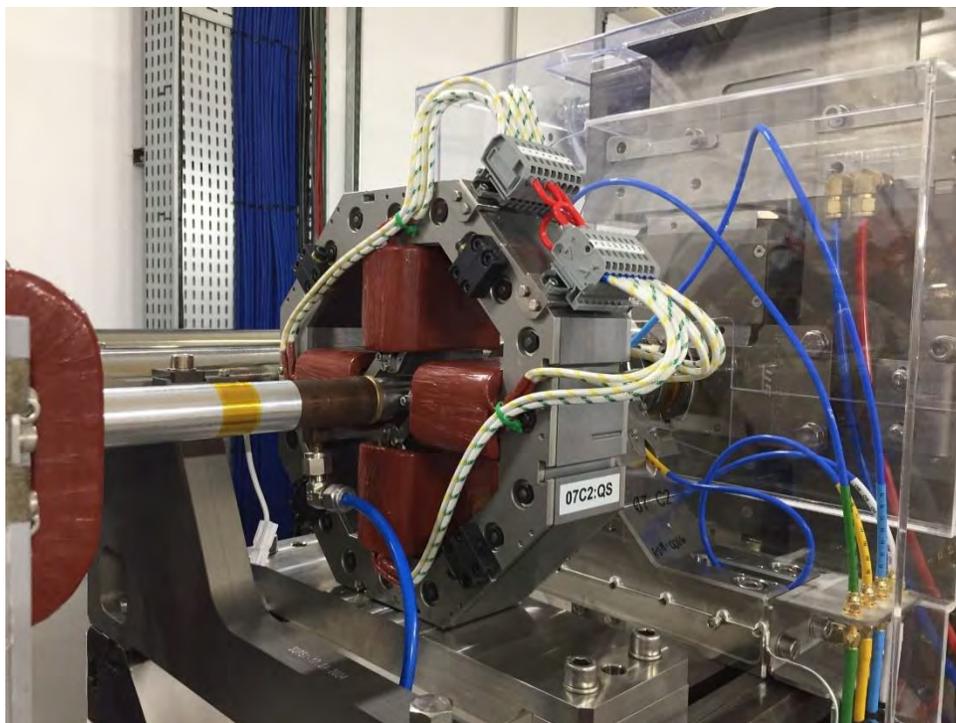


Figura 187. Corretora rápida instalada no anel de armazenamento.

#### *Onduladores de Comissionamento*

Neste ano de 2020, foram recebidos os cinco onduladores planares de comissionamento adquiridos da empresa Kyma. O campo magnético destes onduladores foi caracterizado com o sistema com sensor Hall para verificar as medidas realizadas pelo fabricante, definir referências de alinhamento e assegurar que não houve nenhum problema durante o transporte. Todos os onduladores já foram instalados no anel de armazenamento do Sirius e estão sendo utilizados pelas linhas de luz em comissionamento.



Figura 188. Ondulador planar de comissionamento instalado no trecho reto da linha de luz EMA.

#### *Sistemas de medição magnética*

Os sistemas de caracterização magnética estão sendo adaptados para medições de dispositivos de inserção, que são dispositivos incluídos nos trechos retos do anel de armazenamento para a geração de luz síncrotron. Para minimizar as perturbações causadas por estes dispositivos no feixe de elétrons é necessário que o efeito líquido de seu campo magnético seja próximo de zero, da mesma ordem que o efeito do campo magnético da Terra. Para o caso de onduladores, em que os efeitos de interferência da luz emitida em cada polo magnético definem o espectro de radiação, também é importante minimizar a variação da amplitude do campo magnético ao longo do ondulador. Tais requisitos demandam uma alta acurácia das medidas magnéticas, o que torna necessária essa atualização e recalibração dos sistemas de medida.

A recalibração do sistema de com sensor Hall foi finalizada e foram obtidos bons resultados, confirmados com comparações entre as medidas magnéticas de onduladores de comissionamento e resultados obtidos com o feixe de elétrons do Sirius.

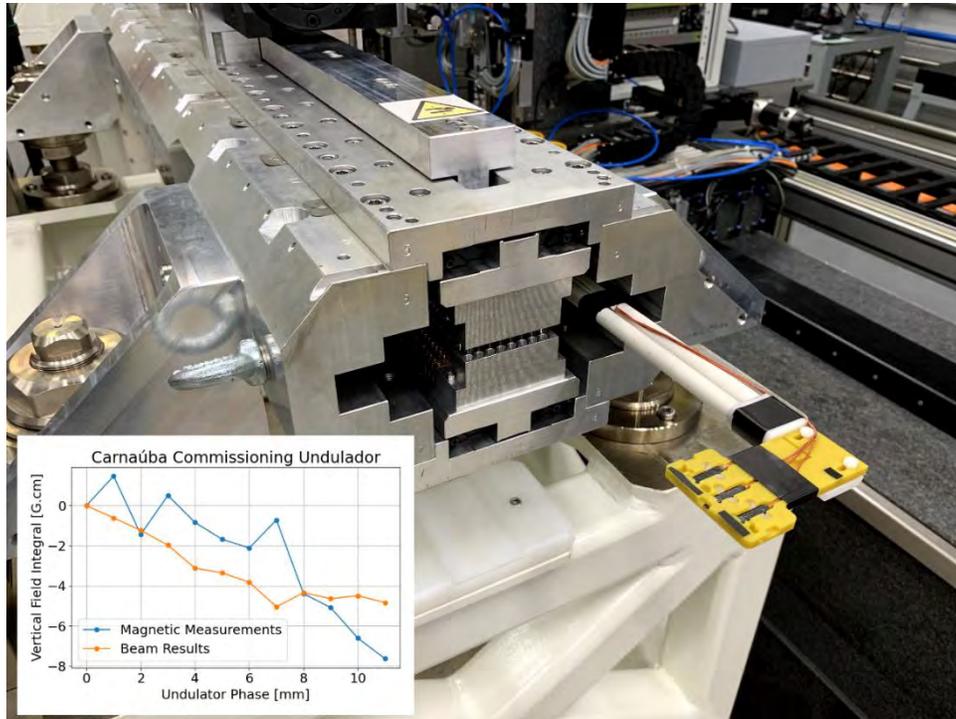


Figura 189. Ondulador planar de comissionamento na bancada de caracterização magnético com sensor Hall.

Além da adaptação dos sistemas já existentes (sensor Hall, bobina girante e bobina de Helmholtz), um novo sistema de medidas para medição de campos integrados (Flip Coil) está sendo desenvolvido para caracterização de dispositivos de inserção, em especial dos onduladores Delta.

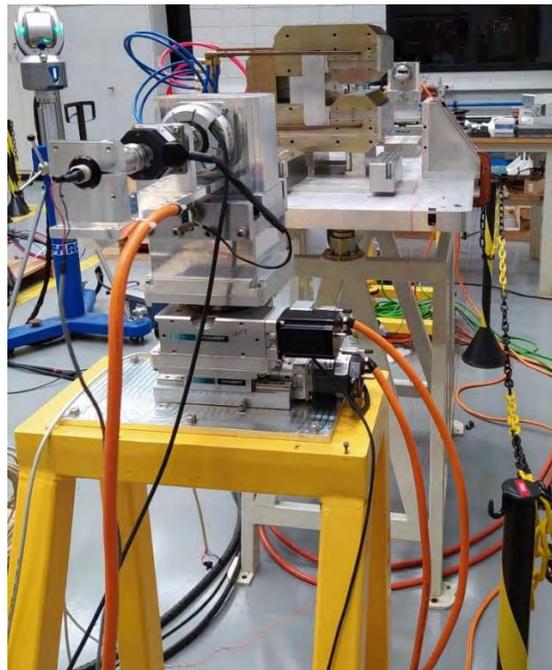


Figura 190. Sistema de medida com Flip Coil sendo testado com dipolo de referência.

### Ondulador Delta

Atualmente, está sendo desenvolvido o primeiro ondulador do tipo Delta para o Sirius. Este ondulador, que tem comprimento de 1.2m, período de 52.5mm e parâmetro de deflexão máximo próximo de 6, está sendo construído para a linha de luz Sabiá. A estrutura do ondulador está sendo otimizada para facilitar a montagem e os processos de caracterização magnética e os blocos de ímãs permanentes deste ondulador estão em processo de fabricação. Também estão sendo desenvolvimentos os procedimentos de otimização do campo do ondulador, como os processos de *sorting* e *shimming* dos blocos magnéticos.

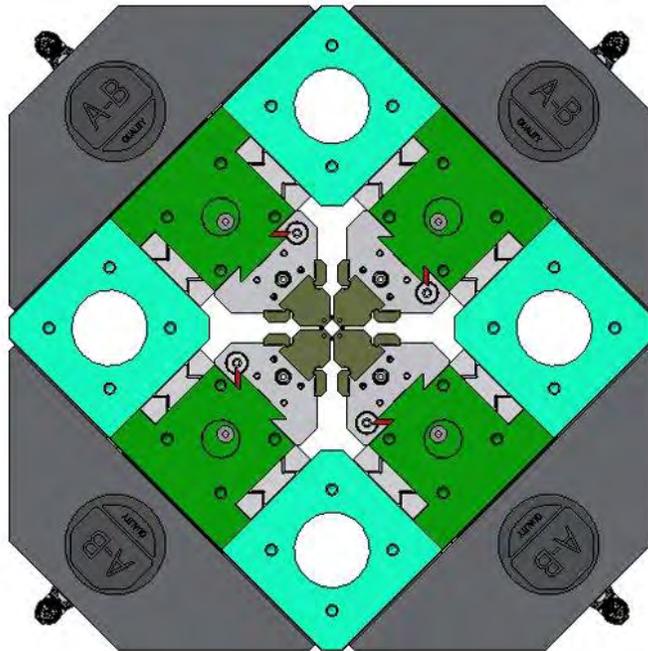


Figura 191. Visão frontal do modelo do ondulador Delta da linha de luz Sabiá.



Figura 192. Protótipo do subcassete do ondulador Delta utilizado nos testes de deformações mecânicas.

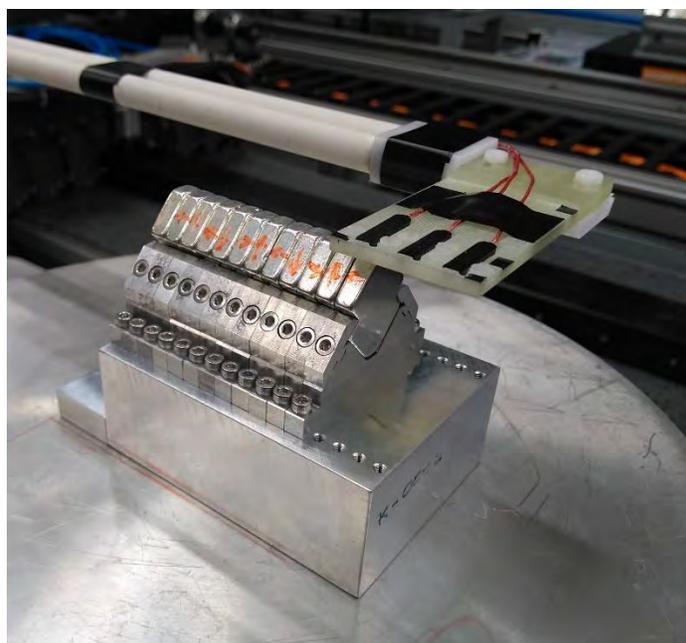


Figura 193. Setup utilizado nos testes dos procedimentos de sorting e shimming dos blocos magnéticos do ondulador Delta.

### *Magnetos Pulsados*

Magnetos pulsados são ímãs que produzem pulsos magnéticos de alta repetibilidade e com tempo de transição e platô bem definidos, podendo atingir campos de até 1,2 Tesla de pico. São utilizados no processo de injeção, para transferir os elétrons entre os aceleradores: linac, *booster* e anel de armazenamento. Os trabalhos realizados em 2020 tiveram como objetivo principal comissionar os aceleradores e seus componentes. Um dos objetivos do comissionamento é certificar que cada componente instalado na máquina esteja operando

conforme a especificação de projeto. Durante esse processo, foram realizadas algumas intervenções em alguns dos componentes pulsados para assegurar a boa performance e confiabilidade que o projeto demanda.

#### *Problemas com os septa de injeção e extração*

Um dos tipos de magnetos pulsados utilizados é o septum, utilizado na transição entre uma máquina circular, *booster* ou anel de armazenamento, e uma linha de transporte, um trecho de rede magnética que conecta duas máquinas. O septum é o primeiro e o último componente da linha de transporte, estando praticamente encostado da câmara de vácuo do anel ou do *booster*. Esse magneto deflete a trajetória do feixe na linha de transporte, mas não pode afetar a trajetória do feixe que está na máquina circular. Para que isso seja possível geram um campo intenso na região da linha de transporte, e um campo praticamente nulo na região da máquina circular, a apenas alguns milímetros de distância. Esses componentes apresentaram problemas com aterramento e blindagem do campo e uma série de modificações tiveram que ser implementadas para reduzir o campo de fuga, cujo principal efeito é a redução da eficiência do processo de injeção.

Além disso, durante o processo de injeção, observou-se que a câmara de vácuo montada no interior dos septa estava aquecendo devido às correntes induzidas durante o pulso de corrente no magneto. Essas correntes induzidas circulam pela câmara de vácuo de aço inox, produzindo dissipação térmica que pode ocasionar variações no campo gerado pelo ímã pelo aquecimento do núcleo magnético. Para monitorar essas temperaturas, foram instalados sensores do tipo Pt100 na entrada e saída de cada câmara de vácuo e também no corpo do ímã. Para baixar as temperaturas, a abertura entre os polos do ímã está sendo refrigerada com fluxo de ar guiado por uma tubulação montada no corpo do ímã.



Figura 194. (Esq) Sensores de temperaturas instalados na câmara de vácuo e magneto para monitoração. (Dir) Tubulação de cobre para a refrigeração a ar instalada na entra e asída dos magnetos.

### Pinger Vertical

A previsão de instalação do pinger vertical está para o início de 2021. Este ímã pulsado será utilizado em sessões de estudo de máquina, para excitar oscilações do feixe em torno da órbita de referência. Essas oscilações serão amostradas volta a volta pelos monitores de posição para estudos das dinâmicas linear e não linear do feixe de elétrons. A fonte pulsada é composta de um circuito LC, que produz pulsos de corrente no formato meia onda senoidal. O elemento comutador utilizado é um módulo IGBT, que permite operar com até 12 kV / 2.4 kA.



Figura 195. (Esq) Câmara de vácuo e berço já instalados no trecho C4 do setor 19 da máquina. (Dir) Eletrônica de potência pulsada em estado sólido.

O projeto do magneto e rack de potência já foram concluídos e as peças estão sendo fabricadas. O rack será montado sobre o magneto, seguindo o mesmo padrão dos kickers on-axis e NLK já instalados no anel.

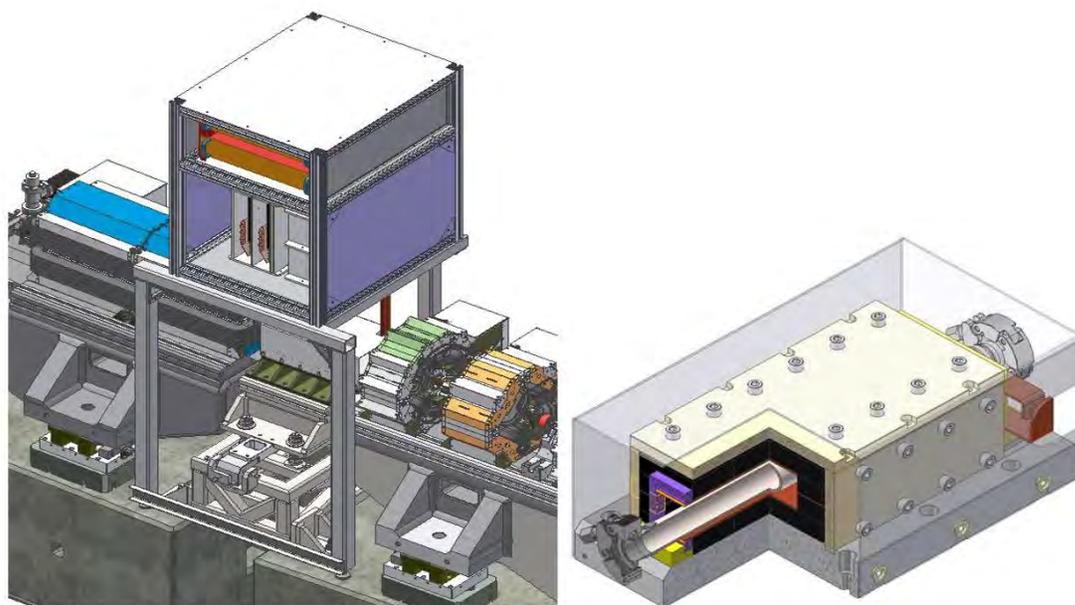


Figura 196. (Esq) Projeto do rack de potência do pinger vertical. (Dir) Projeto mecânico do magneto com sua câmara de vácuo.

### Canhão de elétrons

Com a operação contínua do linac foram necessárias algumas correções em equipamentos que apresentaram falhas. A atividade de maior impacto envolveu o canhão de elétrons. O canhão de elétrons possui dois modos de operação – *Single Bunch* e *Multibunch*. Para a operação *multibunch*, é utilizado um amplificador de RF de 500 MHz - 600 Watts que ao longo da operação apresentou perda de potência de saída. Com isso, foi necessário reavaliar o projeto do amplificador e a estratégia definida foi substituir apenas o módulo do amplificador de RF e manter todos os circuitos auxiliares, o que permitiu manter a compatibilidade com o padrão da interface remota já existente no Sirius. A nova versão do módulo *multibunch* está em operação desde meados de novembro.



Figura 197. (Esq) Medidas no canhão de elétrons com a nova gaveta RF 500 MHz/600 Watts. (Dir) Detalhe da montagem interna da gaveta após as modificações.

### 5.2.8. Alinhamento

#### Alinhamento dos aceleradores

O início do ano de 2020 foi marcado por uma completa atualização das redes de referência metrológica utilizadas para o posicionamento de componentes do Sirius. Uma extensa campanha de medição foi realizada dentro da blindagem radiológica dos aceleradores e a posição dos cerca de 1200 pontos da rede interna foi conhecida com grande exatidão. A partir dessa rede e de conexões com o hall experimental, foi estabelecida uma rede externa, que permite o posicionamento das linhas de luz com respeito às suas fontes localizadas no anel de armazenamento.

A atualização da rede interna à blindagem permitiu sua comparação com a rede utilizada durante a fase de instalação, montagem e pré-alinhamento do Sirius. Nessa época, as condições ambientais foram alteradas ao longo do tempo, com a entrada em operação do sistema de ar-condicionado e com o gradual controle de temperatura. Essa análise de deformação demonstrou efeitos de dilatação e estabilização térmica da estrutura da blindagem sobre a posição e perfil de alinhamento dos aceleradores. Ao longo da

campanha, foram levantados também todos os pontos de referência localizados sobre os eletroímãs que compõem a rede magnética do Sirius. Apesar de o posicionamento relativo entre componentes estar contido dentro das tolerâncias de pré-alinhamento, a campanha do início do ano mostrou que a posição absoluta e os desvios de forma da máquina precisam ser corrigidos, conforme a **Figura 198**.

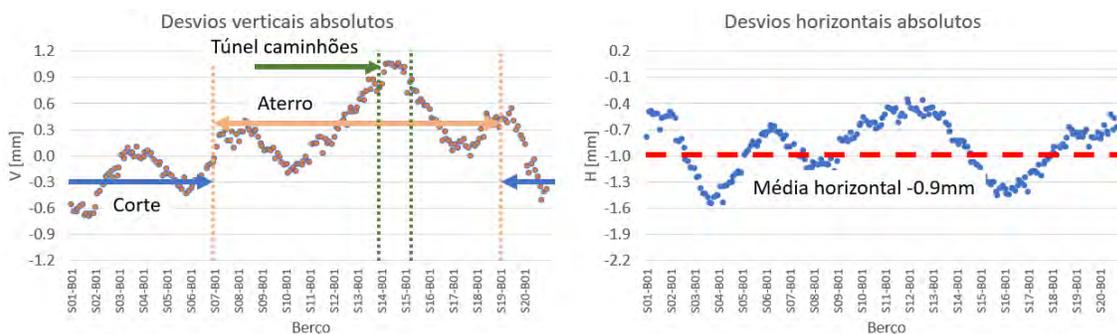


Figura 198. Desvios de forma e posição do anel de armazenamento avaliados após atualização da rede de referência metrológica.

No final de 2020, as atividades da equipe se encontram focadas no planejamento e preparação para a realização da primeira etapa do alinhamento do Sirius propriamente dita, a ser realizada em Janeiro de 2021.

A preparação, já se iniciou no mês de Novembro de 2020 com a re-medição da posição dos principais componentes do anel de armazenamento (quadrupolos e dipolos). Nessa intervenção, também foram realizadas campanhas de monitoramento que mostraram que o raio da blindagem se manteve estável desde a última campanha do início do ano (dentro da incerteza de medição de cerca de 0,1 mm) e o piso especial possui uma forte tendência de estabilização (uma única região, próxima ao Linac, apresentou uma deformação vertical residual de cerca de 0,2 mm acumuladas ao longo de oito meses).

Dentre outras atividades, a preparação para o alinhamento de 2021 também contemplou o projeto e fabricação de dispositivos, preparação de dados, verificação de instrumentos, refinamento de procedimentos e extensão de equipe.

#### *Monitoramento da estabilidade*

Outra importante evolução em termos de alinhamento no ano de 2020, foi a entrada em funcionamento de um dos principais sistemas de monitoramento e estabilidade estrutural (rede referência metrológica) previstos para o Sirius, a rede de sensores HLS (do Inglês, *Hydrostatic Leveling System*). Essa rede, instalada sobre a blindagem, mede a diferença de altura (deslocamentos verticais) ao longo do tempo entre 20 sensores conectados entre si,

e permitirá o acompanhamento em tempo real de tendências de deformação da estrutura. Desde outubro, a rede encontra-se em fase de testes e validação.

Adicionalmente, com relação aos sistemas de monitoramento e estabilidade estrutural da rede de referência metrológica, foram iniciadas as discussões para a implantação de uma rede de sensores de temperatura nas paredes do túnel de concreto do anel de armazenamento, com o objetivo de monitorar deslocamentos horizontais da rede.

#### *Alinhamento das linhas de luz*

Ao longo do ano de 2020, quatro linhas de luz foram alinhadas: Manacá, Cateretê, Ema e Carnaúba. Das seis primeiras linhas de luz do Sirius, a linha Mogno havia sido pré-alinhada em 2019 e a linha Ipê foi alinhada parcialmente em 2020, seguindo seu cronograma de instalação. De modo a facilitar o comissionamento das linhas, seus componentes foram posicionados de acordo com a posição e orientação real de sua fonte.

Os trabalhos de alinhamento das linhas são complexos e envolvem várias fases. Inicia-se com a fase preparatória e de infraestrutura, incluindo pontos de referência e redes metrológicas conectadas com a rede dos aceleradores. Na execução, com a marcação e *as-builts* para cabanas e suportes, passando por etapas de fiducialização e controle de qualidade até a etapa final de posicionamento (pré-alinhamento, antes do baking, e alinhamento fino, posterior ao baking). A Figura 199 mostra um exemplo da etapa de fiducialização de componentes de linhas de luz do Sirius.



*Figura 199. Fiducialização de espelho de uma das linhas de luz do Sirius, com auxílio de máquina de medição por coordenadas de braço articulado.*

## 5.2.9. Projetos Mecânicos

### *Ondulador Delta*

Ondulador Delta é um tipo de Ondulador que apresenta um ganho de magnitude do campo quando instalado em máquinas de quarta geração. Um primeiro protótipo foi projetado e construído em 2017 e atualmente passa por uma reformulação e adaptações para facilitar a montagem e os processos de caracterização magnética (Figura 200).

Em paralelo o projeto do Ondulador está sendo revisado de acordo com novos parâmetros magnéticos. O novo projeto consiste em um módulo de 2.4m de comprimento e sua área transversal é menor em relação ao primeiro protótipo 1200mm de comprimento que fora fabricado. Essa revisão permitirá uma produção e montagem mais rápidas, impactando também em menores custos de manufatura.

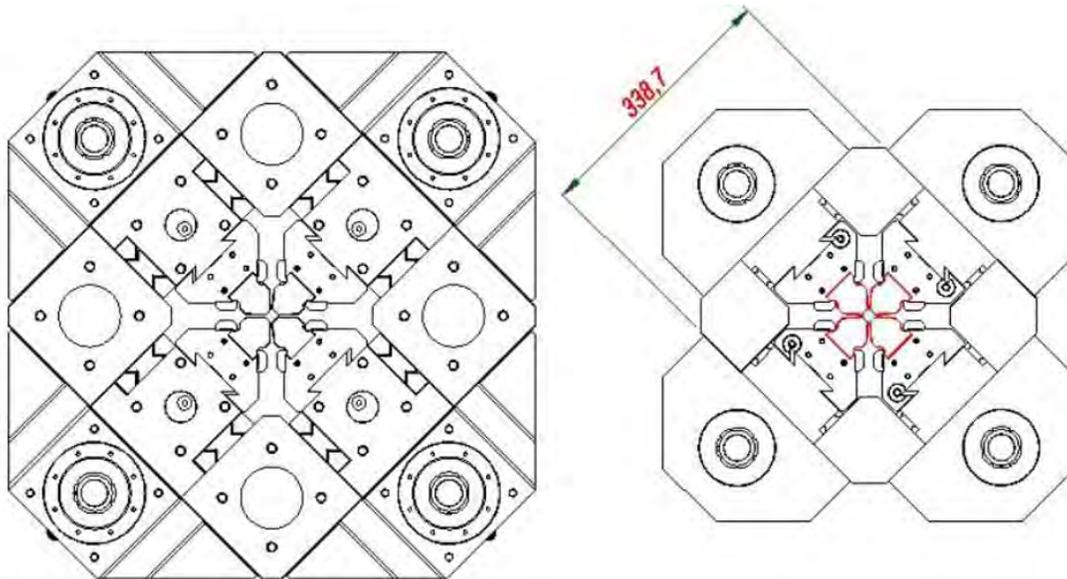


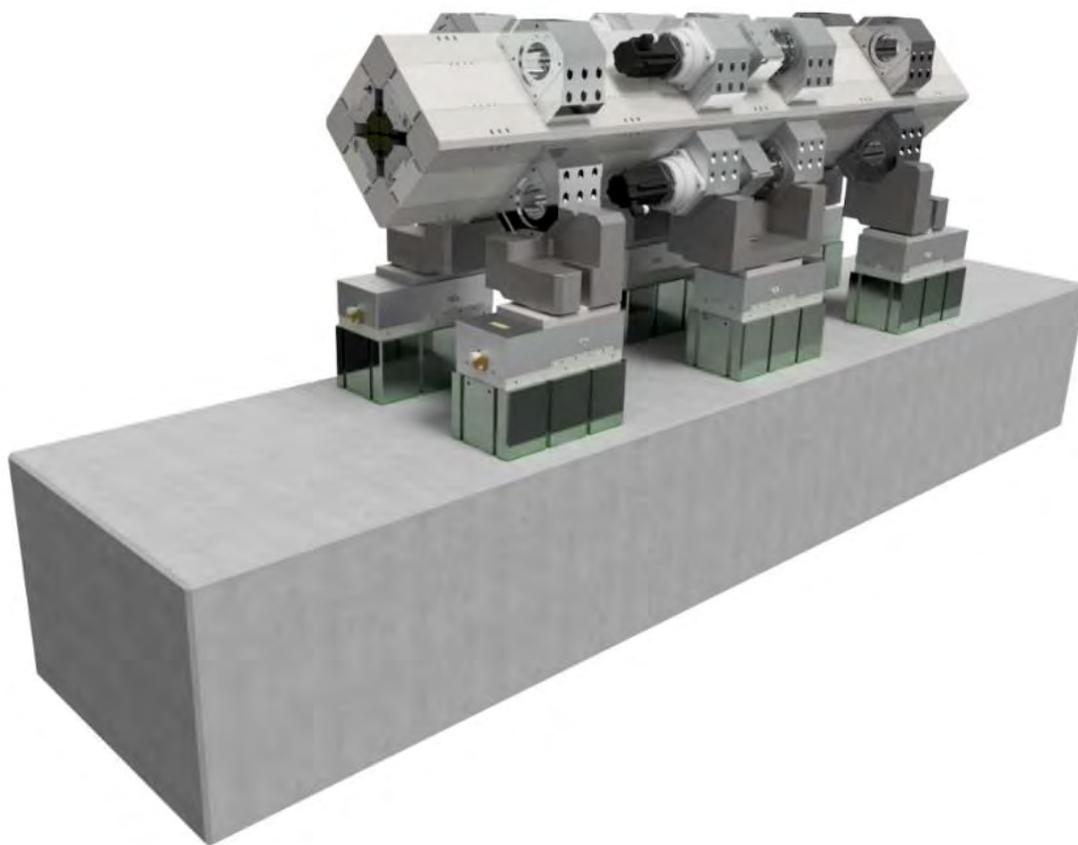
Figura 200. Ondulador Delta Otimizado

O Ondulador é formado por quatro cassetes, onde são montados os magnetos permanentes. Cada cassete possui acionamento independente e seu posicionamento longitudinal é ajustado para variar a energia e polarização da radiação que o feixe de elétrons gera ao passar pelo Ondulador.

Devido à interação magnética, há forças de atração e repulsão atuando nos cassetes. Dependendo da configuração de campo, essas forças podem chegar a 33kN. Dessa forma, um dos principais requisitos de estabilidade do Ondulador está relacionado com as deformações mecânicas da estrutura sob a atuação dessas forças, que não podem ultrapassar poucas de dezenas de  $\mu\text{m}$ .

O sistema de atuação (Figura 202) é composto por motor, caixa de redução, fuso de esferas, mancais, castanha e porta-castanha. Todos esses elementos são dimensionados e validados utilizando cálculos, ferramentas de modelamento 3D e simulações com análise de elementos.

Todo conjunto é suportado por componentes de alta rigidez dinâmica, sendo dois deles fixos: base de concreto "SIRIUS" pré-moldado (de altíssimo módulo de elasticidade  $\sim 60\text{GPa}$ ) e bases de aço (Figura 201); um terceiro componente é móvel com acionamento mecânico para ajuste vertical (Figura 202).



*Figura 201. Modelo completo da mecânica do Ondulador Delta e seus suportes.*

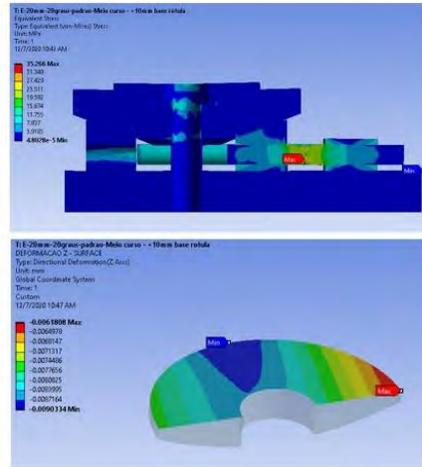


Figura 202. Nivelador especial de 20mm de curso.

Todos os componentes instalados no túnel dos aceleradores devem ser analisados do ponto de vista vibracional. Tipicamente os modos normais devem estar acima de 150Hz; valores inferiores podem causar instabilidades no feixe de elétrons. Dessa forma, analisar as frequências naturais (modos normais) do conjunto é uma etapa crucial e, em especial, no caso de componentes massivos como Onduladores, o alvo de frequências maiores que 150Hz é um desafio em particular.

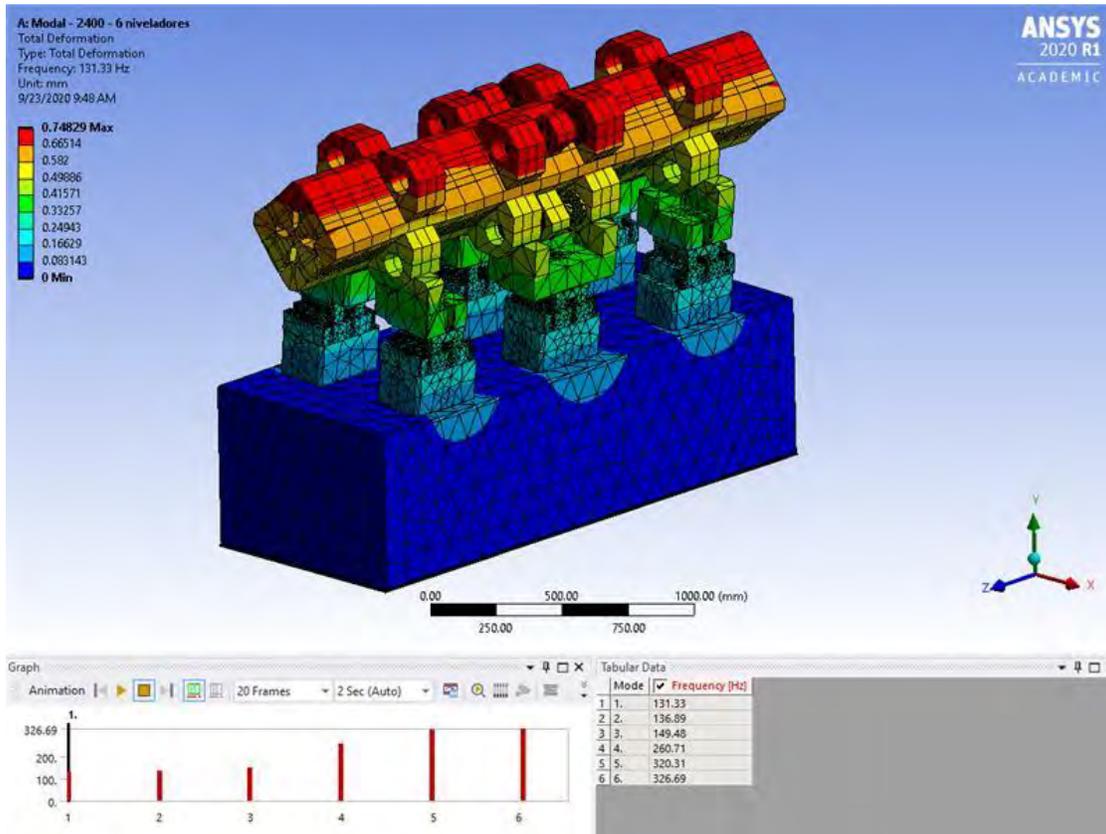


Figura 203. Análise modal do Ondulador Delta

## 5.2.10. Infraestruturas

### *Instalações de UPSs para os Aceleradores*

Em fins de 2019 foi realizada a contratação das unidades para fornecimento de energia estabilizada e ininterrupta (UPS) para alimentação das fontes dos aceleradores e racks de controle e vácuo (Figura 204). A finalidade principal desta instalação é garantir a continuidade de operação das fontes e demais equipamentos eletro-eletrônicos dos aceleradores em caso de ocorrência de oscilações na rede elétrica.

Este equipamento, previsto no projeto executivo da edificação do Sirius, previa inicialmente a utilização de UPSs baseadas em elementos armazenadores de energia rotativos (*fly-wheel*) e com arranjo modular com redundância N+1 para garantir a alta disponibilidade adotada em todo o projeto. Em função da evolução da tecnologia de baterias de Ions (lítio), ao longo dos últimos 5 anos, a especificação foi alterada para unidades baseadas em baterias e com autonomia mínima de 5 minutos.

Após a concorrência realizada entre os maiores fabricantes, optamos por adquirir equipamento da EATON. Foram adquiridos 4 conjuntos de 1MVA. Cada conjunto é composto por 5 unidades de 200KW (8 x 25KW cada). O fornecimento incluiu os painéis de paralelismo e toda a infraestrutura de interligação ao sistema de distribuição do Sirius.

Em novembro deste ano, foi realizada a inserção dos quadros de paralelismo nas instalações. Desde então, opera-se com os quadros em *by-pass* e o fornecedor tem executado os comissionamentos das unidades sem carga.

Os testes com cargas resistivas estão previstos para as duas últimas semanas de dezembro e, uma vez aprovados, passarão a operar em definitivo.



Figura 204. Racks dos UPS instalados no Sirius

### *Implantação de sistemas de gestão de documentação*

As edificações do Sirius produziram ao longo das fases de projeto, execução e comissionamento, dezenas de milhares de documentos. Estes documentos estão disponíveis em três locais distintos, a saber:

- Sistema de gestão de documentos da Gerenciadora (GIO),
- Sistema da Construtora (SADP),
- Repositório do CNPEM.

Considerando que os sistemas de terceiros tinham prazo para expirar o acesso, e que a documentação referente as instalações demanda constante atualizações com controle rígido de versões, iniciou-se um processo de escolha de sistema de Gestão de Documentação.

O sistema adotado foi uma ferramenta disponível na plataforma de gestão empresarial implantada no CNPEM. Foram realizados testes em ambiente de homologação com o intuito de treinar equipe dos grupos de infraestrutura, definir a estrutura de arquivamento e sanar bugs e problemas operacionais do sistema.

Adotado o sistema iniciou-se o cadastramento da documentação de *As-Built* entregue pela construtora. Novos projetos têm sua documentação gerida neste sistema o que garante a uniformidade e controle de informações disponíveis.

### *Planta de Hélio Líquido*

A planta de liquefação de Hélio é parte integrante do projeto de instalação das cavidades supercondutoras de RF. Especificada em 2019 para fornecimento em regime de *Turn-key*, a planta teve seu fornecedor definido em agosto deste ano. Atualmente está em fase final de elaboração de contrato e deve ter o início de fabricação em janeiro de 2021. O prazo para entrega, montagem e comissionamento é de 18 meses.

A planta prevê o fornecimento de duas partes principais, a chamada de fria (compressores, *cold-box*, *dewer*, *manifold-box*) e a quente (tanques de armazenamento). A primeira será fornecida pela Linde Kryotechnik (Suíça) e a segunda pela White Martins/Linde (Brasil), está sob supervisão da primeira.

O sistema está projetado para operar a 4,5K, terá capacidade para liquefazer 183litros/h @ 750W de carga térmica e armazenar 5000L de Hélio líquido, reserva suficiente para realizar algumas manutenções sem termalização do sistema.

### *Distribuição de Nitrogênio Líquido*

Para atendimento às futuras necessidades de consumo de Nitrogênio Líquido demandadas pelas linhas de luz e da planta de liquefação de Hélio, iniciamos o processo de contratação

em regime de *turn-key* do Sistema de Distribuição de Nitrogênio Líquido. Elaborada Especificação Técnica (esquemático da Figura 205), o sistema prevê a distribuição em forma de anel, abastecido por dois tanques com capacidade para 60.000 litros cada. O consumo diário previsto quando em plena operação é de 10.000L.

Em fase final de avaliação das propostas o sistema deve entrar em operação no segundo semestre do próximo ano.

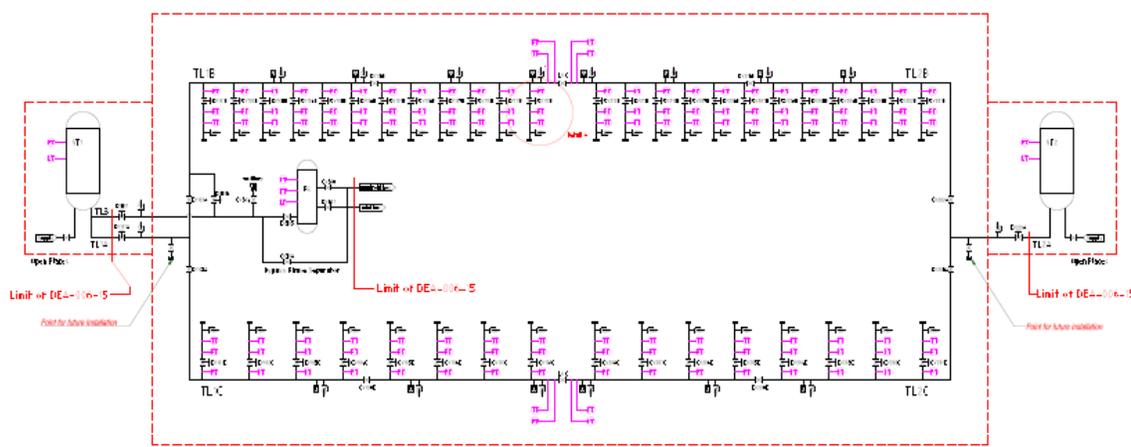


Figura 205. Esquemático da planta de nitrogênio líquido

### Ampliação central de ar comprimido

O sistema de abastecimento de ar comprimido para as edificações do Sirius segue a filosofia de modularidade e redundância adotada em todos os subsistemas. Inicialmente previsto para operar com até seis compressores, durante a obra foram instalados dois.

Com o crescimento da demanda por parte das linhas de luz e dos aceleradores, optou-se por expandir a instalação em um terceiro compressor. Desta forma a capacidade atual de produção de ar passar a ser de 88m<sup>3</sup>/h @ 7bar com dois compressores.

### 5.3. Projetos de Laboratórios de Nível de Biossegurança 3 e 4 (NB3 e NB4)

Esta iniciativa está inserida no âmbito dos projetos prioritários do MCTI em resposta à Pandemia do Covid-19 e prevê a implantação de um conjunto de plataformas científicas de vanguarda tecnológica. O Laboratório NB3 será destinado aos trabalhos com agentes de

risco biológico de classe 3. A Figura 206 e Figura 207 apresentam o layout em análise para a reforma do prédio do LNBio, incluindo a implantação de um laboratório NB3. A construção de uma sala NB3 e um complexo de laboratórios de apoio auxiliarão no projeto e futura concepção de uma instalação NB4.

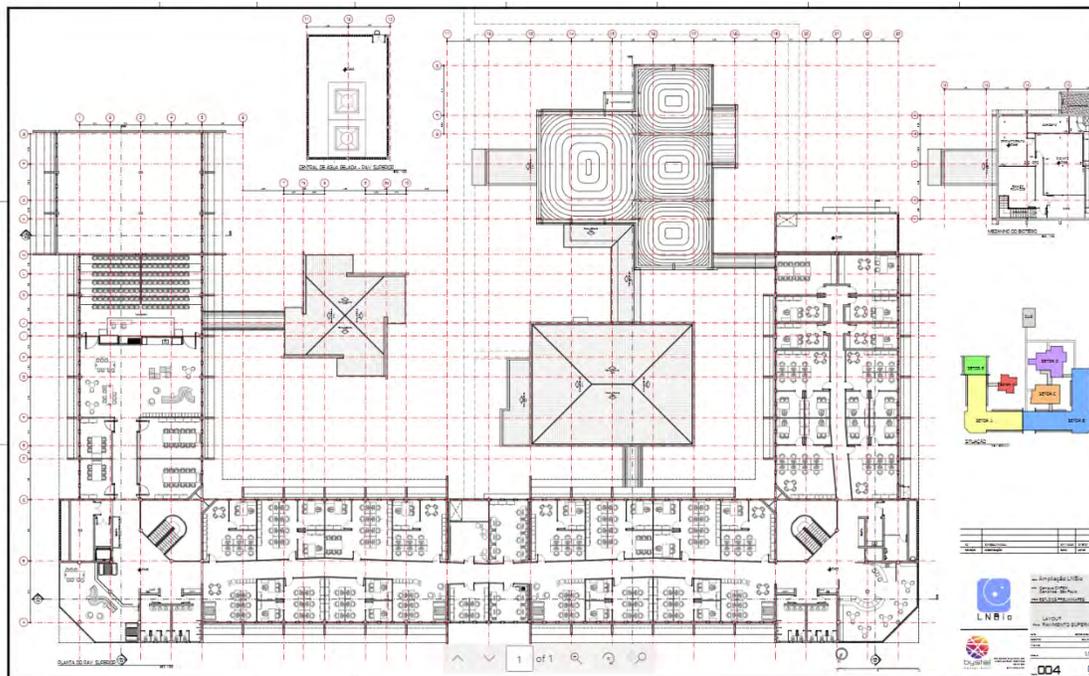


Figura 206. Planta de projeto conceitual para reforma do LNBio com a inclusão do Laboratório NB3.

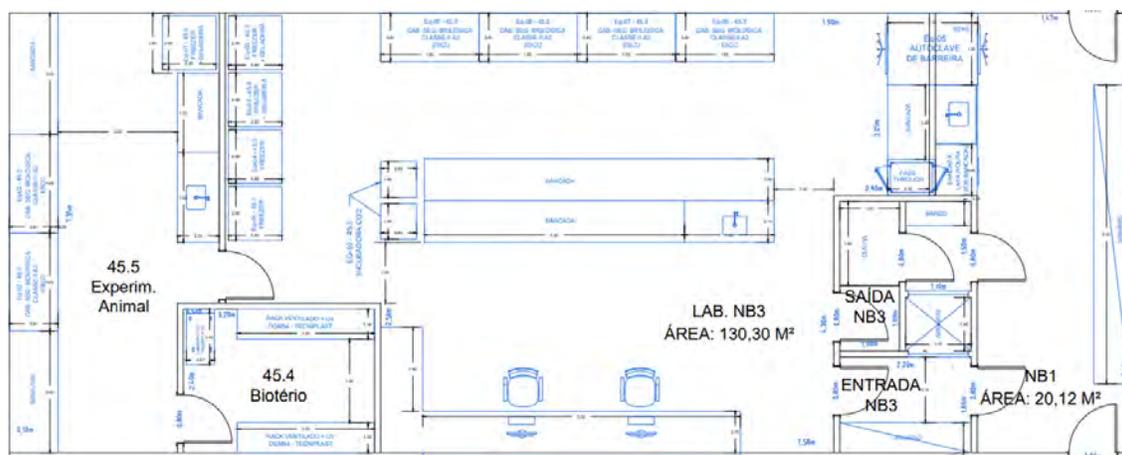


Figura 207. Proposta conceitual de ocupação do laboratório NB3.

### 5.3.1. Estudos conceituais para futuro Centro de Virologia e Microbiologia (NB4)

O atual cenário de pandemia explicitou a importância de investimentos contínuos em infraestrutura que viabilizem a manipulação adequada e segura de agentes biológicos patogênicos, tanto no cenário pandêmico atual quanto em desafios futuros. Trata-se de um

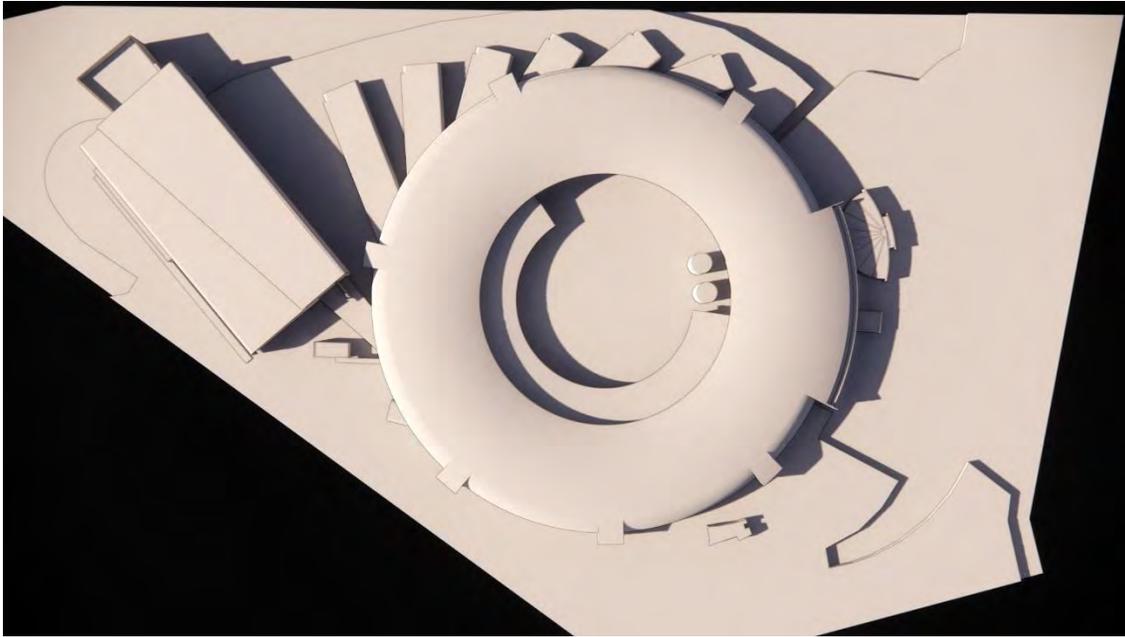
planejamento de médio e longo prazo, uma vez que tais iniciativas e a consolidação de competências nestas áreas são resultados de esforços continuados que poderão garantir a atuação de vanguarda no futuro.

Devido a particularidade do CNPEM, que hoje conta com o Sirius, um acelerador de elétrons de última geração que permite revelar a estrutura molecular, atômica e eletrônica dos mais diversos materiais, iniciou-se um estudo de uma nova infraestrutura de pesquisa, que poderá se beneficiar da integração com as linhas de luz do Sirius, ampliando a capacidade de estudos em microbiologia (vírus, bactérias e diversos outros agentes biológicos patogênicos) em laboratórios e salas com níveis de biossegurança diversos (de NB1 a NB4).

A ideia é conceber um Centro de Virologia e Microbiologia, com potencial de se tornar o primeiro e único no mundo com possibilidade de pesquisas usando Síncrotron em ambientes com nível de biossegurança NB4. Inicialmente, as áreas de atuação propostas são:

- Doenças Infecciosas Emergentes;
- Microbiologia Aplicada e Ambiental;
- Bioquímica Analítica e Biotecnologia;
- Virologia Molecular (estudo genéticos moleculares);
- Diagnóstico laboratorial de doenças infecciosas em pessoas e animais;
- Ensaio de preparações de vacinas recém-desenvolvidas;
- Teste de alimentos de origem vegetal ou animal;

As Figura 208, Figura 209 e Figura 210 apresentam imagens do projeto conceitual do Centro de Virologia e Microbiologia integrado ao Sirius.



*Figura 208. Projeto conceitual do Centro de Virologia e Microbiologia integrado ao Sirius*



*Figura 209. Layout conceitual do interior do Centro de Virologia e Microbiologia*

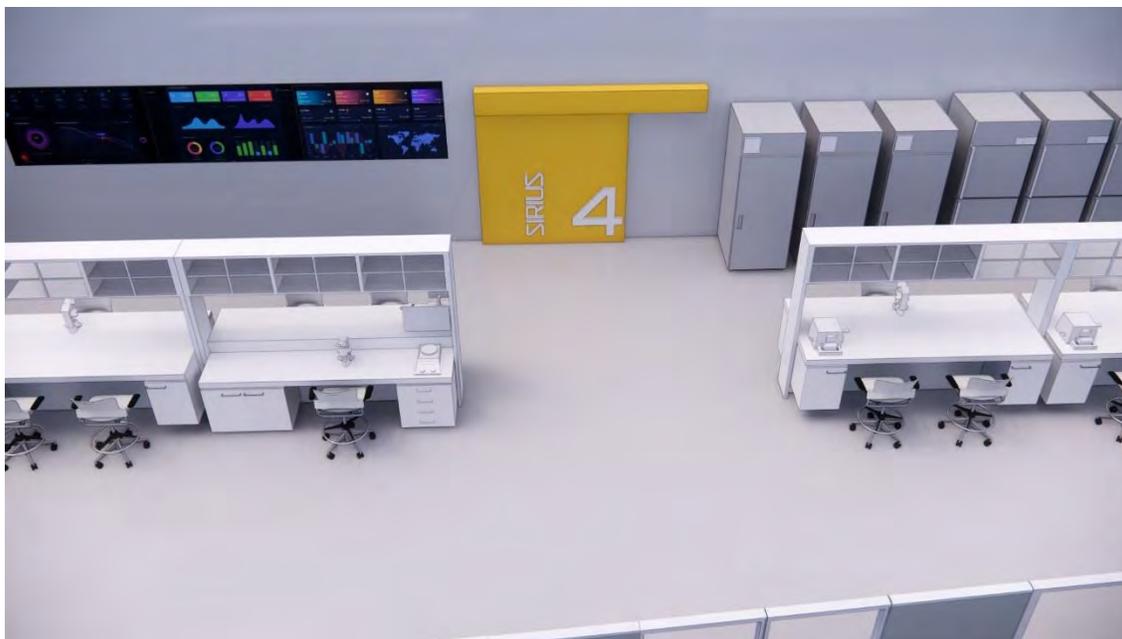


Figura 210. Vista interna do layout conceitual do Centro de Virologia e Microbiologia com destaque a porta de acesso à linha de luz.

## 5.4. Outras iniciativas da Engenharia e Tecnologia

### 5.4.1. Desenvolvimento de Faceshields

O uso de EPI's como máscaras e protetores faciais é um dos fatores mais importantes na prevenção da contaminação cruzada e disseminação do coronavírus.

Durante a pandemia, o consumo desses equipamentos se tornou elevado nas instituições científicas e principalmente nas áreas de saúde. No âmbito da Rede Virus do MCTI, o CNPEM projetou e desenvolveu modelo de protetor facial individual batizado de CNPEM *Face Shield*. O modelo é baseado em outros já existentes, contudo, foi adaptado para fabricação interna utilizando a estrutura disponível no campus.

Construído de material plástico transparente, leve e resistente; este protetor é de fácil montagem, ajustável e compatível com demais EPIs habituais, podendo ser higienizado e reutilizado.

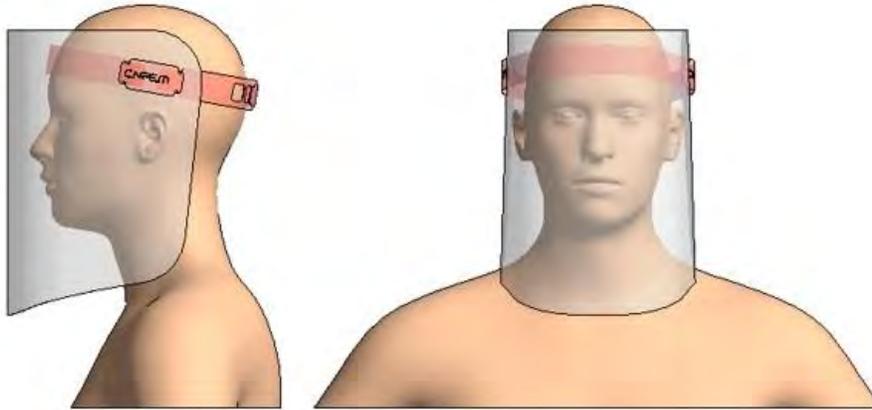


Figura 211. Desenho do Faceshield fabricado no CNPEM.

#### *Sistema de aquecimento em colaboração com o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)*

Reforçando o acordo de cooperação entre CNPEM e IPEN, foi desenvolvida uma célula de aquecimento para amostras . Já dispo de um sistema de aquecimento de oito canais, desenvolvido especialmente para a ativação do NEG das câmaras de vácuo do Sirius, novas peças mecânicas foram projetadas e confeccionadas, e algumas alterações foram realizadas no sistema eletrônico de controle do aquecimento para contemplar apenas um canal. O sistema foi validado e está em uso pelo IPEN para realização de um tratamento de câncer baseado em actínio. A Figura 212 mostra o equipamento fornecido ao IPEN.

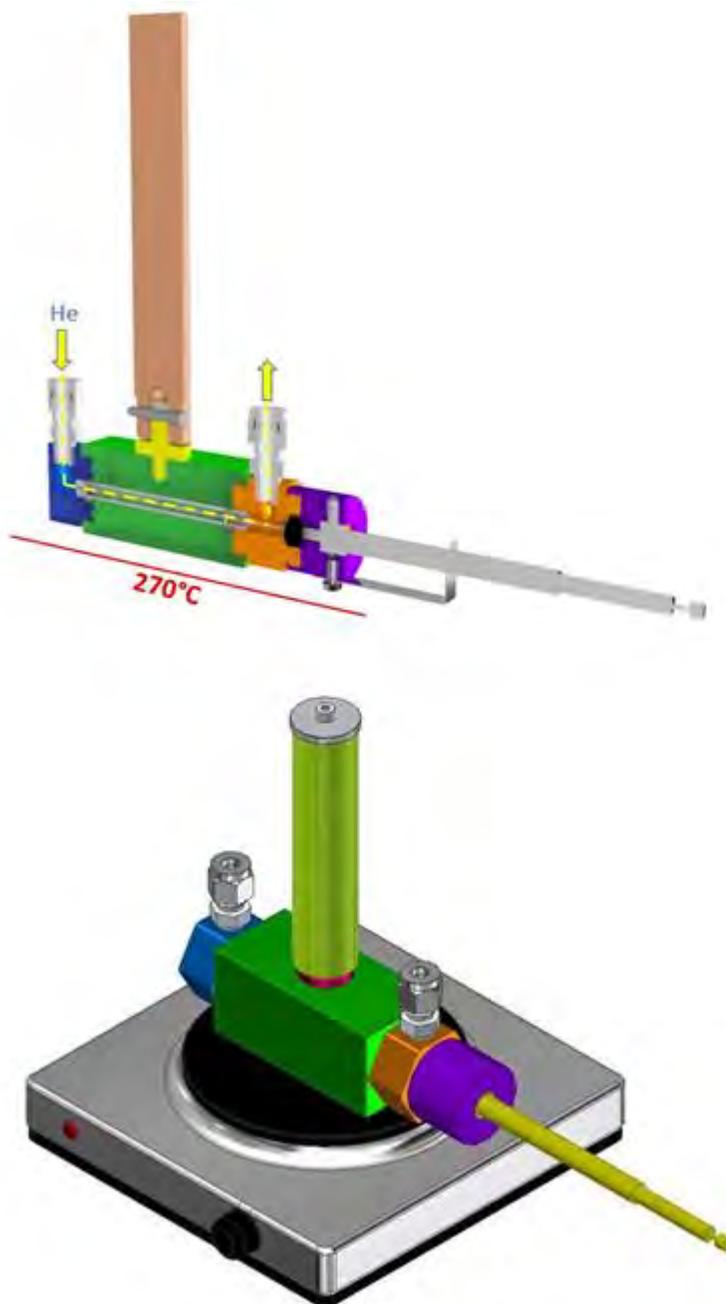


Figura 212. Equipamento fornecido para o IPEN.

*Micro câmara com fluxo de gás hélio para limpeza de porta de amostra.*

Análise de volatiloma é uma das técnicas de pesquisa do LNBr para a separação, identificação e quantificação elementos voláteis. Nesse processo, a extremidade de um capilar é utilizada como porta amostra para adsorver os voláteis e, ao término de uma análise, é necessário limpá-lo para realização de novas análises.

O projeto consistiu na criação de um equipamento capaz limpar o porta amostras utilizando fluxo de gás hélio controlado e aquecimento, conforme ilustrado na Figura 213.



*Figura 213. Micro câmara com fluxo de He em corte (superior) e micro câmara sobre aquecedor (inferior).*



PARTE 3



# RELATÓRIO ANUAL 2020

## Sumário

ANEXO 1 - Indicadores de Desempenho .....	2
ANEXO 2 – Indicadores Específicos de Projetos: Sirius, SisNano e ILUM .....	37
ANEXO 3 – Lista de Bolsistas e Pós-Doutores .....	42
ANEXO 4 – Referências de Publicações Científicas, Teses e Dissertações.....	54
ANEXO 5 - Recomendações da Comissão de Avaliação do Contrato de Gestão .....	148
ANEXO 6 – Recomendações de Órgãos de Controle .....	151
ANEXO 7 – Informações Complementares .....	155
ANEXO 8 – Servidores Públicos Federais, Estaduais Ou Municipais Cedidos ao CNPEM.....	160
ANEXO 9 – Relatório dos Auditores Independentes.....	161

## ANEXO 1 - Indicadores de Desempenho

ID	Indicador	Eixos de Atuação	Peso	Qualificação	Meta	Resultado 2020
01	Taxa geral de ocupação das instalações	Todos	01	Eficácia	0%	50%
02	Taxa de ocupação das instalações por usuários	Eixo 1	01	Eficácia	0%	5,7%
03	Beneficiários externos das instalações abertas	Eixo 1	01	Eficácia	0	353
04	Propostas realizadas por usuários externos nas instalações abertas	Eixo 1	03	Eficácia	0	168
05	Índice de satisfação dos usuários externos	Eixo 1	02	Efetividade	0%	100%
06	Artigos publicados de pesquisadores externos	Eixo 1	04	Efetividade	0,75	0,71
07	Taxa de publicação da pesquisa interna	Eixo 2	04	Efetividade	2	2,4
08	Qualidade da produção científica interna	Eixo 2	01	Efetividade	50%	50%
09	Taxa de coautoria internacional	Eixo 2	01	Efetividade	30%	42%
10	Parcerias em projetos de P&D com instituições de ensino e pesquisa	Eixo 2	02	Eficiência	20	26
11	Parcerias em projetos de PD&I	Eixo 3	02	Eficiência	30	34
12	Recursos associados à inovação	Eixo 3	02	Eficiência	8%	10%
13	Tecnologias protegidas	Eixos 2 e 3	01	Efetividade	8	18
14	Horas de capacitação de pesquisadores externos	Eixo 4	02	Eficácia	0	60
15	Número de pesquisadores externos capacitados	Eixo 4	02	Eficácia	0	42
16	Eventos científicos	Eixo 4	02	Eficácia	4	4
17	Pesquisadores de outras regiões capacitados pelo CNPEM	Eixo 4	01	Eficácia	0	30

### **Considerações Importantes**

Excepcionalmente o ano de 2020 foi marcado pela eclosão da pandemia da COVID-19, declarada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 11 de março. Para conter o avanço e propagação do vírus, o distanciamento e isolamento social foi adotado como principal recomendação das autoridades de saúde mundial, alterando a operação de organizações públicas e privadas de todo o mundo.

Frente aos desafios impostos pela pandemia de Covid-19, o CNPEM estabeleceu uma série de ações e rotinas com o objetivo de minimizar os impactos negativos ao desenvolvimento de seus projetos e atividades. Todas as práticas adotadas foram ancoradas no máximo compromisso em preservar a saúde e bem-estar de seus funcionários e prestadores de serviços.

A partir de 18 de março de 2020, todos os profissionais cujas atividades eram passíveis de serem realizadas na modalidade remota foram colocados em *home-office* para reduzir ao máximo o trânsito de pessoas no Campus. Paralelamente, deu-se início realização de atividades internas consideradas prioritárias. Entretanto, as ações dos Laboratórios Nacionais voltadas para o atendimento do público externo, incluindo o atendimento de propostas de pesquisa de usuários externos e eventos científicos e de capacitação foram severamente impactadas pela necessidade de distanciamento social.

Este cenário levou a uma revisão de indicadores e metas no 32º Termo Aditivo – cuja premissa adotada considerava a extensão dos impactos da pandemia no período de 18/03 a 30/06 – e posterior repactuação do Quadro de Indicadores e Metas, conforme disposto no Anexo I do 33º Termo Aditivo, celebrado entre o CNPEM e MCTI. Nesta ocasião os indicadores diretamente associados a pesquisadores externos tiveram seus pesos e metas zerados, com o compromisso de que o Centro reportaria de maneira transparente todos os resultados alcançados ao longo deste ano atípico. Os números a seguir demonstram estes esforços.

<b>Indicador 1:</b>																														
<b>Taxa geral de ocupação das instalações</b>																														
<b>Eixos de Atuação:</b> Eixo 1 – Instalações abertas a usuários externos Eixo 2 – Pesquisa e desenvolvimento <i>in-house</i> Eixo 3 – Apoio à geração de inovação Eixo 4 – Treinamento, educação e extensão																														
<b>Objetivo Estratégico do CG:</b> Prover e manter infraestrutura nacional de classe mundial para pesquisa, desenvolvimento e inovação nas suas áreas de atuação disponibilizada à comunidade de pesquisa acadêmica e industrial.																														
<b>Finalidade:</b> Medir a taxa de ocupação das instalações dos Laboratórios Nacionais do CNPEM, no ano de referência, por usuários externos, P&D <i>in-house</i> , interação com empresas e atividades de treinamento, educação e difusão.																														
<b>Descrição:</b> Razão entre o número total de horas efetivamente utilizadas nas atividades mencionadas e o número total de horas planejadas para utilização, sendo retiradas as horas de manutenção e paradas programadas das instalações. Consideram-se no cálculo todos os usuários (internos e externos) em atividades relacionadas aos quatro eixos de atuação do CNPEM.																														
<b>Fórmula de cálculo:</b> $\frac{\text{Número de horas efetivamente utilizadas no período}}{\text{Horas previstas de disponibilidade para uso das instalações no período}}$																														
<b>Tipo:</b> Uso	<b>Peso:</b> 1	<b>Unidade:</b> Percentual	<b>Qualificação:</b> Eficácia																											
<b>Meta 2020:</b>			0%																											
<b>Resultado 2020:</b>			50%																											
<b>Histórico:</b>																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ano</th> <th>Resultado (%)</th> <th>Meta (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2013</td> <td>68%</td> <td>68%</td> </tr> <tr> <td>2014</td> <td>81%</td> <td>81%</td> </tr> <tr> <td>2015</td> <td>73%</td> <td>73%</td> </tr> <tr> <td>2016</td> <td>73%</td> <td>73%</td> </tr> <tr> <td>2017</td> <td>83%</td> <td>83%</td> </tr> <tr> <td>2018</td> <td>89%</td> <td>89%</td> </tr> <tr> <td>2019</td> <td>83%</td> <td>83%</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>50%</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>				Ano	Resultado (%)	Meta (%)	2013	68%	68%	2014	81%	81%	2015	73%	73%	2016	73%	73%	2017	83%	83%	2018	89%	89%	2019	83%	83%	2020	50%	0%
Ano	Resultado (%)	Meta (%)																												
2013	68%	68%																												
2014	81%	81%																												
2015	73%	73%																												
2016	73%	73%																												
2017	83%	83%																												
2018	89%	89%																												
2019	83%	83%																												
2020	50%	0%																												
<b>Comentário:</b> O número de horas disponíveis para uso das instalações é estimado no início do ano e considera as agendas de todas as instalações abertas no Portal de Usuários do CNPEM. As horas disponibilizadas para uso das instalações abertas, denominador do indicador, é o produto dos dias úteis pelo número de horas dos turnos diários da instalação, menos a previsão de horas de manutenção e paradas programadas. As																														

horas efetivamente utilizadas são aquelas associadas às propostas de pesquisa externas e internas agendadas e realizadas e a registros do tempo utilizado na execução de projetos em parceria com empresas, prestações de serviços, treinamento, entre outros eventos especiais.

Em 2020 foram disponibilizadas aproximadamente 87 mil horas para uso das instalações, montante inferior ao histórico deste indicador devido ao descomissionamento da fonte de luz UVX. Foram contabilizadas cerca de 43 mil horas de uso, o que corresponde a uma taxa de ocupação de 50%.

Devido o impacto da pandemia do Covid-19 este indicador teve sua meta zerada, conforme disposto no Anexo I do 33º Termo Aditivo, celebrado entre o CNPEM e MCTI.

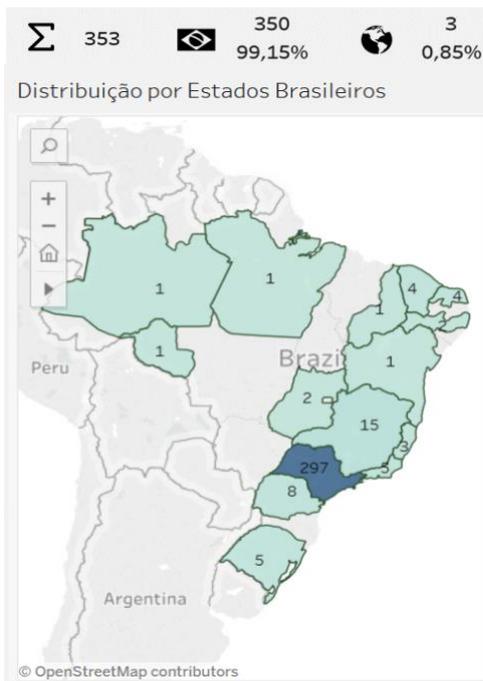
<b>Indicador 2:</b>																														
<b>Taxa de ocupação das instalações por usuários externos</b>																														
<b>Eixos de Atuação:</b>																														
Eixo 1 – Instalações abertas a usuários externos																														
<b>Objetivo Estratégico do CG:</b>																														
Prover e manter infraestrutura nacional de classe mundial para pesquisa, desenvolvimento e inovação nas suas áreas de atuação disponibilizada à comunidade de pesquisa acadêmica e industrial.																														
<b>Finalidade:</b>																														
Medir a ocupação dos Laboratórios Nacionais do CNPEM por usuários externos no período de referência																														
<b>Descrição:</b>																														
Razão entre o número de horas efetivamente utilizadas por usuários externos e o número de horas totais disponibilizadas para todos os eixos de atuação																														
<b>Fórmula de cálculo:</b>																														
$\frac{\text{Número de horas efetivamente utilizadas por usuários externos no período}}{\text{Horas previstas de disponibilidade para uso das instalações no período}}$																														
<b>Tipo:</b> Uso	<b>Peso:</b> 1	<b>Unidade:</b> Percentual	<b>Qualificação:</b> Eficácia																											
<b>Meta 2020:</b>			0%																											
<b>Resultado 2020:</b>			6%																											
<b>Histórico:</b>																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ano</th> <th>Resultado (%)</th> <th>Meta (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2013</td> <td>48%</td> <td>48%</td> </tr> <tr> <td>2014</td> <td>47%</td> <td>47%</td> </tr> <tr> <td>2015</td> <td>45%</td> <td>45%</td> </tr> <tr> <td>2016</td> <td>42%</td> <td>42%</td> </tr> <tr> <td>2017</td> <td>43%</td> <td>43%</td> </tr> <tr> <td>2018</td> <td>51%</td> <td>43%</td> </tr> <tr> <td>2019</td> <td>38%</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>6%</td> <td>40%</td> </tr> </tbody> </table>				Ano	Resultado (%)	Meta (%)	2013	48%	48%	2014	47%	47%	2015	45%	45%	2016	42%	42%	2017	43%	43%	2018	51%	43%	2019	38%	40%	2020	6%	40%
Ano	Resultado (%)	Meta (%)																												
2013	48%	48%																												
2014	47%	47%																												
2015	45%	45%																												
2016	42%	42%																												
2017	43%	43%																												
2018	51%	43%																												
2019	38%	40%																												
2020	6%	40%																												
<b>Comentário:</b>																														
<p>As horas disponibilizadas para uso das instalações no período, denominador do indicador, é o produto dos dias úteis pelo número de horas dos turnos diários da instalação, menos a previsão de horas de manutenção e de paradas programadas. O número de horas de uso das instalações para atendimento de propostas externas de pesquisa é medido por meio das horas agendadas com essa finalidade no Portal de Usuários do CNPEM. No cálculo do indicador são consideradas apenas as propostas realizadas. Em 2020, foram utilizadas cerca de 5 mil horas de equipamentos por pesquisadores externos, resultando numa taxa de ocupação de 5,7% neste eixo de atuação.</p> <p>Devido o impacto da pandemia do Covid-19, excepcionalmente este ano, o indicador teve sua meta zerada, conforme disposto no Anexo I do 33º Termo Aditivo, celebrado entre o CNPEM e MCTI.</p>																														

<b>Indicador 3:</b>																																	
<b>Beneficiários externos das instalações abertas</b>																																	
<b>Eixo de Atuação:</b>																																	
Eixo 1 – Instalações abertas a usuários externos																																	
<b>Objetivo Estratégico do CG:</b>																																	
Prover e manter infraestrutura nacional de classe mundial para pesquisa, desenvolvimento e inovação nas suas áreas de atuação disponibilizada à comunidade de pesquisa acadêmica e industrial.																																	
<b>Finalidade:</b>																																	
Medir o universo de pesquisadores externos beneficiados pelo uso das instalações abertas do CNPEM, no ano de referência.																																	
<b>Descrição:</b>																																	
Número de beneficiários externos identificados nas propostas de pesquisa realizadas nas instalações abertas do CNPEM. Para esse cálculo, são considerados os pesquisadores que utilizaram diretamente as instalações e/ou integraram o grupo de pesquisa que realizou a proposta.																																	
<b>Fórmula de cálculo:</b>																																	
<i>Número total de beneficiários externos das instalações abertas do CNPEM no período</i>																																	
<b>Tipo:</b> Uso	<b>Peso:</b> 1	<b>Unidade:</b> Número Absoluto	<b>Qualificação:</b> Eficácia																														
<b>Meta 2020:</b>			0																														
<b>Resultado 2020:</b>			353																														
<b>Histórico:</b>																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ano</th> <th>Resultado</th> <th>Meta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2012</td> <td>1812</td> <td>1600</td> </tr> <tr> <td>2013</td> <td>1894</td> <td>1700</td> </tr> <tr> <td>2014</td> <td>1865</td> <td>1700</td> </tr> <tr> <td>2015</td> <td>1911</td> <td>1700</td> </tr> <tr> <td>2016</td> <td>2122</td> <td>1700</td> </tr> <tr> <td>2017</td> <td>2246</td> <td>1700</td> </tr> <tr> <td>2018</td> <td>2503</td> <td>1800</td> </tr> <tr> <td>2019</td> <td>1554</td> <td>1600</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>353</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>				Ano	Resultado	Meta	2012	1812	1600	2013	1894	1700	2014	1865	1700	2015	1911	1700	2016	2122	1700	2017	2246	1700	2018	2503	1800	2019	1554	1600	2020	353	0
Ano	Resultado	Meta																															
2012	1812	1600																															
2013	1894	1700																															
2014	1865	1700																															
2015	1911	1700																															
2016	2122	1700																															
2017	2246	1700																															
2018	2503	1800																															
2019	1554	1600																															
2020	353	0																															

### Comentário:

A metodologia de cálculo deste indicador prevê a contabilização do número de pesquisadores externos beneficiados com a realização das propostas de pesquisa no CNPEM. Considera-se cada pesquisador uma única vez, ainda que ele tenha utilizado mais de uma instalação ou que esteja envolvido em mais de uma proposta de pesquisa. Assim, a somatória dos beneficiários por instalação é superior ao número total de pesquisadores beneficiados contabilizado no indicador.

Assim como o Indicador 2, o resultado apurado para este indicador reflete os impactos da pandemia do Covid-19 e teve sua meta zerada para considerar a paralisação do atendimento de demandas externas.



### Instituições Brasileiras

- CDTN - Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear
- CENA/USP - Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo
- CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear
- Consultório Odontológico Rachel Eleutério
- CPS - Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
- DCTA - Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- IFAM- Instituto Federal do Amazonas
- IFPI - Instituto Federal do Piauí
- IFRO - Instituto Federal de Rondônia
- IFSP - Instituto Federal de São Paulo
- IFSP- Instituto Federal de São Paulo
- INT - Instituto Nacional de Tecnologia
- IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
- ITA - Instituto Tecnológico de Aeronáutica
- SLMANDIC - Faculdade de Medicina e Odontologia São Leopoldo Mandic
- UEPG - Universidade Estadual de Ponta Grossa
- UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro
- UFABC - Universidade Federal do ABC
- UFC - Universidade Federal do Ceará
- UFES - Universidade Federal do Espírito Santo
- UFG - Universidade Federal de Goiás
- UFJF - Universidade Federal de Juiz de Fora
- UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

UFPA - Universidade Federal do Pará  
UFPE - Universidade Federal de Pernambuco  
UFPEL - Universidade Federal de Pelotas  
UFPR - Universidade Federal do Paraná  
UFRB - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro  
UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
UFSCAR - Universidade Federal de São Carlos  
UFSM - Universidade Federal de Santa Maria  
UFU - Universidade Federal de Uberlândia  
UNESP - Universidade Estadual Paulista  
UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas  
UNIFESP - Universidade Federal de São Paulo  
UNILA - Universidade Federal da Integração Latino-Americana  
Universidade Cruzeiro do Sul  
Universidade Presbiteriana Mackenzie  
USP - Universidade de São Paulo  
UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**Instituições de outros países**

CNRS - Centre National de la Recherche Scientifique  
CONICET - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas  
Universidade Nova de Lisboa

**Indicador 4:**  
**Propostas realizadas por usuários externos nas instalações abertas**

**Eixo de Atuação:**  
 Eixo 1 - Instalações abertas a usuários externos

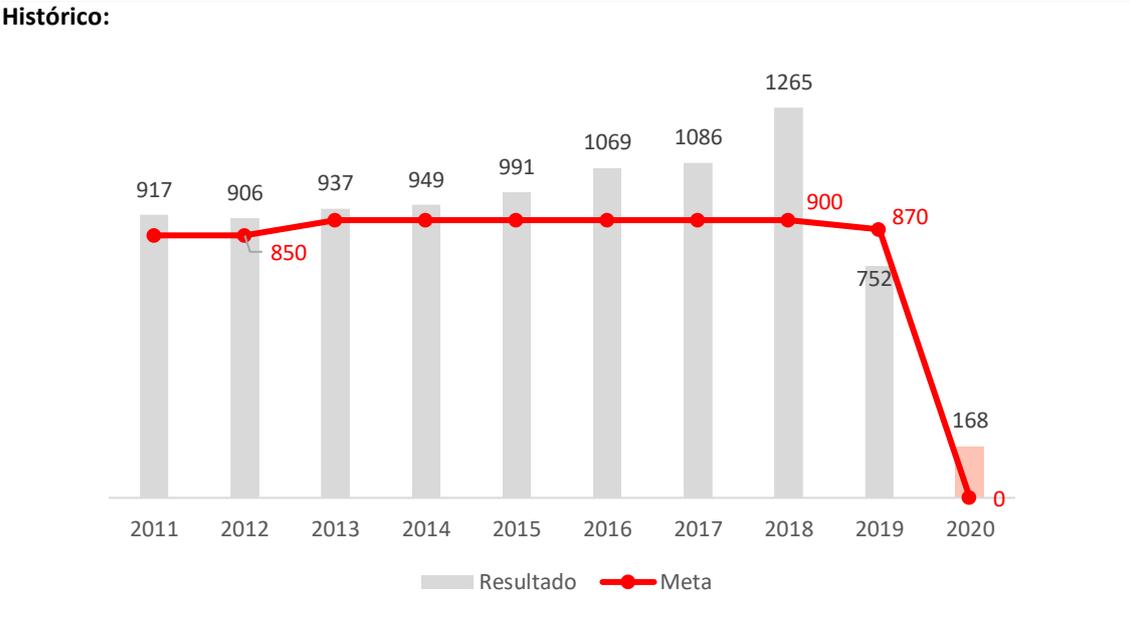
**Objetivo Estratégico do CG:**  
 Prover e manter infraestrutura nacional de classe mundial para pesquisa, desenvolvimento e inovação nas suas áreas de atuação disponibilizada à comunidade de pesquisa acadêmica e industrial.

**Finalidade:**  
 Medir o número de propostas realizadas nas instalações abertas do CNPEM.

**Descrição:**  
 Propostas realizadas por usuários externos nas instalações abertas do CNPEM, no ano de referência.

**Fórmula de cálculo:**  
*Número total de propostas externas realizadas no período*

<b>Tipo:</b> Uso	<b>Peso:</b> 3	<b>Unidade:</b> Número Absoluto	<b>Qualificação:</b> Eficácia
<b>Meta 2020:</b>			0
<b>Resultado 2020:</b>			168



**Comentário:**  
 No período foram computadas 168 propostas de pesquisa externas realizadas nas instalações abertas do CNPEM. Assim como o Indicador 2 e 3, o resultado apurado para este indicador reflete os impactos da pandemia do Covid-19 e teve sua meta zerada para considerar a paralisação do atendimento de demandas externas.

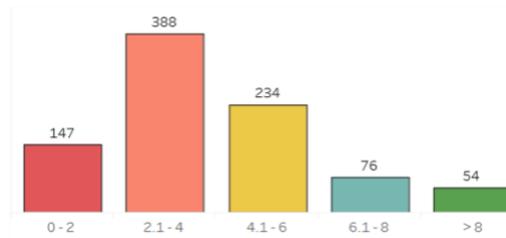
<b>Indicador 5:</b>																									
<b>Índice de satisfação dos usuários externos</b>																									
<b>Eixo de Atuação:</b> Eixo 1 – Instalações abertas a usuários externos																									
<b>Objetivo Estratégico do CG:</b> Prover e manter infraestrutura nacional de classe mundial para pesquisa, desenvolvimento e inovação nas suas áreas de atuação disponibilizada à comunidade de pesquisa acadêmica e industrial.																									
<b>Finalidade:</b> Medir a satisfação dos usuários das instalações abertas de modo sistemático e periódico.																									
<b>Descrição:</b> O indicador mede o índice de satisfação dos usuários externos com a utilização das instalações abertas do CNPEM, no ano de referência, com base em questão específica do formulário aplicado na realização da proposta de pesquisa.																									
<b>Fórmula de cálculo:</b> $\frac{\text{Número de respostas "muito satisfeito" e "satisfeito" no período}}{\text{Número total de respostas no período}}$																									
<b>Tipo:</b> Desempenho e Uso	<b>Peso:</b> 2	<b>Unidade:</b> Percentual	<b>Qualificação:</b> Efetividade																						
<b>Meta 2020:</b>			0%																						
<b>Resultado 2020:</b>			100%																						
<b>Histórico:</b>																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ano</th> <th>Índice de Satisfação (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2011</td><td>85%</td></tr> <tr><td>2012</td><td>94%</td></tr> <tr><td>2013</td><td>95.2%</td></tr> <tr><td>2014</td><td>95%</td></tr> <tr><td>2015</td><td>97%</td></tr> <tr><td>2016</td><td>92%</td></tr> <tr><td>2017</td><td>95.2%</td></tr> <tr><td>2018</td><td>96.1%</td></tr> <tr><td>2019</td><td>99%</td></tr> <tr><td>2020</td><td>100%</td></tr> </tbody> </table>				Ano	Índice de Satisfação (%)	2011	85%	2012	94%	2013	95.2%	2014	95%	2015	97%	2016	92%	2017	95.2%	2018	96.1%	2019	99%	2020	100%
Ano	Índice de Satisfação (%)																								
2011	85%																								
2012	94%																								
2013	95.2%																								
2014	95%																								
2015	97%																								
2016	92%																								
2017	95.2%																								
2018	96.1%																								
2019	99%																								
2020	100%																								
<b>Comentário:</b> Em 2020, 39 pesquisadores externos responsáveis pela execução de propostas de pesquisa preencheram o formulário de satisfação e todos escolheram as opções de resposta “muito satisfeito” ou “satisfeito” com o uso das instalações, resultando em índice de satisfação de 100%. Assim como o Indicador 2, 3 e 4 o resultado apurado para este indicador reflete os impactos da pandemia do Covid-19, uma vez que houve uma baixa adesão à pesquisa. Desta forma, o resultado excepcional em termos percentuais deve ser avaliado com cautela e o indicador teve sua meta zerada.																									

<b>Indicador 6:</b>																					
<b>Artigos publicados por pesquisadores externos</b>																					
<b>Eixo de Atuação:</b> Eixo 1 – Instalações abertas a usuários externos																					
<b>Objetivo Estratégico do CG:</b> Prover e manter infraestrutura nacional de classe mundial para pesquisa, desenvolvimento e inovação nas suas áreas de atuação disponibilizada à comunidade de pesquisa acadêmica e industrial.																					
<b>Finalidade:</b> Aferir resultados das atividades de pesquisa realizadas por pesquisadores externos, decorrentes do uso das instalações abertas do CNPEM, no ano de referência.																					
<b>Descrição:</b> Razão entre o número de artigos de pesquisadores externos ao CNPEM que decorreu do uso das instalações no ano X, indexados na base <i>Web of Science</i> nos anos x, x+1, x+2, e o número de propostas realizadas no ano X.																					
<b>Fórmula de cálculo:</b> $\frac{\text{Número de artigos de pesq. externos na base WoS nos anos } x, x + 1, x + 2}{\text{Número de propostas realizadas no ano } X}$																					
<b>Tipo:</b> Uso	<b>Peso:</b> 4	<b>Unidade:</b> Razão	<b>Qualificação:</b> Efetividade																		
<b>Meta 2020:</b>			0,75																		
<b>Resultado 2020:</b>			0,71																		
<b>Histórico:</b>																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ano</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2013</td> <td>0.69</td> </tr> <tr> <td>2014</td> <td>0.82</td> </tr> <tr> <td>2015</td> <td>0.79</td> </tr> <tr> <td>2016</td> <td>0.79</td> </tr> <tr> <td>2017</td> <td>0.77</td> </tr> <tr> <td>2018</td> <td>0.77</td> </tr> <tr> <td>2019</td> <td>0.75</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>0.71</td> </tr> </tbody> </table>				Ano	Valor	2013	0.69	2014	0.82	2015	0.79	2016	0.79	2017	0.77	2018	0.77	2019	0.75	2020	0.71
Ano	Valor																				
2013	0.69																				
2014	0.82																				
2015	0.79																				
2016	0.79																				
2017	0.77																				
2018	0.77																				
2019	0.75																				
2020	0.71																				
<b>Comentário:</b>																					
<p>Para o ano de 2020, o indicador mede a produtividade científica dos beneficiários das propostas externas realizadas no CNPEM em 2018. Foram considerados todos os artigos publicados em 2018, 2019 e 2020 por pesquisadores envolvidos nas propostas de pesquisa externas a partir do uso das instalações do CNPEM em 2018. Na contabilização das publicações são incluídas apenas aquelas que fazem citação ao uso de instalações dos Laboratórios Nacionais.</p> <p>Vale observar que ao contrário de outras instituições de pesquisa que medem exclusivamente a produção científica de seus próprios funcionários, o Laboratório Nacional aberto deve aferir também os resultados obtidos por seus usuários externos, impondo desafios à metodologia de busca. O CNPEM</p>																					

recebe diretamente de seus beneficiários a relação de artigos publicados a partir do uso das instalações, via Portal de Usuários e/ou diretamente pela biblioteca. Contudo, como o número de beneficiários que reporta suas publicações não é totalmente satisfatório, essas informações são utilizadas para checagem no processo de busca. É possível que o número total de artigos reportado esteja subestimado devido a ausência de citações diretas ao CNPEM, impossibilitando a contabilização.

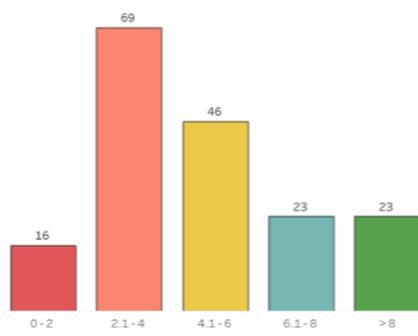
O número total de artigos computados entre 2018 e 2020 é 899 e o número de propostas realizadas em 2018, 1265. O resultado apurado para o indicador totaliza taxa de 0,71.

Distribuição por faixa de fator de impacto



<b>Indicador 7:</b>																																				
<b>Artigos publicados por pesquisadores internos</b>																																				
<b>Eixo de Atuação:</b> Eixo 2 – Pesquisa e desenvolvimento <i>in-house</i>																																				
<b>Objetivo Estratégico do CG:</b> Realizar e difundir pesquisa própria, desenvolvimento e inovação em nível dos melhores laboratórios similares no mundo, em áreas previstas na Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.																																				
<b>Finalidade:</b> Aferir resultados das atividades de pesquisa interna realizadas por pesquisadores e especialistas do CNPEM envolvidos com essas atividades.																																				
<b>Descrição:</b> Razão entre o número de artigos publicados por pesquisadores e especialistas do CNPEM em periódicos indexados na base <i>Web of Science</i> , no ano de referência, e o número de pesquisadores e especialistas considerados.																																				
<b>Fórmula de cálculo:</b> $\frac{\text{Número de artigos de pesq. e especialistas internos na base WoS no período}}{\text{Número de pesquisadores e especialistas internos no período}}$																																				
<b>Tipo:</b> Uso	<b>Peso:</b> 4	<b>Unidade:</b> Razão	<b>Qualificação:</b> Efetividade																																	
<b>Meta 2020:</b>			2																																	
<b>Resultado 2020:</b>			2,4																																	
<b>Histórico:</b>																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ano</th> <th>Resultado</th> <th>Meta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2011</td><td>2.1</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>2012</td><td>2.34</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>2013</td><td>2.1</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>2014</td><td>1.95</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>2015</td><td>1.9</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>2016</td><td>2.2</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>2017</td><td>2.1</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>2018</td><td>2.5</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>2019</td><td>2.5</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>2020</td><td>2.4</td><td>2.0</td></tr> </tbody> </table>				Ano	Resultado	Meta	2011	2.1	2.5	2012	2.34	2.5	2013	2.1	2.5	2014	1.95	2.5	2015	1.9	2.5	2016	2.2	2.5	2017	2.1	2.5	2018	2.5	2.5	2019	2.5	2.5	2020	2.4	2.0
Ano	Resultado	Meta																																		
2011	2.1	2.5																																		
2012	2.34	2.5																																		
2013	2.1	2.5																																		
2014	1.95	2.5																																		
2015	1.9	2.5																																		
2016	2.2	2.5																																		
2017	2.1	2.5																																		
2018	2.5	2.5																																		
2019	2.5	2.5																																		
2020	2.4	2.0																																		
<b>Comentário:</b> Para efeito de apuração do indicador, considera-se uma lista de 74 pesquisadores internos que, em 2020, foram responsáveis pela publicação de 177 artigos científicos indexados na base <i>Web of Science</i> , o que levou ao resultado de 2,4 artigos por pesquisador.																																				

Distribuição de artigos internos por faixa de fator de impacto



<b>Indicador 8:</b>																		
<b>Qualidade da produção científica interna</b>																		
<b>Eixo de Atuação:</b> Eixo 2 – Pesquisa e desenvolvimento <i>in-house</i>																		
<b>Objetivo Estratégico do CG:</b> Realizar e difundir pesquisa própria, desenvolvimento e inovação em nível dos melhores laboratórios similares no mundo, em áreas previstas na Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.																		
<b>Finalidade:</b> Aferir resultados das atividades de pesquisa interna realizadas por pesquisadores e especialistas do CNPEM envolvidos com essas atividades.																		
<b>Descrição:</b> Razão entre número de artigos publicados por pesquisadores/especialistas internos classificados no Quartil 1 e número total de artigos publicados (indexados na base WoS).																		
<b>Fórmula de cálculo:</b> $\frac{\text{Número de artigos de pesq. e especialistas internos classificados no Quartil 1}}{\text{Número total de artigos publicados}}$																		
<b>Tipo:</b> Uso	<b>Peso:</b> 1	<b>Unidade:</b> Razão	<b>Qualificação:</b> Efetividade															
<b>Meta 2020:</b>			50%															
<b>Resultado 2020:</b>			50%															
<b>Histórico:</b> Este indicador passou a compor o Quadro de Indicadores e Metas do Contrato de Gestão em 2017.																		
<table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Histórico</caption> <thead> <tr> <th>Ano</th> <th>Resultado (%)</th> <th>Meta (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2017</td> <td>53%</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>2018</td> <td>53%</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>2019</td> <td>44%</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>50%</td> <td>50%</td> </tr> </tbody> </table>				Ano	Resultado (%)	Meta (%)	2017	53%	50%	2018	53%	50%	2019	44%	50%	2020	50%	50%
Ano	Resultado (%)	Meta (%)																
2017	53%	50%																
2018	53%	50%																
2019	44%	50%																
2020	50%	50%																
<b>Comentário:</b>																		
<p>A medida utilizada afere a qualidade da produção científica interna, por meio do padrão de quartis do <i>Journal of Citation Report (JCR)</i>. Vale ressaltar que a classificação por quartis é realizada a partir dos fatores de impacto das revistas, respeitando as diferenças entre áreas do conhecimento. Em 2020, 88 dos 177 artigos publicados, por pesquisadores internos, foram classificados no primeiro quartil, correspondendo a 50% da produção científica total.</p>																		
<table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Quartil</caption> <thead> <tr> <th>Quartil</th> <th>Porcentagem</th> <th>Número de Artigos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Q1</td> <td>50%</td> <td>88</td> </tr> <tr> <td>Q2</td> <td>25%</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>Q3</td> <td>16%</td> <td>29</td> </tr> <tr> <td>Q4</td> <td>1%</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>				Quartil	Porcentagem	Número de Artigos	Q1	50%	88	Q2	25%	44	Q3	16%	29	Q4	1%	7
Quartil	Porcentagem	Número de Artigos																
Q1	50%	88																
Q2	25%	44																
Q3	16%	29																
Q4	1%	7																

<b>Indicador 9:</b>																		
<b>Taxa de coautoria internacional</b>																		
<b>Eixo de Atuação:</b> Eixo 2 – Pesquisa e desenvolvimento <i>in-house</i>																		
<b>Objetivo Estratégico do CG:</b> Realizar e difundir pesquisa própria, desenvolvimento e inovação em nível dos melhores laboratórios similares no mundo, em áreas previstas na Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.																		
<b>Finalidade:</b> Medir o esforço de cooperação dos Laboratórios Nacionais com instituições de ensino e pesquisa, voltado ao fortalecimento da capacidade mútua de solução de problemas científicos e tecnológicos.																		
<b>Descrição:</b> Razão entre o número de artigos publicado por pesquisadores internos (indexados na base WoS) com coautor filiado a instituições internacionais e o número total de artigos publicado por pesquisadores internos (indexados na base WoS).																		
<b>Fórmula de cálculo:</b> $\frac{\text{Número de artigos de pesq. e especialistas internos com coautoria internacional}}{\text{Número total de artigos publicados}}$																		
<b>Tipo:</b> Uso	<b>Peso:</b> 1	<b>Unidade:</b> Razão	<b>Qualificação:</b> Efetividade															
<b>Meta 2020:</b>			30%															
<b>Resultado 2020:</b>			42%															
<b>Histórico:</b> Este indicador passou a compor o Quadro de Indicadores e Metas do Contrato de Gestão em 2017.																		
<table border="1"> <caption>Histórico do Indicador de Coautoria Internacional</caption> <thead> <tr> <th>Ano</th> <th>Resultado (%)</th> <th>Meta (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2017</td> <td>41%</td> <td>30%</td> </tr> <tr> <td>2018</td> <td>34%</td> <td>30%</td> </tr> <tr> <td>2019</td> <td>41%</td> <td>30%</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>42%</td> <td>30%</td> </tr> </tbody> </table>				Ano	Resultado (%)	Meta (%)	2017	41%	30%	2018	34%	30%	2019	41%	30%	2020	42%	30%
Ano	Resultado (%)	Meta (%)																
2017	41%	30%																
2018	34%	30%																
2019	41%	30%																
2020	42%	30%																
<b>Comentário:</b> O indicador mede o número total de artigos publicados por pesquisadores internos que apresenta coautores vinculados a organizações internacionais. Em 2020, 75 publicações contaram com autores internacionais, envolvendo 108 instituições estrangeiras de 29 países.																		

<b>Indicador 10:</b>																																	
<b>Parcerias em projetos de P&amp;D com instituições de ensino e pesquisa</b>																																	
<b>Eixo de Atuação:</b> Eixo 2 – Pesquisa e desenvolvimento <i>in-house</i>																																	
<b>Objetivo Estratégico do CG:</b> Implantar e gerir a infraestrutura do CNPEM, visando ganhos de eficiência e eficácia mediante mecanismos de gestão, informação e difusão.																																	
<b>Finalidade:</b> Medir o esforço de cooperação dos Laboratórios Nacionais com instituições de ensino e pesquisa, voltado ao fortalecimento da capacidade mútua de solução de problemas científicos e tecnológicos.																																	
<b>Descrição:</b> Para a apuração deste indicador são contabilizados acordos de cooperação e contratos formalizados com instituições de ensino e pesquisa, vigentes no ano de referência.																																	
<b>Fórmula de cálculo:</b> <i>Número total de acordos e contratos com instituições de ensino e pesquisas vigentes no período</i>																																	
<b>Tipo:</b> Desempenho	<b>Peso:</b> 2	<b>Unidade:</b> Número Absoluto	<b>Qualificação:</b> Eficiência																														
<b>Meta 2020:</b>			20																														
<b>Resultado 2020:</b>			26																														
<b>Histórico:</b>																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ano</th> <th>Resultado</th> <th>Meta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2012</td><td>14</td><td>20</td></tr> <tr><td>2013</td><td>16</td><td>20</td></tr> <tr><td>2014</td><td>23</td><td>20</td></tr> <tr><td>2015</td><td>32</td><td>20</td></tr> <tr><td>2016</td><td>34</td><td>20</td></tr> <tr><td>2017</td><td>29</td><td>20</td></tr> <tr><td>2018</td><td>27</td><td>20</td></tr> <tr><td>2019</td><td>26</td><td>20</td></tr> <tr><td>2020</td><td>26</td><td>20</td></tr> </tbody> </table>				Ano	Resultado	Meta	2012	14	20	2013	16	20	2014	23	20	2015	32	20	2016	34	20	2017	29	20	2018	27	20	2019	26	20	2020	26	20
Ano	Resultado	Meta																															
2012	14	20																															
2013	16	20																															
2014	23	20																															
2015	32	20																															
2016	34	20																															
2017	29	20																															
2018	27	20																															
2019	26	20																															
2020	26	20																															
<b>Comentário:</b> O resultado do indicador supera a meta pactuada. No período, o CNPEM manteve 26 acordos com instituições de ensino e pesquisa, no Brasil e no exterior.																																	

LN	Instituição Parceira	Início de Vigência	Fim da Vigência
LNLS	CONICET - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas	Out/2012	Out/2022
LNLS	CERN - European Organization for Nuclear Research	Jan/2013	Jan/2033
LNNANO	IBMP - Instituto de Biologia Molecular o Paraná	Jun/2015	Jun/2020
LNBIO	INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia	Ago/2015	Set/2020
	FIOCRUZ - Fundação Oswaldo Cruz	Ago/2015	Set/2020
	INCQS - Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde	Ago/2015	Set/2020
LNBIO	USP - Universidade de São Paulo	Mar/2015	Mar/2020
CNPEM	LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P., Portugal	Dez/2016	Dez/2020
LNBIO	UVA - The Rector and Visitors of the University of Virginia	Set/2016	Set/2021
LNBR	União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo	Abr/2016	Abr/2020
LNBR	UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas	Mar/2016	Fev/2021
LNBIO	BOLDRINI - Centro Infantil de Investigação Hematológicas Dr. Domingos A. Boldrini	Dez/2011	Dez/2023
	RheabioTech Desenvolvimento, Produção e Comercialização de Produtos de Biotecnologia LTDA	Dez/2011	Dez/2023
LNNANO	FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos	Mar/2018	Mar/2021
LNLS	FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos	Mar/2018	Mar/2021
LNNANO	MCTIC - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações	jun/2017	Fev/2020
LNBIO	KU - Katholieke Universiteit Leuven	Jan/2019	Jan/2021
LNBR	CIRAD - Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique Pour Le Développement	Jan/2019	Jun/2020
LNBIO	MS - Ministério da Saúde	Mar/2019	Mar/2022
LNLS	USP - Universidade de São Paulo	Mai/2019	Set/2022
LNLS	MPG - Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften	Mai/2019	Abr/2022
LNBIO	MONASH - Monash University	Abr/2019	Abr/2021
LNNANO	University of Illinois	Jun/2019	Jun/2021
LNNANO	UFC - Universidade Federal do Ceará	Dez/2019	Dez/2020
LNLS	KAUST - King Abdullah University of Science and Technology	Mar/2020	Jun/2023
LNNANO	MCTIC - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações	Mar/2020	Mar/2024
LNLS	GSI - Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH	Fev/2020	Fev/2025
LNBIO	Instituto Dante Pazzanese Cardiologia	Jun/2020	Jun/2025
	Fundação Adib Jatene	Jun/2020	Jun/2025
LNBIO	UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas	Jul/2020	Jul/2021

<b>Indicador 11:</b>																																				
<b>Parcerias em projetos PD&amp;I</b>																																				
<b>Eixo de Atuação:</b>																																				
Eixo 3 – Apoio à geração de inovação																																				
<b>Objetivo Estratégico do CG:</b>																																				
Implantar e gerir a infraestrutura do CNPEM, visando ganhos de eficiência e eficácia mediante mecanismos de gestão, informação e difusão.																																				
<b>Finalidade:</b>																																				
Medir o esforço de cooperação dos Laboratórios Nacionais com empresas para o fortalecimento da capacidade de inovação no País.																																				
<b>Descrição:</b>																																				
Para a apuração deste indicador serão contabilizados acordos de cooperação formalizados com empresas, vigentes no ano de referência.																																				
<b>Fórmula de cálculo:</b>																																				
<i>Número total de acordo com empresas vigentes no período</i>																																				
<b>Tipo:</b> Desempenho	<b>Peso:</b> 2	<b>Unidade:</b> Número Absoluto	<b>Qualificação:</b> Eficiência																																	
<b>Meta 2020:</b>			30																																	
<b>Resultado 2020:</b>			34																																	
<b>Histórico:</b>																																				
<table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ano</th> <th>Resultado</th> <th>Meta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2011</td><td>23</td><td>16</td></tr> <tr><td>2012</td><td>24</td><td>16</td></tr> <tr><td>2013</td><td>32</td><td>24</td></tr> <tr><td>2014</td><td>39</td><td>39</td></tr> <tr><td>2015</td><td>42</td><td>39</td></tr> <tr><td>2016</td><td>45</td><td>39</td></tr> <tr><td>2017</td><td>45</td><td>39</td></tr> <tr><td>2018</td><td>40</td><td>39</td></tr> <tr><td>2019</td><td>43</td><td>35</td></tr> <tr><td>2020</td><td>34</td><td>30</td></tr> </tbody> </table>				Ano	Resultado	Meta	2011	23	16	2012	24	16	2013	32	24	2014	39	39	2015	42	39	2016	45	39	2017	45	39	2018	40	39	2019	43	35	2020	34	30
Ano	Resultado	Meta																																		
2011	23	16																																		
2012	24	16																																		
2013	32	24																																		
2014	39	39																																		
2015	42	39																																		
2016	45	39																																		
2017	45	39																																		
2018	40	39																																		
2019	43	35																																		
2020	34	30																																		
<b>Comentário:</b>																																				
O resultado do indicador supera a meta pactuada. No período, o CNPEM registrou 34 projetos vigentes em parceria com empresas de diversos portes e setores de aplicação.																																				

LN	Empresa Parceira	Setor de Aplicação	Início da Vigência	Fim da Vigência
LNLS	ADEST Técnicas para soldagem de Metais Ltda	Petróleo e Gás	Jun/2007	Nov/2027
LNBR	Rhodia Poliamida e Especialidades Ltda	Química Verde	Out/2011	Out/2024
LNBR	PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento	Energias Renováveis	Abr/2015	Jun/2020
LNLS	IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.	Materiais Avançados	Set/2015	Ago/2020
	Embraer S.A.	Materiais Avançados	Set/2015	Ago/2020
	UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas	Materiais Avançados	Set/2015	Ago/2020
	UEPG - Universidade Estadual de Ponta Grossa	Materiais Avançados	Set/2015	Ago/2020
	Votorantim Metais	Materiais Avançados	Set/2015	Ago/2020
LNBR	União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo	Energias Renováveis	Abr/2016	Abr/2020
LNNANO	FUNDEP - Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa	Materiais Avançados	Out/2016	Set/2020
	Comp Line Informática Ltda	Materiais Avançados	Out/2016	Set/2020
LNNANO	FUNDEP - Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa	Materiais Avançados	Set/2016	Nov/2020
	Ticon Indústria, Comércio, Importação e Exportação de Tintas Condutivas Ltda	Materiais Avançados	Set/2016	Nov/2020
LNBR	Dedini S/A Indústria de Base	Energias Renováveis	Set/2016	Set/2021
LNBR	Pedra Agroindustrial S/A	Energias Renováveis	Set/2016	Set/2021
LNBR	Usina Santa Isabel	Energias Renováveis	Set/2016	Set/2021
LNBIO	Phytobios Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Ltda	Fármacos e Medicamentos	Ago/2017	Ago/2022
	EMBRAPII - Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial	Fármacos e Medicamentos	Ago/2017	Ago/2022
	Aché Laboratórios Farmacêuticos S.A.	Fármacos e Medicamentos	Ago/2017	Ago/2022
LNBIO	Phytobios Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Ltda	Fármacos e Medicamentos	Ago/2017	Ago/2022
	EMBRAPII - Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial	Fármacos e Medicamentos	Ago/2017	Ago/2022
	Aché Laboratórios Farmacêuticos S.A.	Fármacos e Medicamentos	Ago/2017	Ago/2022
LNNANO	Confidencial (Empresa Setor Automotivo)	Materiais Avançados	Jul/2017	Jun/2020
LNBIO	Phytobios Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Ltda	Química Verde	Set/2017	Set/2032
LNNANO	Petróleo Brasileiro S.A.	Petróleo e Gás	Mai/2018	Jun/2021
LNNANO	Petróleo Brasileiro S.A.	Petróleo e Gás	Jun/2018	Ago/2021
LNBR	EMBRAPII - Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial	Energias Renováveis	Jun/2018	Jun/2021
	Petróleo Brasileiro S.A.	Energias Renováveis	Jun/2018	Jun/2021
LNLS	Biolambda, Científica E Comercial Ltda.	Instrumentação Avançada	Jan/2018	Jan/2022
LNBR	Agrivalle Brasil Indústria e Comércio de Produtos Agrícolas Ltda	Agricultura e Agropecuária	Mar/2019	Mar/2020
	EMBRAPII - Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial	Agricultura e Agropecuária	Mar/2019	Mar/2020
LNBIO	Indena S.p.A	Fármacos e Medicamentos	Jan/2019	Jan/2021
	Phytobios Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Ltda	Fármacos e Medicamentos	Jan/2019	Jan/2021

LNNANO	Petróleo Brasileiro S.A.	Petróleo e Gás	Mar/2019	Mar/2024
LNNANO	Petróleo Brasileiro S.A.	Petróleo e Gás	Mai/2019	Mai/2021
LNBR	Sinochem Petróleo Brasil Ltda	Energias Renováveis	Jun/2019	Dez/2021
	EMBRAPII - Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial	Energias Renováveis	Jun/2019	Dez/2021
LNBR	Petróleo Brasileiro S.A.	Energias Renováveis	Abr/2019	Abr/2024
	Embraer S.A.	Energias Renováveis	Abr/2019	Abr/2024
	Fibria Celulose S.A.	Energias Renováveis	Abr/2019	Abr/2024
	Klabin S/A	Energias Renováveis	Abr/2019	Abr/2024
	IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.	Energias Renováveis	Abr/2019	Abr/2024
	FEI - Fundação Educacional Inaciana Padre Sabóia de Medeiros	Energias Renováveis	Abr/2019	Abr/2024
	UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas	Energias Renováveis	Abr/2019	Abr/2024
	UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro	Energias Renováveis	Abr/2019	Abr/2024
	INT - Instituto Nacional De Tecnologia	Energias Renováveis	Abr/2019	Abr/2024
	UFU - Universidade Federal de Uberlândia	Energias Renováveis	Abr/2019	Abr/2024
	UFV - Universidade Federal de Viçosa	Energias Renováveis	Abr/2019	Abr/2024
	FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo	Energias Renováveis	Abr/2019	Abr/2024
	UFPE - Universidade Federal de Pernambuco	Energias Renováveis	Abr/2019	Abr/2024
	UNIFEI - Universidade Federal de Itajubá	Energias Renováveis	Abr/2019	Abr/2024
	UFSM – Universidade Federal de Santa Maria	Energias Renováveis	Abr/2019	Abr/2024
	FAPEMIG - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais	Energias Renováveis	Abr/2019	Abr/2024
	FACEPE - Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco	Energias Renováveis	Abr/2019	Abr/2024
	FAPERGS - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul	Energias Renováveis	Abr/2019	Abr/2024
	FUNARBE - Fundação Arthur Bernardes	Energias Renováveis	Abr/2019	Abr/2024
LNBR	Globalyeast Opco do Brasil Tecnologia e Comercialização em Fermentação LTDA	Energias Renováveis	Ago/2019	Ago/2020
	EMBRAPII - Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial	Energias Renováveis	Ago/2019	Ago/2020
LNBR	Mahle Metal Leve S/A	Energias Renováveis	Ago/2019	Jul/2021
	EMBRAPII - Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial	Energias Renováveis	Ago/2019	Jul/2021
LNBR	Elerson Palermo 44650156823	Educação	Set/2019	Jun/2020
LNBR	Insilicotox Lab P&D do Brasil Consultoria LTDA	Fármacos e Medicamentos	Ago/2019	Ago/2020
	Pluricell Biotech Pesquisa e Desenvolvimento	Fármacos e Medicamentos	Ago/2019	Ago/2020
	UFG - Universidade Federal de Goiás	Fármacos e Medicamentos	Dez/2019	Dez/2021
LNBR	Natura Cosméticos S.A	Fármacos e Medicamentos	Nov/2019	Jan/2022
	EMBRAPII - Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial	Fármacos e Medicamentos	Nov /2019	Jan/2022
LNNANO	FUNDEP - Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa	Materiais Avançados	Jun/2020	Jun/2022
	SE7E Digital Sistema e Tecnologia Ltda	Materiais Avançados	Jun/2020	Jun/2022
LNNANO	FUNDEP - Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa	Materiais Avançados	Jun/2020	Jun/2022

	NCHEMI Engenharia de Materiais Ltda	Materiais Avançados	Jun/2020	Jun/2022
LN BIO	Vale S.A.	Métodos e Dispositivos para a Área da Saúde	Jul/2020	Jul/2022
	EMBRAPII - Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial	Métodos e Dispositivos para a Área da Saúde	Jul/2020	Jul/2022
LN BR	Braskem S/A	Química Verde	Nov/2020	Nov/2022
	EMBRAPII - Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial	Química Verde	Nov/2020	Nov/2022
LN BR	Vale S.A.	Química Verde	Dez/2020	Set/2022
	EMBRAPII - Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial	Química Verde	Dez/2020	Set/2022

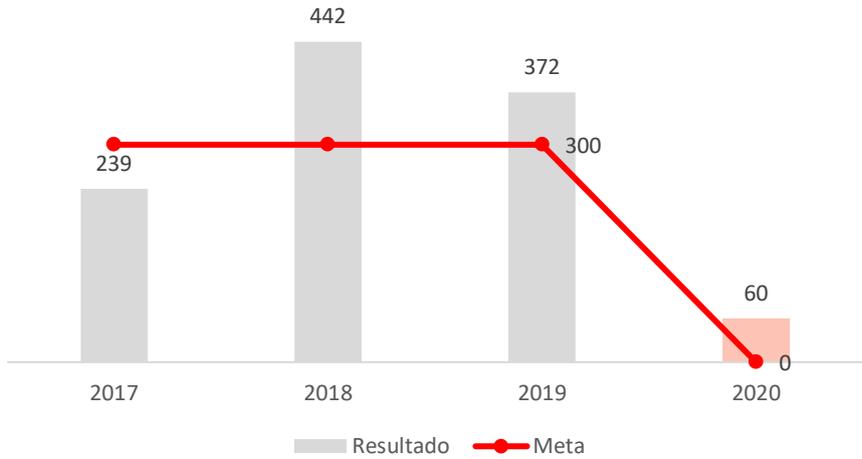
<b>Indicador 12:</b>																														
<b>Recursos associados à inovação</b>																														
<b>Eixo de Atuação:</b> Eixo 3 – Apoio à geração de inovação																														
<b>Objetivo Estratégico do CG:</b> Implantar e gerir a infraestrutura do CNPEM, visando ganhos de eficiência e eficácia mediante mecanismos de gestão, informação e difusão.																														
<b>Finalidade:</b> Aferir o volume de recursos associados a projetos de parceria e contratos de prestação de serviços envolvendo empresas dos setores de agricultura, indústria e serviços.																														
<b>Descrição:</b> Razão entre o volume de recursos associados a projetos de parceria e contratos de prestação de serviços diretamente relacionados à inovação e o volume de recursos recebidos, no ano de referência.																														
<b>Fórmula de cálculo:</b> $\frac{\text{Recursos de projetos e contratos com empresas recebidos no período}}{\text{Recursos totais recebidos no período}}$																														
<b>Tipo:</b> Desempenho	<b>Peso:</b> 2	<b>Unidade:</b> Percentual	<b>Qualificação:</b> Eficiência																											
<b>Meta 2020:</b>			8%																											
<b>Resultado 2020:</b>			10%																											
<b>Histórico:</b>																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ano</th> <th>Resultado (%)</th> <th>Meta (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2013</td><td>12%</td><td>8%</td></tr> <tr><td>2014</td><td>16%</td><td>8%</td></tr> <tr><td>2015</td><td>25%</td><td>8%</td></tr> <tr><td>2016</td><td>13%</td><td>8%</td></tr> <tr><td>2017</td><td>16%</td><td>8%</td></tr> <tr><td>2018</td><td>11%</td><td>8%</td></tr> <tr><td>2019</td><td>18%</td><td>8%</td></tr> <tr><td>2020</td><td>10%</td><td>8%</td></tr> </tbody> </table>				Ano	Resultado (%)	Meta (%)	2013	12%	8%	2014	16%	8%	2015	25%	8%	2016	13%	8%	2017	16%	8%	2018	11%	8%	2019	18%	8%	2020	10%	8%
Ano	Resultado (%)	Meta (%)																												
2013	12%	8%																												
2014	16%	8%																												
2015	25%	8%																												
2016	13%	8%																												
2017	16%	8%																												
2018	11%	8%																												
2019	18%	8%																												
2020	10%	8%																												
<b>Comentário:</b> No primeiro semestre de 2020, foram recebidos R\$ 9,6 milhões provenientes de projetos em parceria com empresas e de contratos de prestação de serviços voltados à inovação. No mesmo ano, o CNPEM recebeu um volume de R\$ 99,9 milhões de todas as fontes, sendo 75 milhões provenientes do Contrato de Gestão. O resultado apurado para o indicador supera a meta pactuada, atingindo 10%.																														

**Data base: 31/12/2020**

<b>Recursos de Projetos e Contratos com empresas</b>	<b>9.669</b>
Convênios com Inovação	9.272
Devolução de Convênios e Projetos	-171
Prestação de Serviços	568
<b>Recursos Totais Recebidos</b>	<b>99.928</b>
Contrato de Gestão - 2020	75.000
Convênios e Projetos	17.964
Devolução de Convênios e Projetos	-193
Prestação de Serviço	568
Rendimento Financeiro	1.795
Outras Receitas	1.240
Auxílios Individuais (Recursos executados)	3.554

<b>Indicador 13:</b>																																	
<b>Tecnologias protegidas</b>																																	
<b>Eixo de Atuação:</b>																																	
Eixo 2 – Pesquisa e desenvolvimento <i>in-house</i>																																	
Eixo 3 – Apoio à geração de inovação																																	
<b>Objetivo Estratégico do CG:</b>																																	
Realizar e difundir pesquisa própria, desenvolvimento e inovação em nível dos melhores laboratórios similares no mundo, em áreas previstas na Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.																																	
<b>Finalidade:</b>																																	
Aferir resultados das atividades de pesquisa e desenvolvimento próprias dos Laboratórios Nacionais do CNPEM.																																	
<b>Descrição:</b>																																	
Para a apuração deste indicador são contabilizados pedidos de patentes, registros de <i>software</i> e modelos de utilidade depositados no Instituto Nacional de Propriedade industrial ou em outros escritórios de patentes, no ano de referência.																																	
<b>Fórmula de cálculo:</b>																																	
<i>Número total de pedidos de propriedade intelectual depositados no período</i>																																	
<b>Tipo:</b> Desempenho	<b>Peso:</b> 1	<b>Unidade:</b> Número Absoluto	<b>Qualificação:</b> Efetividade																														
<b>Meta 2020:</b>			8																														
<b>Resultado 2020:</b>			18																														
<b>Histórico:</b>																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ano</th> <th>Resultado</th> <th>Meta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2012</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>2013</td> <td>10</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>2014</td> <td>9</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>2015</td> <td>9</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>2016</td> <td>5</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>2017</td> <td>11</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>2018</td> <td>8</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>2019</td> <td>16</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>18</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table>				Ano	Resultado	Meta	2012	6	8	2013	10	8	2014	9	8	2015	9	8	2016	5	8	2017	11	8	2018	8	8	2019	16	8	2020	18	8
Ano	Resultado	Meta																															
2012	6	8																															
2013	10	8																															
2014	9	8																															
2015	9	8																															
2016	5	8																															
2017	11	8																															
2018	8	8																															
2019	16	8																															
2020	18	8																															
<b>Comentário:</b>																																	
Em 2020 o CNPEM depositou 18 novos pedidos de propriedade intelectual, sendo 16 patentes, 1 registro de software e 1 modelo de utilidade. Trata-se de novo resultado recorde para estas iniciativas.																																	

Processo	Título	Data de Solicitação de Registro	LN
BR 10 2020 002749 2	TRANSISTOR DE EFEITO DE CAMPO COM ARQUITETURA VERTICAL E USO DO MESMO EM SENSOES	Fev/2020	LNNANO
BR 10 2020 003684 0	PROCESSO DE OBTENÇÃO DE NANOFIBRILAS DE CELULOSE E NANOFIBRILAS DE CELULOSE OBTIDAS	Fev/2020	LNNANO
BR 10 2020 009936 1	NOVO USO DE MONOOXIGENASES LÍTICAS DE POLISSACARÍDEOS, COMPOSIÇÃO ENZIMÁTICA CONTENDOAS E MÉTODO DE DEGRADAÇÃO DE POLÍMEROS PLÁSTICOS	Mai/2020	LNBR
BR 10 2020 009949 3	PROCESSO DE SÍNTESE DE COMPOSTOS INIBIDORES DE GLUTAMINASE E COMPOSTOS INIBIDORES DE GLUTAMINASE ASSIM OBTIDOS	Mai/2020	LNBR
BR 10 2020 011122 1	Coquetel enzimático contendo $\beta$ -glicosidase, $\beta$ -xylosidase e xilose isomerase imobilizadas em nanopartículas magnéticas de ferroxita (d-FeOOH) e seu uso no processo de fermentação	Jun/2020	LNBR
PCT/BR2020/050249	NANOFIBRILLATED CELLULOSE EMULSION, EMULSIFICATION PROCESS, USE OF CATIONIC NANOFIBRILLATED CELLULOSE AND USE OF EMULSION	Jul/2020	LNNANO
BR 10 2020 014105 8	PROCESSO DE SEPARAR COMPOSTOS AROMÁTICOS DE HIDROLISADO HEMICELULÓSICO, COMPOSTOS OBTIDOS PELO MESMO E SEUS USOS	Jul/2020	LNBR
BR 20 2020 015917 3	PROTETOR FACIAL	Ago/2020	LNLS
BR 10 2020 016004 4	MÉTODO ENZIMÁTICO PARA PREPARAR UM ALCENO MONOINSATURADO	Ago/2020	LNBR
BR 10 2020 017928 4	Composto derivado de androsterona, processo para sua obtenção, uso, composição farmacêutica e método de prevenção e/ou tratamento de infecções virais	Set/2020	LNBR
US 63/073,736	Systems, Devices, Components, and Methods for Optimizing Information and Data Acquisition, Transmission, Processing, and Analysis	Set/2020	LNNANO
BR 10 2020 020040 2	Dispositivo microfluídico selado com película de poliéster	Set/2020	LNLS / LNNANO
BR 51 2020 002449 1	Cana Soft	Nov/2020	LNBR
BR 10 2020 023537 0	USO DE LIPASE FÚNGICA PARA CONVERSÃO DE ÓLEO DE MACAÚBA E MÉTODO	Nov/2020	LNBR
BR 10 2020 024609 7	COMPOSTOS de RNA DE INTERFERÊNCIA PARA INIBIÇÃO TRANSCRICIONAL DE FOXP3 MÉTODOS DE OBTENÇÃO, COMPOSIÇÕES FARMACEUTICAS CONTENDO-OS E USO	Dez/2020	LNBR
BR 10 2020 025691 2	Ondulador, Sistema para Controle e Processo de Operação de um Ondulador Delta	Dez/2020	LNLS
BR 10 2020 025938 5	MICROORGANISMO GENETICAMENTE MODIFICADO, PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DE CÉLULA EUCARIÓTICA, PROCESSO DE PRODUÇÃO DE PRODUTOS BIOLÓGICOS E USO DE MICROORGANISMOS GENETICAMENTE MODIFICADOS	Dez/2020	LNBR
BR 10 2020 025955 5	COACERVADO ADESIVO A BASE DE NANOCELULOSE E LIGNOSSULFONATO E PROCESSO DE PRODUÇÃO DO MESMO	Dez/2020	LNNANO

<b>Indicador 14:</b>																		
<b>Horas de capacitação de pesquisadores externos</b>																		
<b>Eixo de Atuação:</b> Eixo 4 – Treinamento, educação e extensão																		
<b>Objetivo Estratégico do CG:</b> Implantar e gerir a infraestrutura do CNPEM, visando ganhos de eficiência e eficácia mediante mecanismos de gestão, informação e difusão.																		
<b>Finalidade:</b> Medir o esforço dos Laboratórios Nacionais na capacitação de pesquisadores da comunidade científica e tecnológica brasileira.																		
<b>Descrição:</b> Número total de horas de eventos de capacitação organizados pelo CNPEM																		
<b>Fórmula de cálculo:</b> <i>Número total horas de eventos de capacitação organizados pelo CNPEM</i>																		
<b>Tipo:</b> Uso	<b>Peso:</b> 2	<b>Unidade:</b> Número Absoluto	<b>Qualificação:</b> Eficácia															
<b>Meta 2020:</b>			0															
<b>Resultado 2020:</b>			60															
<b>Histórico:</b> Este indicador passou a compor o Quadro de Indicadores e Metas do Contrato de Gestão em 2017.																		
 <table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Histórico</caption> <thead> <tr> <th>Ano</th> <th>Resultado (Horas)</th> <th>Meta (Horas)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2017</td> <td>239</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>2018</td> <td>442</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>2019</td> <td>372</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>60</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>				Ano	Resultado (Horas)	Meta (Horas)	2017	239	300	2018	442	300	2019	372	300	2020	60	0
Ano	Resultado (Horas)	Meta (Horas)																
2017	239	300																
2018	442	300																
2019	372	300																
2020	60	0																
<b>Comentário:</b> Os indicadores de eventos de capacitação e de divulgação foram severamente impactados devido às medidas restritivas de contato social. O CNPEM tem avaliado o uso de diferentes ferramentas que viabilizam eventos virtuais, inclusive com aplicação em alguns deles. Entretanto, permanece o desafio dos eventos de capacitação que, em sua grande maioria, incluem atividades práticas. Em 2020, o CNPEM promoveu 2 eventos de capacitação, somando 60 horas de atividades teóricas e práticas. Excepcionalmente em 2020 este indicador teve sua meta zerada, devido aos impactos referentes à pandemia do Covid-19.																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>LN</th> <th>Título do Evento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LNLS</td> <td><i>Escola de Síncrotron para Professores do Ensino Médio (ESPEM)</i></td> </tr> <tr> <td>LNBR</td> <td><i>Curso de Caracterização Química de Bagaço e Palha de Cana-de-açúcar</i></td> </tr> </tbody> </table>				LN	Título do Evento	LNLS	<i>Escola de Síncrotron para Professores do Ensino Médio (ESPEM)</i>	LNBR	<i>Curso de Caracterização Química de Bagaço e Palha de Cana-de-açúcar</i>									
LN	Título do Evento																	
LNLS	<i>Escola de Síncrotron para Professores do Ensino Médio (ESPEM)</i>																	
LNBR	<i>Curso de Caracterização Química de Bagaço e Palha de Cana-de-açúcar</i>																	

<b>Indicador 15:</b>																		
<b>Número de pesquisadores externos capacitados</b>																		
<b>Eixo de Atuação:</b> Eixo 4 – Treinamento, educação e extensão																		
<b>Objetivo Estratégico do CG:</b> Implantar e gerir a infraestrutura do CNPEM, visando ganhos de eficiência e eficácia mediante mecanismos de gestão, informação e difusão.																		
<b>Finalidade:</b> Medir o esforço dos Laboratórios Nacionais na capacitação de pesquisadores da comunidade científica e tecnológica brasileira.																		
<b>Descrição:</b> Número total pesquisadores externos capacitados em eventos organizados pelo CNPEM																		
<b>Fórmula de cálculo:</b> <i>Número total de pesquisadores externos capacitados em eventos de capacitação organizados pelo CNPEM</i>																		
<b>Tipo:</b> Uso	<b>Peso:</b> 2	<b>Unidade:</b> Número Absoluto	<b>Qualificação:</b> Eficácia															
<b>Meta 2020:</b>			0															
<b>Resultado 2020:</b>			42															
<b>Histórico:</b> Este indicador passou a compor o Quadro de Indicadores e Metas do Contrato de Gestão em 2017.																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ano</th> <th>Resultado</th> <th>Meta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2017</td> <td>296</td> <td>270</td> </tr> <tr> <td>2018</td> <td>613</td> <td>270</td> </tr> <tr> <td>2019</td> <td>559</td> <td>270</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>42</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>				Ano	Resultado	Meta	2017	296	270	2018	613	270	2019	559	270	2020	42	0
Ano	Resultado	Meta																
2017	296	270																
2018	613	270																
2019	559	270																
2020	42	0																
<b>Comentário:</b> Em 2020, o CNPEM promoveu 2 eventos de capacitação com o envolvimento de 42 pesquisadores externos. Assim como o Indicador 14 o resultado apurado para este indicador reflete os impactos da pandemia do Covid-19 e teve sua meta zerada.																		

<b>Indicador 16:</b>																											
<b>Eventos científicos</b>																											
<b>Eixo de Atuação:</b> Eixo 4 – Treinamento, educação e extensão																											
<b>Objetivo Estratégico do CG:</b> Implantar e gerir a infraestrutura do CNPEM, visando ganhos de eficiência e eficácia mediante mecanismos de gestão, informação e difusão																											
<b>Finalidade:</b> Medir o número de eventos científicos promovidos pelo CNPEM direcionados à comunidade científica e tecnológica brasileira.																											
<b>Descrição:</b> Para a apuração deste indicador é contabilizado o número de eventos de grande porte (acima de 50 participantes), de caráter científico, realizados pelo CNPEM no ano de referência - exceto cursos de capacitação envolvendo participantes externos.																											
<b>Fórmula de cálculo:</b> <i>Número de eventos científicos do período</i>																											
<b>Tipo:</b> Uso	<b>Peso:</b> 2	<b>Unidade:</b> Número Absoluto	<b>Qualificação:</b> Eficácia																								
<b>Meta 2020:</b>			4																								
<b>Resultado 2020:</b>			4																								
<b>Histórico:</b>																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ano</th> <th>Resultado</th> <th>Meta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2014</td> <td>9</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>2015</td> <td>6</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>2016</td> <td>8</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>2017</td> <td>9</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>2018</td> <td>8</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>2019</td> <td>15</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>				Ano	Resultado	Meta	2014	9	4	2015	6	4	2016	8	4	2017	9	4	2018	8	4	2019	15	4	2020	4	4
Ano	Resultado	Meta																									
2014	9	4																									
2015	6	4																									
2016	8	4																									
2017	9	4																									
2018	8	4																									
2019	15	4																									
2020	4	4																									
<b>Comentário:</b> Em 2020 o CNPEM realizou 4 eventos científicos, cumprindo a meta pactuada no Contrato de Gestão. Entretanto, trata-se de resultado bastante inferior ao desempenho dos últimos anos. Isso decorre das medidas de distanciamento social impostas pela pandemia do Covid-19. Destaca-se que três dos quatro eventos realizados utilizaram ferramentas de acesso remoto (AgroEnviro, IBIC 2020 e 30º RAU), refletindo o esforço do Centro em manter, sempre que possível, seus compromissos com a missão institucional. Ao todo os quatro eventos reuniram 696 participantes externos.																											

LN	Título do Evento
LNLS	<i>4th International User Workshop on Coherent X-ray Imaging and Small Angle X-ray Scattering – Cateretê Workshop</i>
LNLS	<i>1st AgroEnviro Workshop – Applications of Synchrotron Radiation for Foundational Science in Agricultural and Environmental Research (Remote)</i>
LNLS	<i>IBIC 2020 - 9th International Beam Instrumentation Conference (Remote)</i>
LNLS	<i>30th Annual Users' Meeting (RAU)</i>

*Destaque para o Agroenviro,  
primeiro evento realizado  
100% em plataforma virtual*



**Indicador 17:****Pesquisadores de outras regiões do país capacitados pelo CNPEM****Eixo de Atuação:**

Eixo 4 – Treinamento, educação e extensão

**Objetivo Estratégico do CG:**

Implantar e gerir a infraestrutura do CNPEM, visando ganhos de eficiência e eficácia mediante mecanismos de gestão, informação e difusão

**Finalidade:**

Medir o número de participantes em eventos de capacitação do CNPEM provenientes das regiões norte, nordeste, sul e centro-oeste.

**Descrição:**

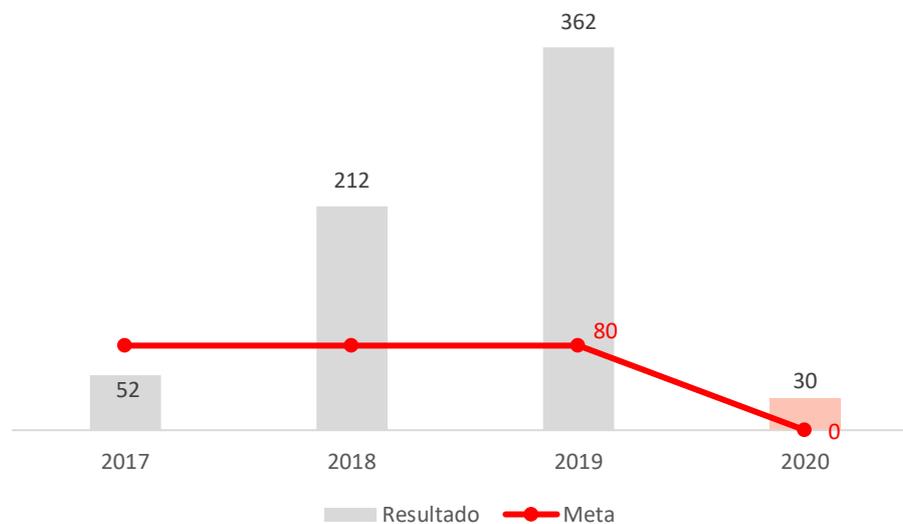
Número total pesquisadores externos provenientes das regiões norte, nordeste, sul e centro-oeste capacitados em eventos (cursos, seminários e workshops) realizados no Campus do CNPEM ou em outras regiões (fora da região sudeste).

**Fórmula de cálculo:***Número total de pesquisadores externos capacitados em eventos organizados pelo CNPEM fora da região Sudeste.***Tipo:** Uso**Peso:** 1**Unidade:** Número Absoluto**Qualificação:** Eficácia**Meta 2020:**

0

**Resultado 2020:**

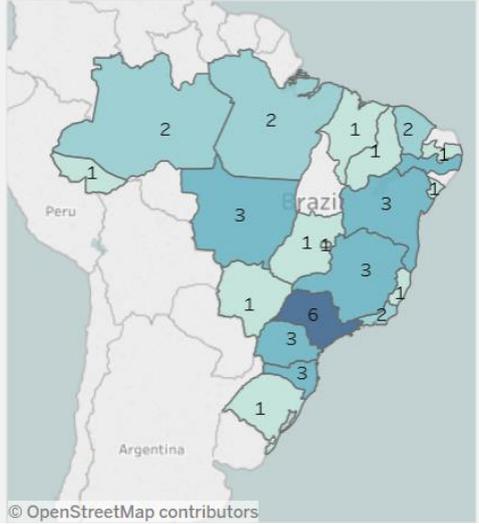
30

**Histórico:** Este indicador passou a compor o Quadro de Indicadores e Metas do Contrato de Gestão em 2017.**Comentário:**

Em 2020 os eventos de capacitação foram responsáveis pelo treinamento de 30 pesquisadores externos que não pertencem à região Sudeste. Assim como o Indicador 14 e 15 o resultado apurado para este indicador reflete os impactos da pandemia do Covid-19 e teve sua meta zerada.

Centro-Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul
6	12	5	12	7
14,29%	28,57%	11,90%	28,57%	16,67%

Distribuição por Estados Brasileiros



## Economicidade da Produção Científica do CNPEM

### Macroprocesso:

Operar o Laboratório Nacional

### Eixos de Atuação:

Eixo 1 - Instalações Abertas a Usuários Externos

Eixo 2 - P&D *in-house*

### Objetivos Estratégicos:

Induzir atividades de produção de conhecimento e criação de novos produtos, instrumentações e processos nas áreas de energia, materiais e biociências.

### Finalidade:

Medir a economicidade da produção científica do CNPEM em relação a universidades e institutos de pesquisa brasileiros selecionados.

### Descrição:

Comparação da razão entre número de artigos indexados na base *Web of Science* (WoS) e o volume de recursos de origem pública executado pelo CNPEM e por um conjunto selecionado de universidades e institutos de pesquisa, para os últimos três anos. Na contagem dos artigos do CNPEM foram consideradas todas as publicações indexadas na base *Web of Science* decorrentes do uso das instalações dos Laboratórios Nacionais do CNPEM.

**Fórmula:** ((Total de publicações indexadas na WoS)/(Total de Recursos de origem pública destinado às atividades de PDI\*)) / (Mediana ((Total de publicações indexadas na WoS)/(Total de Recursos de origem pública destinado às atividades de PDI)\*\*))

\* CNPEM

\*\* USP, Unicamp, UFSCar, UFMG, Embrapa, Fiocruz e INPE

**Tipo:** Economicidade

**Peso:** 1

**Unidade:** número absoluto

**Meta 2020:** > 1,5

**Realizado 2020:** 3,03

### Comentários:

No ano de 2020, o CNPEM apresentou resultado superior aos apurados para as instituições selecionadas na base de comparação. Considerando as sete instituições em conjunto, o resultado da comparação entre o índice proposto para o CNPEM e para esse conjunto correspondeu a 3,03 – resultado muito superior a meta pactuada. A Tabela apresentada a seguir detalha os dados utilizados no cálculo do indicador e apresenta as respectivas fontes de informação.

	UFMG	UFSCAR	UNICAMP	USP	Embrapa	Fiocruz	INPE	CNPEM
Orçamento 2018	1.299.430.759	491.819.864	1.133.784.113	2.914.726.959	3.710.789.312	2.327.228.167	298.697.091	77.380.189
Orçamento 2019	1.342.504.113	502.455.909	1.096.819.944	2.898.967.236	3.846.843.026	3.984.786.711	298.942.302	75.798.845
Orçamento 2020	2.166.177.108	671.247.426	1.141.582.614	2.898.484.330	3.426.355.205	7.791.816.076		75.382.122
Artigos 2018	3.071	1.586	3.925	11.314	1.805	1.705	404	653
Artigos 2019	3.288	1.645	4.140	11.701	1.759	1.602		656
Artigos 2020	3.647	1.875	4.315	12.568	2.009	1.984		664
Artigos/ Orç 2018	2,36	3,22	3,46	3,88	0,49	0,73	1,35	8,44
Artigos/ Orç 2019	2,45	3,34	3,65	4,01	0,47	0,69	-	8,48
Artigos/ Orç 2020	1,68	2,79	3,78	4,34	0,59	0,25	-	8,81
Mediana	2,36	3,22	3,65	4,01	0,49	0,69	-	8,48
Mediana Geral	2,79							
CNPEM	8,48							
CNPEM/Med. Geral	3,03							

Fontes de Informações e Notas Explicativas:

**Dados Orçamentários:**

- 1) Universidade Federais, Embrapa e Fiocuz - SIOF/Execução Orçamentária por Unidade. Exclui os valores de Previdência de Inativos e Pensionistas da União, e Operações Especiais: cumprimento de sentenças judiciais e outros encargos.
- 2) Universidade Estaduais - Os valores apresentados para as universidades estaduais foram recalculados a fim de uniformizar o conceito adotado na metodologia de cálculo e, portanto, diferem daqueles apresentados em relatórios anteriores. Os dados orçamentários destas instituições foram extraídos de <https://www.fazenda.sp.gov.br/SigeoLei131/Paginas/FlexConsDespesa.aspx> (execução orçamentária por unidade) e excluem valores referentes aos Hospitais Universitários, Museus e Programa de Graduação.
  - a. USP - Elaboração de proxy com base no relatório Anuário USP 2017 (tabela 7.02, disponível em: <https://uspdigital.usp.br/anuario>, dados referentes ao ano de 2016) para exclusão dos inativos. A proxy referente ao ano de 2016 foi aplicada aos demais anos.
  - b. 4) UNICAMP - Elaboração de proxy com base no Anuário Estatístico 2020 (gráfico 10.3, p. 179, disponível em: <https://www.aeplan.unicamp.br/anuario/>) para exclusão dos inativos. Para 2020, devido a indisponibilidade de informações atualizadas, foi mantido o mesmo percentual de 2019.
- 3) INPE – Devido à indisponibilidade do Sistema SIGA (<https://www12.senado.leg.br/orcamento/sigabrasil>) na data de elaboração deste relatório não foi possível obter a informação da situação orçamentária em 2020.
- 4) CNPEM - Valores referentes a execução orçamentária do Centro no ano, viabilizada pela soma da reprogramação do saldo financeiro apurado ao final do ano anterior e recebimento dos recursos contratados no ano.

**Produção Científica:**

- 1) UFMG, UFSCAR, Unicamp, USP, Embrapa e FioCruz: busca por organização consolidada na base Web of Science. Categoria: Articles
- 2) INPE - Relatório Anual de Atividades. Não foi possível obter essa informação pois os Relatórios Anuais de atividades do ano de 2018 em diante não estavam disponíveis no site da instituição na data de elaboração deste relatório.
- 3) A produção científica anual das instituições pode apresentar variação em relação aos números apresentados em relatórios anteriores decorrentes da indexação tardia e melhorias no mecanismo de busca por organização consolidada da base Web of Science.

## Economicidade das Linhas de Luz do LNLS

**Macroprocesso:**

Operar o Laboratório Nacional

**Eixos de Atuação:**

Eixo 1 - Instalações Abertas a Usuários Externos

Eixo 2 - P&D *in-house*

Eixo 3 - Apoio à geração de inovação

**Objetivos Estratégicos:**

Manter, atualizar e integrar infraestrutura e competências e desenvolver instrumentação científica de alto nível, com vistas a garantir a competitividade das instalações nas áreas de energia, materiais e biociências; Atuar como centro facilitador do desenvolvimento científico e tecnológico, oferecendo condições adequadas de atendimento, capacitação e apoio técnico-científico aos usuários externos.

**Finalidade:**

Aferir a economicidade das horas de linhas de luz disponibilizadas pelo Laboratório Nacional de Luz Síncrotron em relação a Laboratórios Síncrotrons de outros países

**Descrição:**

Comparação da razão entre número de horas de linhas de luz disponibilizadas anualmente e o valor do orçamento do Contrato de Gestão destinado à Operação do LNLS com a mesma razão para um conjunto selecionados de laboratórios Síncrotron de outros países

**Fórmula:** 
$$\frac{((\text{Total de horas de linhas de luz disponíveis para uso})/(\text{Total de Recursos de origem pública destinado ao Laboratório Nacional de Luz Síncrotron}^*))}{(\text{Mediana } ((\text{Total de horas de linhas de luz disponíveis para uso})/(\text{Total de Recursos destinados à Laboratórios Síncrotrons de outros países}))^{**})}$$

\* Exceto Sirius

\*\* ALBA, Canadian Light Source, Diamond Light Source, ESRF, Soleil, Australian Synchrotron, Argonne (APS) e Advanced Light Source.

**Tipo:** Economicidade

**Unidade:** número absoluto

**Meta 2020:** -

**Realizado 2020:** -

**Comentários:**

Em 2020, a fonte de luz síncrotron do CNPEM esteve inoperante para atendimento de usuários externos em decorrência da transição UVX-Sirius. Destaca-se que o ano também marcou o início do comissionamento científico de algumas linhas de luz do Sirius.

## ANEXO 2 – Indicadores Específicos de Projetos: Sirius, SisNano e ILUM

### Projeto Sirius

Atividade	Meta	Indicador	Prazo	Status (dez/2020)	Execução (dez/2020)
<b>32º. Termo Aditivo</b>					
<b>LINHAS DE LUZ E ESTAÇÕES EXPERIMENTAIS</b>					
Cabanas e Utilidades	Aquisição e instalação de cabanas e sistemas de utilidades (elétrica, mecânica, gases e outros) para linhas de luz e estações experimentais	100% de execução física	2021	Contratos firmados e equipamentos comprados para parte das linhas. As demais compras e a execução continuarão ao longo de 2021.	33%
Ambiente de amostra	Aquisição de equipamentos para os ambientes de amostra das estações experimentais	100% de execução física	2021	Contratos e equipamentos comprados para parte das linhas. As demais compras e a execução continuarão ao longo de 2021.	25%
Detectores	Aquisição de detectores para estações experimentais	100% de execução física	2021	Contratos e equipamentos comprados para parte das linhas. As demais compras e a execução continuarão ao longo de 2021.	50%

Front-end	Aquisição de equipamentos, montagem e instalação dos <i>front-ends</i> das linhas de luz	100% de execução física	2021	Contratos e equipamentos comprados para parte das linhas. As demais compras e a execução continuarão ao longo de 2021.	25%
Sistemas Óticos	Aquisição de elementos óticos e sistemas mecânicos para a ótica das linhas de luz	100% de execução física	2021	Contratos e equipamentos comprados para parte das linhas. As demais compras e a execução continuarão ao longo de 2021.	25%
<b>FONTE DE LUZ</b>					
Criogenia	Aquisição parcial do sistema de criogenia.	100% de execução física	2021	Em processo de revisão e assinatura de contrato com a empresa selecionada.	2%
Berços e Alinhamento	Aquisição de equipamentos, montagem e instalação de berços e outros componentes o sistema de alinhamento	100% de execução física	Dez/2020	Montagem e instalação de berços com pré-alinhamento concluídos. Alinhamento fino com início programado em 04/01/2021	95%
RF	Aquisição de equipamentos, montagem e instalação do sistema de radiofrequência.	100% de execução física	Dez/2020	Sistema de RF para atingir ~100mA instalado e operacional no Sirius	100%
<b>COMISSIONAMENTO</b>					
Operação e manutenção do	Operação e manutenção do Campus do Projeto Sirius	Operação e manutenção do	Dez/2020	Operação e manutenção do Campus do Projeto Sirius mantida	100%

Campus do Projeto Sirius		Campus do Projeto Sirius			
<b>RECURSOS HUMANOS</b>					
Recursos Humanos	Manutenção dos colaboradores destinados ao projeto	Manutenção dos colaboradores destinados ao projeto	Dez/2020	Equipe mantida até dezembro de 2020	100%

## Projeto SisNano

Meta	Indicador	Prazo	Status (em dez/2020)	Execução (em dez/2020)
Aquisição de Espectrômetro de Foto-emissão de Raios-X (XPS)	Contrato firmado junto ao fornecedor	dez/20	Negociado com fornecedor. Em processo de contratação	80%
Aquisição de sistema de Preparação de amostras para microscopia eletrônica de transmissão	Contrato firmado junto ao fornecedor	dez/20	Aquisição concluída. Previsão de chegada em fevereiro de 2020	100%
Aquisição de cluster computacional	Contrato firmado junto ao fornecedor	dez/20	Contrato firmado. Previsão de chegada em fevereiro de 2020	100%
Aquisição de DLS análise de nanopartículas e potencial zeta	Contrato firmado junto ao fornecedor	dez/20	Equipamento instalado e operando	100%
Aquisição de sistema de deposição de filmes finos, baseado em evaporação termina e e-beam	Contrato firmado junto ao fornecedor	dez/20	Aquisição concluída e equipamento já recebido. Em processo de instalação	100%

## Projeto ILUM – Escola de Ciência

Atividade	Meta	Indicador	Prazo	Status (em dez/2020)
TIC e mobiliário	Infraestrutura de TIC e mobiliário instalados	Infra de TIC e ambiente de ensino e de convivência disponíveis para alunos e professores	Janeiro de 2021	<p><i>Os recursos oriundos do 33º Termo Aditivo ao Contrato de Gestão CNPEM – MCTI – MEC foram repassados ao CNPEM em 04 de janeiro de 2021.</i></p> <p><i>Neste cenário, o avanço das metas pactuadas neste Termo Aditivo será apresentado em 2021.</i></p>
Laboratórios e infraestrutura predial	Laboratórios instalados e manutenção contratada	Infraestrutura laboratorial e prédio em operação	Março de 2021	
Divulgação e Processo Seletivo	Divulgação efetivada e seleção executada	Primeira turma de alunos selecionada.	Março de 2021	
Recursos Humanos	Manutenção dos colaboradores dedicados ao ILUM	Manutenção dos colaboradores dedicados ao ILUM	Junho de 2021	

Indicadores aprovados no 33º Termo Aditivo, referentes ao Plano de Ação do 25º Termo Aditivo				
Atividade	Meta	Indicador	Prazo	Status (em dez/2020)
Equipe de coordenação e gestão para fase inicial do Projeto	Selecionar e contratar equipe executiva gestora	Equipe executiva gestora contratada	mar/19	100%

Estudo arquitetônico	Elaborar estudo arquitetônico	Estudo arquitetônico concluído	jul/19	100%
Proposta pedagógica para implantação da nova organização	Elaboração e detalhamento da proposta pedagógica	Proposta pedagógica estruturada	set/19	75% Contratação de parte do corpo docente. Executado parcialmente pois a operação da Escola depende do credenciamento da instituição e da autorização de curso pelo INEP previstos para 2021. Perspectiva de continuidade ao longo desse ano.
Avaliação do “modelo didático”	Planejar e realizar workshop específico sobre o tema	Workshop concluído e modelo didático validado	set/19	100%
Proposta das estruturas curriculares	Elaborar e detalhar as propostas curriculares	Propostas curriculares estruturadas	nov/19	50% Atividade parcialmente concluída. A execução completa está condicionada à contratação efetiva do corpo docente bem como à viabilidade dos laboratórios e de seus equipamentos, e deverá ocorrer ao longo de 2021, condicionada ao credenciamento da instituição e à autorização de curso pelo INEP, previstos para ocorrer nesse mesmo ano.
Avaliação da “estrutura curricular”	Planejar e realizar workshop específico sobre o tema	Workshop concluído e estrutura curricular validada	nov/19	50% A execução plena dessa atividade depende da contratação do quadro completo de docentes, condicionada ao credenciamento da instituição e à autorização de curso pelo INEP.
Planejamento Plurianual do CIEnCIA	Detalhar orçamento para o período 2020-2024 e encaminhar proposta ao MEC	Proposta de Planejamento encaminhada ao MEC	out/19	100%

Adequação da infraestrutura predial sede do Projeto	Contratar empresa de construção civil e acompanhar a execução da reforma do prédio	Empresa contratada, reforma efetuada e prédio entregue em condições adequadas	abr/20	100%
Equipe operacional	Selecionar e contratar equipe operacional administrativa	Equipe operacional administrativa contratada	dez/20	100%
Instalação do Projeto CIEnCIA	Divulgar a iniciativa, selecionar os estudantes e dar início às atividades educacionais	Projeto divulgado, estudantes selecionados e atividades educacionais iniciadas	dez/20	0% A execução da atividade depende do credenciamento da instituição e da autorização de curso pelo INEP, previstos para 2021. Ademais, em função da pandemia, atividades dessa natureza foram suspensas por tempo indeterminado.

## ANEXO 3 – Lista de Bolsistas e Pós-Doutores

As informações listadas abaixo correspondem a todos os termos de outorga de bolsas de mestrado, doutorado e pós-doutorado associados ao CNPEM em 2019, podendo, portanto, conter nomes duplicados (hachurados). A diferença entre o número de bolsista e o número de bolsas decorre das alterações de modalidade de bolsa ou de agências de fomento realizados ao longo do ano.

Matrícula	Modalidade	Nome	LN	Ag Fomento	Pos Grad Vinc	Instituto	Universidade
137654	MESTRADO	ALEXANDRE BEO DA CRUZ	LNLS	CNPQ	FISICA	IFGW - INSTITUTO DE FISICA	UNICAMP
137902	MESTRADO	ALEXANDRE BORIN PEREIRA	LNBO	FAPESP	BIOLOGIA FUNCIONAL E MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137835	MESTRADO	ALVARO GODOY DE FIGUEIREDO	LNLS	NA	FISICA	IFUSP - INSTITUTO DE FISICA	USP
137823	MESTRADO	ANNA JULYANA VIANA CHIANCA BRILHANTE	LNBR	CNPQ	BIOLOGIA FUNCIONAL E MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137937	MESTRADO	AUGUSTO RODRIGUES LIMA	LNBR	CAPES	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137889	MESTRADO	BEATRIZ PELEGRINI BOSQUE	LNBO	NA	BIOLOGIA CELULAR E ESTRUTURAL	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137636	MESTRADO	BRUNO HENRIQUE SILVA DIAS	LNBR	CAPES	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137633	MESTRADO	CAIQUE CAMARGO MALOSPIRITO	LNBO	CAPES	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137799	MESTRADO	CARLOS VINICIUS SANTOS BATISTA	LNNANO	FAPESP	CIENCIA E TECNOLOGIA DE MATERIAIS	FC - FACULDADE DE CIENCIAS	UNESP
137837	MESTRADO	CINTHIA CRISTINA CALCHI KLEINER	LNNANO	NA	ENGENHARIA MECANICA	FEM - FACULDADE DE ENGENHARIA MECANICA	UNICAMP
137886	MESTRADO	CLEYTON ELIZEU MOREIRA SANTANA	LNLS	CAPES	FISICA AMBIENTAL	IF - INSTITUTO DE FISICA	UFMT
137898	MESTRADO	DANIELE ENRIQUETTO MASCARELLI	LNBO	CAPES	BIOCIENCIAS E TECNOLOGIA DE PRODUTOS BIOATIVOS	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137895	MESTRADO	DENISE MARIA DE ANDRADE	LNNANO	NA	CIENCIA E TECNOLOGIA DE MATERIAIS	ICTS - INSTITUTO DE CIENCIA E TECNOLOGIA DE SOROCABA	UNESP
137924	MESTRADO	DENISE MARIA DE ANDRADE	LNNANO	CAPES	CIENCIA E TECNOLOGIA DE MATERIAIS	FC - FACULDADE DE CIENCIAS	UNESP
137946	MESTRADO	DIONISIO PEDRO AMORIM NETO	LNBO	CAPES	BIOLOGIA CELULAR E ESTRUTURAL	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137742	MESTRADO	EDUARDO HENRIQUE DE TOLEDO POLDI	LNLS	CNPQ	FISICA	IFGW - INSTITUTO DE FISICA	UNICAMP
137714	MESTRADO	ELLEN KAREN BARRETO ROMAN	LNBR	CNPQ	BIOLOGIA FUNCIONAL E MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137947	MESTRADO	ELLEN KAREN BARRETO ROMAN	LNBR	NA	BIOLOGIA FUNCIONAL E MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP

137841	MESTRADO	FERNANDA BARBOSA DE GOUVEIA	LNBO	CNPQ	ENGENHARIA ELETRICA	FEEC - FACULDADE DE ENGENHARIA ELETRICA E DE COMPUTACAO	UNICAMP
137734	MESTRADO	FLAVIO HENRIQUE FERES	LNLS	FAPESP	FISICA	IFT - INSTITUTO DE FISICA TEORICA	UNESP
137838	MESTRADO	FRANCINI ALINE BELZ HESSE	LNNANO	NA	ENGENHARIA MECANICA	FEM - FACULDADE DE ENGENHARIA MECANICA	UNICAMP
137610	MESTRADO	FRANCISCO MATEUS CIRILO DA SILVA	LNLS	CNPQ	FISICA	IFGW - INSTITUTO DE FISICA	UNICAMP
137781	MESTRADO	GIULIANA EBOLI SOTORILLI	LNBO	CAPES	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137832	MESTRADO	GUILHERME ARAUJO CAMARA	LNBO	CAPES	BIOLOGIA FUNCIONAL E MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137843	MESTRADO	GUILHERME LUCIANO POZZOLI	LNNANO	CAPES	CIENCIA E TECNOLOGIA DE MATERIAIS	FC - FACULDADE DE CIENCIAS	UNESP
137703	MESTRADO	IZABELLA LUISA TAMBONES	LNBO	FAPESP	BIOCIENCIAS E TECNOLOGIA DE PRODUTOS BIOATIVOS	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137908	MESTRADO	IZABELLA LUISA TAMBONES	LNBO	NA	BIOCIENCIAS E TECNOLOGIA DE PRODUTOS BIOATIVOS	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137696	MESTRADO	JOAO GABRIEL RIBEIRO BUENO	LNBR	FAPESP	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137888	MESTRADO	JOAO VITOR PEREIRA DE GODOY	LNBO	NA	BIOLOGIA CELULAR E ESTRUTURAL	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137707	MESTRADO	JORDY ALEXANDER LARCO LASSO	LNBO	CAPES	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137866	MESTRADO	JULIA ADORNO BARBOSA	LNNANO	NA	QUIMICA	IQ - INSTITUTO DE QUIMICA	USP
137963	MESTRADO	JULIANA MARTINS DA SILVA	LNNANO	CAPES	NANOCIENCIAS E MATERIAIS AVANCADOS	QUIMICA	UFABC
137737	MESTRADO	KARINA TAMIE SHIRAKAWA	LNBO	FAPESP	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137728	MESTRADO	LEONARDO OPARACZ KUTELAK	LNLS	FAPESP	FISICA	IFGW - INSTITUTO DE FISICA	UNICAMP
137833	MESTRADO	LUIZ GUSTAVO DE FREITAS BORGES	LNLS	CNPQ	ENGENHARIA QUIMICA	FEQ - FACULDADE DE ENGENHARIA QUIMICA	UNICAMP
137607	MESTRADO	MARINA RABONI FERREIRA	LNLS	CAPES	FISICA	IFGW - INSTITUTO DE FISICA	UNICAMP
137939	MESTRADO	NADIA ANDRADE ALEIXO	LNNANO	CAPES	NANOCIENCIAS E MATERIAIS AVANCADOS	INTERDISCIPLINAR FISICA QUIMICA ENGENHARIA	UFABC
137802	MESTRADO	NATALIA OLIVEIRA DE ARAUJO	LNBR	FAPESP	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137759	MESTRADO	PALOMA CRISTINA JACKSON	LNLS	CNPQ	ENGENHARIA ELETRICA	FEEC - FACULDADE DE ENGENHARIA ELETRICA E DE COMPUTACAO	UNICAMP
137860	MESTRADO	PAULO EMILIO DOS SANTOS COSTA	LNBR	FAPESP	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137753	MESTRADO	RAFAEL ALVES MAYER	LNLS	CNPQ	FISICA	IFGW - INSTITUTO DE FISICA	UNICAMP
137762	MESTRADO	RAFAEL CAGLIARI	LNBO	FAPESP	BIOLOGIA FUNCIONAL E MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP

137852	MESTRADO	SAMANTHA GARCIA DEEKE	LNNANO	NA	CIENCIAS EXATAS E TECNOLOGIA	DEMA - DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS	UFSCAR
137880	MESTRADO	VANESSA CARRENO DIAZ	LNLS	NA	FISICA	CCT - CENTRO DE CIENCIAS E TECNOLOGIA	UFCG
137921	MESTRADO	VINICIUS ESTEVO SILVA FREHSE	LNLS	CAPES	FISICA	IFGW - INSTITUTO DE FISICA GLEB WATAGHIN	UNICAMP
137800	MESTRADO	VITOR ALEXANDRE DE OLIVEIRA LIMA	LNLS	CAPES	FISICA	CCT - CENTRO DE CIENCIAS E TECNOLOGIA	UFCG
137845	DOCTORADO	AGUYDA RAYANY CAVALCANTE BARBOSA	LNBIO	CAPES	IMUNOLOGIA BASICA E APLICADA	ICB - INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLOGICAS	UFAM
137616	DOCTORADO	ALINE FREITAS DE PAULA MELO	LNBIO	CAPES	BIOLOGIA CELULAR E ESTRUTURAL	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137577	DOCTORADO	ALINE GUIMARAES SANTANA	LNBIO	FAPESP	BIOLOGIA FUNCIONAL E MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137482	DOCTORADO	ALINE MARIA ZIGIOTTO DE MEDEIROS	LNNANO	CAPES	CIENCIAS	CENA - CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA	USP
137849	DOCTORADO	ALLINY CRISTINY DA SILVA BASTOS	LNBIO	CNPQ	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137897	DOCTORADO	AMANDA GONCALVES EUFRASIO	LNBIO	NA	BIOCIENCIAS E TECNOLOGIA DE PRODUTOS BIOATIVOS	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137200	DOCTORADO	ANA AMELIA SANCHEZ IACIA	LNBIO	FAPESP	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137597	DOCTORADO	ANA CAROLINA DE CARVALHO	LNBIO	FAPESP	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137320	DOCTORADO	ANA CAROLINA PASCHOALINI MAFRA	LNBIO	FAPESP	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137959	DOCTORADO	ANA CECILIA ALVES	LNNANO	CAPES	BIOTECNOLOGIA DE RECURSOS NATURAIS	ENGENHARIA DE PESCA	UFC
137883	DOCTORADO	ANA GABRIELA COSTA NORMANDO	LNBIO	CNPQ	ESTOMATOPATOLOGIA	FOP - FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA	UNICAMP
137794	DOCTORADO	ANDRE NAVARRO DE MIRANDA	LNLS	CAPES	ENGENHARIA QUIMICA	FEQ - FACULDADE DE ENGENHARIA QUIMICA	UNICAMP
137618	DOCTORADO	ARMANDO ARQUIMEDES PEZO LOPEZ	LNNANO	CAPES	FISICA	CCNH - CENTRO DE CIENCIAS NATURAIS E HUMANAS	UFABC
137953	DOCTORADO	BRENDA RAFFAELA DE LIMA	LNNANO	FAPESP	NANOCIENCIAS E MATERIAIS AVANÇADOS	CENTRO DE CIENCIAS HUMANAS	UFABC
137333	DOCTORADO	BRUNA CRISTINA GALLO	LNBR	CAPES	BIOENERGIA	FEA - FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS	UNICAMP
137906	DOCTORADO	BRUNA CRISTINA GALLO	LNBR	NA	BIOENERGIA	FEA - FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS	UNICAMP
137558	DOCTORADO	BRUNA DOMINGUES VIEIRA	LNBIO	CNPQ	BIOCIENCIAS E TECNOLOGIA DE PRODUTOS BIOATIVOS	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP

137899	DOCTORADO	BRUNO FOCASSIO	LNNANO	FAPESP	NANOCIENCIAS E MATERIAIS AVANÇADOS	CECS - CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIENCIAS SOCIAIS APLICADAS	UFABC
137760	DOCTORADO	BRUNO GUILHERME AGUIAR FREITAS	LNLS	FUNCAMP	ENGENHARIA ELETRICA	FEEC - FACULDADE DE ENGENHARIA ELETRICA E DE COMPUTACAO	UNICAMP
137949	DOCTORADO	CAIQUE CAMARGO MALOSPIRITO	LN BIO	CAPES	BIOLOGIA FUNCIONAL E MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137840	DOCTORADO	CARLA DE SANT ANNA FREITAS	LNBR	UNIVESP	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137771	DOCTORADO	CARLOS WILLIAM GALDINO	LNLS	CNPQ	FISICA	IFGW - INSTITUTO DE FISICA	UNICAMP
137560	DOCTORADO	CAROLINE EZEQUIEL DE PAULO DA SILVA	LNNANO	CAPES	QUIMICA	IQ - INSTITUTO DE QUIMICA	UNICAMP
137693	DOCTORADO	CIBELE CARNEIRO PESSAN	LNNANO	CNPQ	CIENCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS	CCET - CENTRO DE CIENCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA	UFSCAR
137848	DOCTORADO	CYRO VON ZUBEN DE VALEGA NEGRAO	LN BIO	CAPES	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137900	DOCTORADO	DAMARIS BATISTAO MARTIM	LNBR	FAPESP	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137574	DOCTORADO	DANIAN ALEXANDRE DUGATO	LNLS	CAPES	FISICA	CCNE - CENTRO DE CIENCIAS NATURAIS E EXATAS	UFMS
137893	DOCTORADO	DAVI DE CASTRO GOMES	LNBR	CAPES	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137655	DOCTORADO	DEBORAH CEZAR MENDONCA	LNNANO	CAPES	FISICA	IFSC - INSTITUTO DE FISICA	USP
137658	DOCTORADO	DIEGO FELIX DIAS	LNLS	CNPQ	FISICA	CENTRO DE CIENCIAS	UFC
137715	DOCTORADO	DIMITRIUS SANTIAGO PASSOS SIMOES FROES GUIMARAES	LN BIO	FAPESP	BIOLOGIA FUNCIONAL E MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137761	DOCTORADO	ELIJAH ANERTEY ABBEY	LNLS	CAPES	FISICA	DF - DEPARTAMENTO DE FISICA	UFSCAR
137474	DOCTORADO	FERNAN DAVID MARTINEZ JIMENEZ	LNBR	CAPES	ENGENHARIA QUIMICA	FEQ - FACULDADE DE ENGENHARIA QUIMICA	UNICAMP
137324	DOCTORADO	FERNANDA RODRIGUES DA COSTA	LN BIO	FAPESP	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137721	DOCTORADO	FLAVIA ELISA GALDINO	LNLS	FAPESP	QUIMICA	IQ - INSTITUTO DE QUIMICA	UNICAMP
137929	DOCTORADO	FLAVIO HENRIQUE FERES	LNLS	CNPQ	FISICA	IFGW - INSTITUTO DE FISICA GLEB WATAGHIN	UNICAMP
137502	DOCTORADO	FRANCINE COA	LNNANO	CAPES	CIENCIAS	CENA - CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA	USP
137851	DOCTORADO	FRANCINE RAMOS SCHEFFER	LNLS	NA	QUIMICA	IQ - INSTITUTO DE QUIMICA	UNICAMP
137945	DOCTORADO	FRANCISCO MATEUS CIRILO DA SIL	LNLS	CNPQ	FISICA	IFGW - INSTITUTO DE FISICA	UNICAMP
137563	DOCTORADO	GABRIEL RAVANHANI SCHLEDER	LNNANO	CAPES	NANOCIENCIAS E MATERIAIS AVANÇADOS	CECS - CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIENCIAS SOCIAIS APLICADAS	UFABC

137376	DOCTORADO	GABRIELA BORBA MONDO	LNLS	FAPESP	QUIMICA	IQ - INSTITUTO DE QUIMICA	UNICAMP
137486	DOCTORADO	GABRIELA MARIA DE ABREU GOMES	LNBR	FAPESP	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137879	DOCTORADO	GISELE CRISTINA DE LIMA	LNBR	CAPES	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137663	DOCTORADO	GUSTAVO APARECIDO LOMBARDI	LNLS	CNPQ	FISICA	IFGW - INSTITUTO DE FISICA	UNICAMP
137952	DOCTORADO	GUSTAVO MITSUI MORISHITA	LNNANO	SHELL	NANOCIENCIAS E MATERIAIS AVANÇADOS	NANOCIENCIAS E MATERIAIS AVANÇADOS	UFABC
137789	DOCTORADO	HENRIQUE NIERO	LNBR	CAPES	BIOCIENCIAS E TECNOLOGIA DE PRODUTOS BIOATIVOS	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137853	DOCTORADO	HENRIQUE PICCOLI MORENO	LNLS	FAPESP	CIENCIA E TECNOLOGIA DE MATERIAIS	FEG - FACULDADE DE ENGENHARIA DE GUARATINGUETA	UNESP
137785	DOCTORADO	HENRIQUE REAL GUIMARAES	LNBR	CAPES	BIOENERGIA	FEA - FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS	UNICAMP
137598	DOCTORADO	IRIS RENATA RIBEIRO	LNLS	FAPESP	QUIMICA	IQ - INSTITUTO DE QUIMICA	UNICAMP
137473	DOCTORADO	ISABELA MENDES BONFIM	LNBR	FAPESP	BIOLOGIA FUNCIONAL E MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137778	DOCTORADO	ISADORA FERRAZ SEMIONATTO	LNBR	FAPESP	BIOCIENCIAS E TECNOLOGIA DE PRODUTOS BIOATIVOS	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137475	DOCTORADO	JACIARA BAR	LNNANO	CAPES	QUIMICA	IQ - INSTITUTO DE QUIMICA	UNICAMP
137825	DOCTORADO	JAMILE DE OLIVEIRA SA	LNBR	FAPESP	ESTOMATOPATOLOGIA	FOP - FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA	UNICAMP
137938	DOCTORADO	JAQUELINE FALCHI DA ROCHA	LNNANO	CAPES	MANOCIENCIAS E MATERIAIS AVANÇADOS	INTERDISCIPLINAR FISICA QUIMICA ENGENHARIA	UFABC
137926	DOCTORADO	JESSICA MARCON BRESSANIN	LNBR	CAPES	BIOENERGIA	FEA - FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS	UNICAMP
137925	DOCTORADO	JOAO GABRIEL RIBEIRO BUENO	LNBR	CAPES	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137566	DOCTORADO	JOAO JULIO MENDES AGUERA	LNLS	CAPES	FISICA	IFSC - INSTITUTO DE FISICA	USP
137660	DOCTORADO	JOSE ALBERTO DIOGO	LNBR	FAPESP	BIOLOGIA FUNCIONAL E MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137754	DOCTORADO	LAIS DURCO COIMBRA	LNBR	CAPES	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137954	DOCTORADO	LARA MARQUES DAMINELLI	LNNANO	CNPQ	NANOCIENCIAS E MATERIAIS AVANÇADOS	NANOCIENCIAS E MATERIAIS AVANÇADOS	UFABC
137819	DOCTORADO	LARISSA FERNANDA FERREIRA	LNNANO	FAPESP	QUIMICA	IQ - INSTITUTO DE QUIMICA	UNICAMP
137793	DOCTORADO	LETICIA FRIGERIO CREMASCO	LNLS	CNPQ	ENGENHARIA QUIMICA	FEQ - FACULDADE DE ENGENHARIA QUIMICA	UNICAMP
137613	DOCTORADO	LETICIA MARIE MINATOGAU FERRO	LNNANO	FAPESP	QUIMICA	IQ - INSTITUTO DE QUIMICA	UNICAMP
137896	DOCTORADO	LIDIANE DE OLIVEIRA PINTO	LNNANO	CAPES	QUIMICA	IQ - INSTITUTO DE QUIMICA	UNICAMP

137882	DOCTORADO	LIDIANE SILVA FRANQUI	LNNANO	CNPQ	TECNOLOGIA	FT - FACULDADE DE TECNOLOGIA	UNICAMP
137706	DOCTORADO	LILIANE PIRES ANDRADE	LNBR	CNPQ	BIOLOGIA FUNCIONAL E MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137857	DOCTORADO	LORRANE CRISTINA CARDOZO BONFIM OLIVEIRA	LNLS	CNPQ	ENGENHARIA QUIMICA	FEQ - FACULDADE DE ENGENHARIA QUIMICA	UNICAMP
137110	DOCTORADO	LUANA NUNES SANTOS	LNBR	FAPESP	BIOLOGIA CELULAR E TECIDUAL	IB - INSTITUTO DE BIOCIENCIAS	USP
137717	DOCTORADO	LUCAS HENRIQUE FRANCISCO	LNLS	FAPESP	FISICA	IFGW - INSTITUTO DE FISICA	UNICAMP
137933	DOCTORADO	LUCIANE FENDER COERINI	LNBR	CAPES	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137602	DOCTORADO	MAIARA FERREIRA TERRA	LNBR	CAPES	BIOLOGIA FUNCIONAL E MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137509	DOCTORADO	MARCELE PANDELO MARTINS	LNBR	CAPES	BIOLOGIA FUNCIONAL E MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137763	DOCTORADO	MARIA CLAUDIA NEGRET LOPEZ	LNBR	CAPES	BIOINFORMATICA	IME - INSTITUTO DE MATEMATICA E ESTATISTICA	USP
137487	DOCTORADO	MARIANA PICCOLI GONCALVES	LNBR	CAPES	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137829	DOCTORADO	MARIELI MARIANO GONCALVES DIAS	LNBR	CAPES	BIOLOGIA FUNCIONAL E MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137775	DOCTORADO	MARINA ALVES FONTOURA	LNBR	CNPQ	BIOLOGIA CELULAR E ESTRUTURAL	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137940	DOCTORADO	MARINA RABONI FERREIRA	LNLS	FUNARBE	FISICA	IFGW - INSTITUTO DE FISICA	UNICAMP
137818	DOCTORADO	MARLI DOS REIS CANTARINO	LNLS	FAPESP	FISICA	IFSC - INSTITUTO DE FISICA	USP
137807	DOCTORADO	MAYARA CHAGAS DE AVILA	LNBR	FAPESP	BIOENERGIA	FEA - FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS	UNICAMP
137719	DOCTORADO	MIRTA NATALIA COUTOUNE	LNBR	FAPESP	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137792	DOCTORADO	MURILLO HENRIQUE DE MATOS RODRIGUES	LNNANO	CAPES	QUIMICA	DP - DEPARTAMENTO DE QUIMICA	UFSCAR
137862	DOCTORADO	NATALIA DE AGUIAR MONTENEGRO	LNBR	CAPES	PATOLOGIA MOLECULAR	FARMOL - LABORATORIO DE FARMACOLOGIA MOLECULAR	UNB
137907	DOCTORADO	NATALIA MILAN	LNBR	FAPESP	BIOENERGIA	FEA - FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS	UNICAMP
137770	DOCTORADO	OCTAVIO AUGUSTO COSTA ALMEIDA	LNBR	CNPQ	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137615	DOCTORADO	OHANNA MARIA MENEZES MADEIRO DA COSTA	LNLS	FACEPE	CIENCIA DOS MATERIAIS	CCEN - CENTRO DE CIENCIAS EXATAS E DA NATUREZA	UFPE
137960	DOCTORADO	PAULA VIEIRA RODRIGUES	LNBR	CNPQ	BIOLOGIA CELULAR E ESTRUTURAL	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137786	DOCTORADO	PILAR DIB	LNBR	FAPESP	BIOENERGIA	FEA - FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS	UNICAMP
137758	DOCTORADO	RAFAEL BONI	LNBR	FAPESP	BIOENERGIA	FEA - FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS	UNICAMP

137934	DOCTORADO	RAFAEL GIOVANINI DE LIMA	LNNANO	CAPES	PROGRAMA ESTRATEGICO EMERGENCIAL DE PREVENCAO E COMBATE A SURTOS, ENDEMIAS, EPIDEMIAS E PANDEMIAS (CAPES-EPIDEMIAS)	FISICA	UFABC
137637	DOCTORADO	RAFAEL UARTH FASSBENDER	LNLS	CAPES	FISICA, CIENCIAS EXATAS E DA TERRA	IFM - INSTITUTO DE FISICA E MATEMATICA	UFPEL
137935	DOCTORADO	RAQUEL BESTER LISZBINSKI	LNBO	FAPESP	BIOQUIMICA	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137649	DOCTORADO	RAQUEL DE SOUZA	LNBR	CAPES	BIOENERGIA	FEA - FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS	UNICAMP
137702	DOCTORADO	REBECA DE PAIVA FROES ROCHA	LNBO	FAPESP	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137746	DOCTORADO	RENAN YUJI MIYAMOTO	LNBR	FAPESP	BIOCIENCIAS E TECNOLOGIA DE PRODUTOS BIOATIVOS	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137354	DOCTORADO	RENNA KAROLINE ELOI COSTA	LNBO	FAPESP	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137656	DOCTORADO	RHUBIA SILVEIRA MARTINS ROSA	LNBO	CAPES	BIOCIENCIAS E TECNOLOGIA DE PRODUTOS BIOATIVOS	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137783	DOCTORADO	RICARDO MAGNO LOPES DA SILVA	LNNANO	CAPES	CIENCIA E TECNOLOGIA DE MATERIAIS	FC - FACULDADE DE CIENCIAS	UNESP
137624	DOCTORADO	ROBERT PRUDENCIO AMARAL	LNLS	FAPEMIG	FISICA	FISICA	UFU
137435	DOCTORADO	RODRIGO SZOSTAK	LNLS	CAPES	QUIMICA	IQ - INSTITUTO DE QUIMICA	UNICAMP
137787	DOCTORADO	ROMANA PETRY	LNNANO	FAPESP	NANOCIENCIAS E MATERIAIS AVANÇADOS	CCNA - CENTRO DE CIENCIAS NATURAIS E HUMANAS	UFABC
137329	DOCTORADO	ROSA LORIZOLLA CORDEIRO	LNBR	FAPESP	BIOLOGIA FUNCIONAL E MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137757	DOCTORADO	RUBENS SILVA COSTA	LNNANO	CAPES	CIENCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS	CCN - CENTRO DE CIENCIAS DA NATUREZA	UFPI
137824	DOCTORADO	SARAH TENELLI	LNBR	CAPES	BIOENERGIA	FEA - FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS	UNICAMP
137015	DOCTORADO	TABATA RENEE DORATIOTO	LNBO	FAPESP	BIOCIENCIAS E TECNOLOGIA DE PRODUTOS BIOATIVOS	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP
137847	DOCTORADO	TALITA ABRANTE LEITE	LNNANO	CAPES	BIOTECNOLOGIA DE RECURSOS NATURAIS	CCA - CENTRO DE CIENCIAS AGRARIAS	UFC
137505	DOCTORADO	TATIANA PARRA VELLO	LNNANO	FAPESP	QUIMICA	IQ - INSTITUTO DE QUIMICA	UNICAMP
137861	DOCTORADO	THIAGO NEITZEL	LNBR	UNIVESP	BIOENERGIA	FEA - FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS	UNICAMP
137642	DOCTORADO	YURI RAFAEL DE OLIVEIRA SILVA	LNBO	FAPESP	GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	IB - INSTITUTO DE BIOLOGIA	UNICAMP

Universidade / Programa de Pós-Graduação	DOUTORADO	MESTRADO	Total Geral
<b>UFABC</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>11</b>
FISICA	1		1
MANOCIENCIAS E MATERIAIS AVANCADOS	1		1
NANOCIENCIAS E MATERIAIS AVANCADOS	6	2	8
PROGRAMA ESTRATEGICO EMERGENCIAL DE PREVENCAO E COMBATE A SURTOS, ENDEMIAS, EPIDEMIAS E PANDEMIAS (CAPES-EPIDEMIAS)	1		1
<b>UFAM</b>	<b>1</b>		<b>1</b>
IMUNOLOGIA BASICA E APLICADA	1		1
<b>UFC</b>	<b>3</b>		<b>3</b>
BIOTECNOLOGIA DE RECURSOS NATURAIS	2		2
FISICA	1		1
<b>UFCG</b>		<b>2</b>	<b>2</b>
FISICA		2	2
<b>UFMT</b>		<b>1</b>	<b>1</b>
FISICA AMBIENTAL		1	1
<b>UFPE</b>	<b>1</b>		<b>1</b>
CIENCIA DOS MATERIAIS	1		1
<b>UFPEL</b>	<b>1</b>		<b>1</b>
FISICA, CIENCIAS EXATAS E DA TERRA	1		1
<b>UFPI</b>	<b>1</b>		<b>1</b>
CIENCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS	1		1
<b>UFSCAR</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
CIENCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS	1		1
CIENCIAS EXATAS E TECNOLOGIA		1	1
FISICA	1		1
QUIMICA	1		1

Universidade / Programa de Pós-Graduação	DOUTORADO	MESTRADO	Total Geral
<b>UFSM</b>	<b>1</b>		<b>1</b>
FISICA	1		1
<b>UFU</b>	<b>1</b>		<b>1</b>
FISICA	1		1
<b>UNB</b>	<b>1</b>		<b>1</b>
PATOLOGIA MOLECULAR	1		1
<b>UNESP</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>7</b>
CIENCIA E TECNOLOGIA DE MATERIAIS	2	4	6
FISICA		1	1
<b>UNICAMP</b>	<b>77</b>	<b>33</b>	<b>110</b>
BIOCIENCIAS E TECNOLOGIA DE PRODUTOS BIOATIVOS	7	3	10
BIOENERGIA	11		11
BIOLOGIA CELULAR E ESTRUTURAL	3	3	6
BIOLOGIA FUNCIONAL E MOLECULAR	10	6	16
BIOQUIMICA	1		1
ENGENHARIA ELETRICA	1	2	3
ENGENHARIA MECANICA		2	2
ENGENHARIA QUIMICA	4	1	5
ESTOMATOPATOLOGIA	2		2
FISICA	6	7	13
GENETICA E BIOLOGIA MOLECULAR	20	9	29
QUIMICA	11		11
TECNOLOGIA	1		1
<b>USP</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>9</b>
BIOINFORMATICA	1		1
BIOLOGIA CELULAR E TECIDUAL	1		1

Universidade / Programa de Pós-Graduação	DOUTORADO	MESTRADO	Total Geral
CIENCIAS	2		2
FISICA	3	1	4
QUIMICA		1	1
<b>Total Geral</b>	<b>108</b>	<b>46</b>	<b>154</b>

Matrícula	Modalidade	Nome	LN	Ag. Fomento
137930	POS-DOUTORADO	ALINE MARIA PASCON	LNNANO	CAPES
137801	POS-DOUTORADO	AMANDA ARAUJO SOUZA	LN BIO	FAPESP
137931	POS-DOUTORADO	AMAURI DA SILVA JUSTO JUNIOR	LN BIO	FAPESP
137909	POS-DOUTORADO	ANA CAROLINA PAGLIARONE	LN BIO	CAPES
137452	POS-DOUTORADO	ANA KARINA DE OLIVEIRA	LN BIO	FAPESP
137665	POS-DOUTORADO	ANDRESSA DA CRUZ SCHEID	LNLS	FAPESP
137344	POS-DOUTORADO	ARIANE FIDELIS BUSSO LOPES	LN BIO	FAPESP
137625	POS-DOUTORADO	ATILIO TOMAZINI JUNIOR	LN BR	FAPESP
137356	POS-DOUTORADO	BERNARDO MELO MONTES NOGUEIRA BORGES	LN BR	FAPESP
137876	POS-DOUTORADO	CAIO CESAR DE LIMA SILVA	LN BIO	FAPESP
137497	POS-DOUTORADO	CAIO GOMIDE OTONI	LNNANO	FAPESP
137850	POS-DOUTORADO	CAMILA PEDROSO SILVEIRA BUENO	LNLS	FAPESP
137643	POS-DOUTORADO	CAROLINA MORETTO CARNIELLI	LN BIO	FAPESP
137936	POS-DOUTORADO	CHARLES DAYAN FARIAS DE JESUS	LN BR	FAPESP
137755	POS-DOUTORADO	DANUSA DO CARMO	LNLS	FAPESP
137695	POS-DOUTORADO	DJANIRA RODRIGUES NEGRAO	LN BR	FAPESP
137490	POS-DOUTORADO	FABRICIO FREDO NACIUK	LN BIO	CAPES
137905	POS-DOUTORADO	FELIPE DAVID CRASTO DE LIMA	LNNANO	FAPESP
137788	POS-DOUTORADO	FELIPPE MARIANO COLOMBARI	LNNANO	CNPQ
137904	POS-DOUTORADO	FERNANDA ANGELICA SALA	LN BIO	FAPESP
137684	POS-DOUTORADO	FLAVIA CALLEFO	LNLS	CNPQ
137944	POS-DOUTORADO	FLAVIA CALLEFO	LNLS	NA
137798	POS-DOUTORADO	GABRIEL ERNESTO JARA	LN BIO	CNPQ
137752	POS-DOUTORADO	HENRIQUE TADEU CASTRO CARDIAS	LN BR	NA
137950	POS-DOUTORADO	INGRID GUADALUPE RODRIGUEZ GUTIERREZ	LNNANO	FAPESP
137662	POS-DOUTORADO	JOAO BATISTA SOUZA JUNIOR	LNNANO	FAPESP
137955	POS-DOUTORADO	JOAO VITOR SILVA ORMONDE	LN BIO	FAPESP
137951	POS-DOUTORADO	KAREN CRISTINA BEDIN	LNNANO	FINEP
137639	POS-DOUTORADO	LAILA BRITO TORRES SILVA ARAUJO	LN BIO	CNPQ
137779	POS-DOUTORADO	LEANDRO DAS MERCES SILVA	LNNANO	FAPESP
137854	POS-DOUTORADO	LEANDRO SEIJI GOTO	LN BIO	CNPQ
137731	POS-DOUTORADO	LEANDRO XAVIER NEVES	LN BIO	FAPESP
137842	POS-DOUTORADO	LEILANE ROBERTA MACARIO	LNNANO	FAPESP
137741	POS-DOUTORADO	LETICIA LEANDRO RADE	LN BR	FAPESP
135332	POS-DOUTORADO	LIVIA BEATRIZ BRENELLI DE PAIVA	LN BR	FAPESP
137433	POS-DOUTORADO	LIVIA MESQUITA DIAS LOIOLA	LNLS	FAPESP
137708	POS-DOUTORADO	LUCIANA DANIELE TRINO	LN BIO	FAPESP
137744	POS-DOUTORADO	LUIZ FERNANDO GIOLO ALVES	LN BIO	CNPQ
137651	POS-DOUTORADO	LUIZ GUSTAVO SIMAO ALBANO	LNNANO	FAPESP
137661	POS-DOUTORADO	MARA REGINA MOITINHO	LN BR	FAPESP
137519	POS-DOUTORADO	MARIANA ABRAHAO BUENO DE MORAIS	LN BR	FAPESP
137795	POS-DOUTORADO	MARIO RODRIGO DOS SANTOS SOARES	LNNANO	CAPES

Matrícula	Modalidade	Nome	LN	Ag. Fomento
137923	POS-DOUTORADO	MARTA ALVES MOITINHO	LNBR	FAPESP
137583	POS-DOUTORADO	MAXUEL DE OLIVEIRA ANDRADE	LN BIO	FAPESP
137831	POS-DOUTORADO	MYLENE CRISTINA ALVES FERREIRA REZENDE	LNBR	CAPES
137720	POS-DOUTORADO	NATHALIA CAROLINA VERISSIMO	LNNANO	FAPESP
137641	POS-DOUTORADO	PALOMA VINACHES MELGUIZO	LNLS	FAPESP
137468	POS-DOUTORADO	PLINIO SALMAZO VIEIRA	LNBR	FAPESP
137733	POS-DOUTORADO	RAFAELA SACHETTO FERNANDES	LN BIO	FAPESP
137791	POS-DOUTORADO	RENATA SANTOS RABELO	LNLS	CNPQ
137901	POS-DOUTORADO	RENATA SIGRIST	LN BIO	FUNARBE
137585	POS-DOUTORADO	RICARDO RODRIGUES DE MELO	LNBR	FAPESP
137948	POS-DOUTORADO	ROSA LORIZOLLA CORDEIRO	LNBR	NA
137844	POS-DOUTORADO	SHEILA GARCIA	LN BIO	NA
137634	POS-DOUTORADO	TANES IMAMURA DE LIMA	LN BIO	FAPESP
137727	POS-DOUTORADO	VINICIUS MARTINS DE OLIVEIRA	LN BIO	FAPESP
137958	POS-DOUTORADO	WANDERSON DA SILVA	LNNANO	CNPQ

## ANEXO 4 – Referências de Publicações Científicas, Teses e Dissertações

### 2018 - Artigo em Periódico Indexado – Externa

1. DE LIMA, C. R. M.; DE SOUZA, P. R. S.; STOPILHA, R. T.; DE MORAIS, W. A.; SILVA, G. T. M.; NUNES, J. DE S. ; WANDERLEY NETO, A. DE O.; PEREIRA, M. R.; FONSECA, J. L. C. Formation and structure of chitosan-poly(sodium methacrylate) complex nanoparticles. **Journal of Dispersion Science and Technology**, v. 39, n. 1, p. 83-91, 2018 (8205) - Fator de Impacto em 2017: 1,454.
2. RABELO NETO, R. C.; SALES, H. B. E.; INOCÊNCIO, C. V. M.; VARGA, E.; OSZKO, A.; ERDOHELYI, A.; NORONHA, F. B.; MATTOS, L. V. CO<sub>2</sub> reforming of methane over supported LaNiO<sub>3</sub> perovskite-type oxides. **Applied Catalysis B-Environmental**, v. 221, p. 349-361, 2018 (8518) - Fator de Impacto em 2017: 11,698.
3. TRAFFANO-SCHIFFO, M. V.; CASTRO- GIRALDEZ, M.; FITO, P. J.; PERULLINI, M.; SANTAGAPITA, P. R. Gums induced microstructure stability in Ca(II)-alginate beads containing lactase analyzed by SAXS. **Carbohydrate Polymers**, v. 179, p. 402-407, 2018 (8714) - Fator de Impacto em 2017: 5,158.
4. BARRIOS, A. M.; TELES, C. A.; SOUZA, P. M. DE; RABELO NETO, R. C.; JACOBS, G.; DAVIS, B. H.; BORGES, L. E. P.; NORONHA, F. B. Hydrodeoxygenation of phenol over niobia supported Pd catalyst. **Catalysis Today**, v. 302, p. 115-124, 2018 (8715) - Fator de Impacto em 2017: 4,667.
5. FARIAS, D. F.; ABREU, C. M. DE; NOVAIS, S. M. V.; MACEDO, Z. S. Tailoring luminescent colour and life persistence of undoped CdSiO<sub>3</sub>. **Journal of Luminescence**, v. 194, p. 535-541, 2018 (8726) - Fator de Impacto em 2017: 2,732.
6. CASTRO, T. P.; SILVEIRA, E. B.; RABELO NETO, R. C.; BORGES, L. E. P.; NORONHA, F. B. Study of the performance of Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and Pt/CeO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> catalysts for steam reforming of toluene, methane and mixtures. **Catalysis Today**, v. 299, p. 251-262, 2018 (8729) - Fator de Impacto em 2017: 4,667.
7. FIUZA, T. E. R.; BORGES, J. F. M.; CUNHA, J. B. M.; ANTUNES, S. R. M.; ANDRADE, A. V. C.; ANTUNES, A. C.; SOUZA, E. C. F. Iron-based inorganic pigments from residue: Preparation and application in ceramic, polymer, and paint. **Dyes and Pigments**, v. 148, p. 319-328, 2018 (8730) - Fator de Impacto em 2017: 3,767.
8. VERISSIMO, N. C.; BRITO, C. C.; AFONSO, C. R. M.; SPINELLI, J. E.; CHEUNG, N.; GARCIA, A. Microstructure characterization of a directionally solidified Mg-12wt.%Zn alloy: Equiaxed dendrites, eutectic mixture and type/morphology of intermetallics. **Materials Chemistry and Physics**, v. 204, p. 105-131, 2018 (8738) - Fator de Impacto em 2017: 2,210.
9. ESCOBAR, C. C.; RUIZ, Y. P. M.; SANTOS, J. H. Z. DOS; YE, L. Molecularly imprinted TiO<sub>2</sub> photocatalysts for degradation of diclofenac in water. **Colloids and Surfaces A-Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 538, p. 729-738. 2018 (8739) - Fator de Impacto em 2017: 2,829.
10. MARCO-BROWN, J. L.; GUZ, L.; OLIVELLI, M. S.; SCHAMPERA, B.; TORRES SÁNCHEZ, R. M.; CURUTCHET, G.; CANDAL, R. J. New insights on crystal violet dye adsorption on montmorillonite: Kinetics and surface complexes studies. **Chemical Engineering Journal**, v. 333, p. 495-504, 2018 (8740) - Fator de Impacto em 2017: 6,735.
11. BONTURIM, E.; MERÍZIO, L. G.; DOS REIS, R.; BRITO, H. F.; RODRIGUES, L. C. V.; FELINTO, M. C. F. C. Persistent luminescence of inorganic nanophosphors prepared by wet-

chemical synthesis. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 732, p. 705-715, 2018 (8744) - Fator de Impacto em 2017: 3,779.

12. RUBIO-MARCOS, F.; DEL CAMPO, A.; ROJAS-HERNANDEZ, R. E.; RAMÍREZ, M. O.; PARRA, R.; ICHIKAWA, R. U. ; RAMAJO, L. A.; BAUSÁ, L. E.; FERNÁNDEZ, J. F. Experimental evidence of charged domain walls in lead-free ferroelectric ceramics: light-driven nanodomain switching. **Nanoscale**, v. 10, n. 2, p. 705-715, 2018 (8745) - Fator de Impacto em 2017: 7,233.

13. ARIAS, D. F.; GOMEZ, A.; SOUZA, R. M.; VELEZ, J. M. Residual stress gradient of Cr and CrN thin films. **Materials Chemistry and Physics**, v. 204 p. 269-276, 2018 (8750) - Fator de Impacto em 2017: 2,210.

14. AVANSI JR., W.; MAIA, L. J. Q.; MOURÃO, H. A. J. L.; RIBEIRO, C. Role of crystallinity on the optical properties of Na<sub>2</sub>V<sub>6</sub>O<sub>16</sub> center dot 3H<sub>2</sub>O nanowires. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 731, p. 1119-1124, 2018 (8752) - Fator de Impacto em 2017: 3,779.

15. NASCIMENTO, S. A.; REZENDE, C. A. DE Combined approaches to obtain cellulose nanocrystals, nanofibrils and fermentable sugars from elephant grass. **Carbohydrate Polymers**, v. 180, p. 38-45, 2018 (8755) - Fator de Impacto em 2017: 5,158.

16. TIBOLLA, H.; PELISSARI, F. M.; MARTINS, J. T.; VICENTE, A. A.; MENEGALLI, F. C. Cellulose nanofibers produced from banana peel by chemical and mechanical treatments: Characterization and cytotoxicity assessment. **Food Hydrocolloids**, v. 75, n. 192-201, 2018 (8757) - Fator de Impacto em 2017: 5,089.

17. ARAGÃO, I. B.; RO, I.; LIU, Y.; BALL, M.; HUBER, G. W.; ZANCHET, D.; DUMESIC, J. A. Catalysts synthesized by selective deposition of Fe onto Pt for the water-gas shift reaction. **Applied Catalysis B-Environmental**, v. 222, p. 182-190, 2018 (8759) - Fator de Impacto em 2017: 11,698.

18. BOLZAN, G. R.; ABARCA, G.; GONÇALVES, W. D. G.; MATOS, C. F.; SANTOS, M. J. L.; DUPONT, J. Imprinted Naked Pt Nanoparticles on N-Doped Carbon Supports: A Synergistic Effect between Catalyst and Support. **Chemistry-A European Journal**, v.24, n. 6, p. 1365-1372, 2018 (8776) - Fator de Impacto em 2017: 5,160.

19. OLIVEIRA, R. L. DE; OLIVEIRA, C. S. DE; LANDERS, R.; CORREIA, C. R. D. Pd Nanoparticles Immobilized on Graphene Oxide/Silica Nanocomposite: Efficient and Recyclable Catalysts for Cross-Coupling Reactions. **ChemistrySelect**, v. 3, n. 2, p. 535-543, 2018 (8784) - Fator de Impacto em 2017: 1,505.

20. JOSHI, N.; SILVA, L. F. DA; JADHAV, H.; SHIMIZU, F. M.; SUMAN, P. H.; M'PEKO, J.C.; ORLANDI, M. O.; SEO, J. G.; MASTELARO, V. R.; OLIVEIRA JR., O. N. DE Yolk-shelled ZnCo<sub>2</sub>O<sub>4</sub> microspheres: Surface properties and gas sensing application. **Sensors and Actuators B-Chemical**, v. 257, p. 906-915, 2018 (8787) - Fator de Impacto em 2017: 5,667.

21. RIOS, A. C.; VILA, M. M. D. C.; LIMA, R.; DEL FIOLE, F. S.; TUBINO, M.; TEIXEIRA, J. A.; BALCÃO, V. M. Structural and functional stabilization of bacteriophage particles within the aqueous core of a W/O/W multiple emulsion: A potential biotherapeutic system for the inhalational treatment of bacterial pneumonia. **Process Biochemistry**, v. 64, p. 177-192, 2018 (8788) - Fator de Impacto em 2017: 2,616.

22. DIAS, M.; COSTA, T. A.; LIMA, T. S.; SILVA, B. L.; CHEUNG, N.; SPINELLI, J. E.; GARCIA, A. Tailoring Morphology and Size of Microstructure and Tensile Properties of Sn-5.5 wt.%Sb-1 wt.%(Cu,Ag) Solder Alloys. **Journal of Electronic Materials**, v. 47, n. 2, p. 1647-1657, 2018 (8789) - Fator de Impacto em 2017: 1,566.

23. MANTOVANI, R. A.; FURTADO, G. F.; NETTO, F. M.; CUNHA, R. L. DA Assessing the potential of whey protein fibril as emulsifier. **Journal of Food Engineering**, v. 223, p. 99-108, 2018 (8798) - Fator de Impacto em 2017: 3,197.

24. PIGNANELLI, F.; ROMERO, M.; FACCIO, R.; FERNANDEZ-WERNER, L.; MOMBRÚ, A. W. Enhancement of Lithium-Ion Transport in Poly(acrylonitrile) with Hydrogen Titanate

Nanotube Fillers as Solid Polymer Electrolytes for Lithium-Ion Battery Applications. **Journal of Physical Chemistry C**, v. 122, n. 3, p. 1492-1499, 2018 (8801) - Fator de Impacto em 2017: 4,484.

25. ÁVILA NETO, C. N.; OLIVEIRA, K. D.; AROUCA, A. M. M.; FERREIRA, R. A. R.; HORI, C. E. Interconnection between feed composition and Ni/Co ratio in (La-Ni-Co-O)-based perovskites and its effects on the stability of LPG steam reforming. **APPLIED CATALYSIS A-GENERAL**, v. 550, p. 184-197, 2018 (8802) - Fator de Impacto em 2017: 4,521.

26. MORALES, M.; DROPPA JR., R.; DE MELLO, S. R. S.; FIGUEROA, C. A.; ZANATTA, A. R.; ALVAREZ, F. Self-organized nickel nanoparticles on nanostructured silicon substrate intermediated by a titanium oxynitride (TiN<sub>x</sub>O<sub>y</sub>) interface. **AIP Advances**, v. 8, n. 1, 2018 (8809) - Fator de Impacto em 2017: 1,653.

27. BERMUDEZ, Y. H.; TRUFFAULT, L.; PULCINELLI, S. H.; SANTILLI, C. V. Sodium montmorillonite/ureasil-poly(oxyethylene) nanocomposite as potential adsorbent of cationic dye. **Applied Clay Science**, v. 152, p. 158-165, 2018 (8811) - Fator de Impacto em 2017: 3,641.

28. SALLES, R. C. M.; COUTINHO, L. H.; VEIGA, A. G.; SANT'ANNA, M. M.; SOUZA, G. G. B. DE Surface damage in cystine, an amino acid dimer, induced by keV ions. **Journal of Chemical Physics**, v. 148, n. 4, p. 045107, 2018 (8812) - Fator de Impacto em 2017: 2,843.

29. CHIALANZA, M. R.; KEUCKERIAN, R.; GONÇALVES, T. S.; CAMARGO, A. S. S. DE ; FORNARO, L. The effect of cation modifier on improving the luminescent properties of borate glasses doped with Yb<sup>3+</sup> and Er<sup>3+</sup>. **Journal of Non-Crystalline Solids**, v. 483, p. 79-85, 2018 (8827) - Fator de Impacto em 2017: 2,488.

30. LIMA, C.; HELOU NETO, E. S. Fast projection/backprojection and incremental methods applied to synchrotron light tomographic reconstruction. **Journal of Synchrotron Radiation**, v. 25, pt. 1, p. 248-256, 2018 (8829) - Fator de Impacto em 2017: 3,232.

31. JESUS, J. R.; LIMA, R. J. S.; MOURA, K. O.; DUQUE, J. G. S.; MENESES, C. T. DE Anisotropic growth of alpha-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanostructures. **Ceramics International**, v. 44, n. 4, p. 3585-3589, 2018 (8845) - Fator de Impacto em 2017: 3,057.

32. CAMPOS, E. V. R.; PROENÇA, P. L. F.; OLIVEIRA, J. L.; MELVILLE, C. C.; DELLA VECHIA, J. F.; ANDRADE, D. J.; FRACETO, L. F. Chitosan nanoparticles functionalized with beta-cyclodextrin: a promising carrier for botanical pesticides. **Scientific Reports**, v. 8, p. 2067, 2018 (8846) - Fator de Impacto em 2017: 4,122.

33. SILVA, E. T. S. G. DA ; ALVES, T. M. R. ; KUBOTA, L.T. Direct Toner Printing: A Versatile Technology for Easy Fabrication of Flexible Miniaturized Electrodes. **Electroanalysis**, v. 30, n. 2, p. 345-352, 2018 (8848) - Fator de Impacto em 2017: 2,851.

34. BARROS, A.C. DE; TAKEDA, A. A. S.; DREYER, T. R.; VELAZQUEZ- CAMPOY, A.; KOBE, B.; FONTES, M. R. DE M. DNA mismatch repair proteins MLH1 and PMS2 can be imported to the nucleus by a classical nuclear import pathway. **Biochimie**, v. 146, p. 87-96, 2018 (8849) - Fator de Impacto em 2017: 3,188.

35. GOMES, M. A.; CARVALHO, J. C.; ANDRADE, A. B.; REZENDE, M. V. DOS S.; MACEDO, Z. S.; VALERIO, M. E. G. Effects of X-ray irradiation on the Eu<sup>3+</sup> -> Eu<sup>2+</sup> conversion in CaAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> phosphors. **Optical Materials**, v. 75, p. 122-126, 2018 (8850) - Fator de Impacto em 2017: 2,320.

36. OLÍVIO, P. H. DE P.; CORREIA, L. A.; PAULA, J. H.; OLIVEIRA JR., O. N. DE; SOUZA, A. L. DE Exploring electrochemical reactivity toward ametryn of hybrid silicate films with phosphomolybdic acid. **Materials Science and Engineering B-Advanced Functional Solid-State Materials**, v. 229, p. 13-19, 2018 (8851) - Fator de Impacto em 2017: 3,316.

37. QUITÁN- LARA, H. M.; FANTUZZI, F.; NASCIMENTO, M. A. C. DO; WOLFF, M.; BOECHAT-ROBERTY, H. M. Hydrogenated Benzene in Circumstellar Environments: Insights

- into the Photostability of Super-hydrogenated PAHs. **Astrophysical Journal**, v. 854, n. 1, p. 61, 2018 (8853) - Fator de Impacto em 2017: 5,551.
38. GUO, J.; CHEN, R.; ZHU, F.-C.; SUN, S.-G.; VILLULLAS, H. M. New understandings of ethanol oxidation reaction mechanism on Pd/C and Pd<sub>2</sub>Ru/C catalysts in alkaline direct ethanol fuel cells. **Applied Catalysis B-Environmental**, v. 224, p. 602-611, 2018 (8858) - Fator de Impacto em 2017: 11,698.
39. SILVA, E. R. DA; LISTIK, E.; HAN, S. W.; ALVES, W. A.; SOARES, B. M.; REZA, M.; RUOKOLAINEN, J.; HAMLEY, I. W. Sequence length dependence in arginine/phenylalanine oligopeptides: Implications for self-assembly and cytotoxicity. **Biophysical Chemistry**, v. 233, p. 1-12, 2018 (8860) - Fator de Impacto em 2017: 1,870.
40. SALVADOR, G. H. M.; DOS SANTOS, J. I.; BORGES, R. J.; FONTES, M. R. DE M. Structural evidence for a fatty acid-independent myotoxic mechanism for a phospholipase A(2)-like toxin. **BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA-PROTEINS AND PROTEOMICS**, v. 1866, n. 3, p. 473-481, 2018 (8863) - Fator de Impacto em 2017: 2,609.
41. MATHEWS, P. D.; PATTA, A. C. M. F.; GONÇALVES, J. V.; GAMA, G. S. DOS; GARCIA, I. T. S.; MERTINS, O. Targeted Drug Delivery and Treatment of Endoparasites with Biocompatible Particles of pH-Responsive Structure. **Biomacromolecules**, v. 19, n. 2, p. 499-510, 2018 (8864) - Fator de Impacto em 2017: 5,738.
42. DESTRO, P.; KOKUMAI, T. M.; SCARPELLINI, A.; PASQUALE, LEA; MANNA, L.; COLOMBO, M.; ZANCHET, D. The Crucial Role of the Support in the Transformations of Bimetallic Nanoparticles and Catalytic Performance. **ACS Catalysis**, v. 8, n. 2, p. 1031- 1037, 2018 (8865) - Fator de Impacto em 2017: 11,384.
43. DIAS, M.; COSTA, T. A.; SILVA, B. L.; SPINELLI, J. E.; CHEUNG, N.; GARCIA, A. A comparative analysis of microstructural features, tensile properties and wettability of hypoperitectic and peritectic Sn-Sb solder alloys. **Microelectronics Reliability**, v. 81, p. 150-158, 2018 (8868) - Fator de Impacto em 2017: 1,236.
44. KATIC, V.; SANTOS, P. L.; GABRIEL, J. G.; SALOMÃO, A. A.; BONACIN, J.A. ASSEMBLY OF LOW-COST LAB-MADE PHOTOREACTOR FOR PREPARATION OF NANOMATERIALS. **Química Nova**, v. 41, n. 9, p. 105-109, 2018 (8869) - Fator de Impacto em 2017: 0,646.
45. SILVA, N. S. M. DA; SERAPHIM, T. V.; MINARI, K.; BARBOSA, L. R. S.; BORGES, J. C. Comparative studies of the low-resolution structure of two p23 co-chaperones for Hsp90 identified in Plasmodium falciparum genome. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 108, p. 193-204, 2018 (8871) - Fator de Impacto em 2017: 3,909.
46. LIRA, A. L.; FERREIRA, R. S.; TORQUATO, R. J. S.; ZHAO, H.; OLIVA, M. L. V.; HASSAN, S. A.; SCHUCK, P.; SOUSA, A. A. Binding kinetics of ultrasmall gold nanoparticles with proteins. **Nanoscale**, v. 10, n. 7, p. 3235-3244, 2018 (8872) - Fator de Impacto em 2017: 7,233.
47. SAMMARITANO, M. A. ; BUSTOS, D. G.; POBLETE, A. G.; WANNANZ, E. D. Elemental composition of PM<sub>2.5</sub> in the urban environment of San Juan, Argentina. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, n. 5, p. 4197-4203, 2018 (8875) - Fator de Impacto em 2017: 2,800.
48. RODRIGUES, A.; ALVES, M. C. M.; MORAIS, J. Following the growth of ZnO clusters on graphite by in situ X-ray Absorption Near-Edge Spectroscopy. **Materials & Design**, v. 142, p. 240-246, 2018 (8877) - Fator de Impacto em 2017: 4,525.
49. FERRARI, S.; BILOVOL, V.; PAMPILLO, L. G.; GRINBLAT, F.; ERRANDONEA, D. High pressure in-situ X-ray diffraction study on Zn-doped magnetite nanoparticles. **Solid State Sciences**, v. 77, p. 1-4, 2018 (8878) - Fator de Impacto em 2017: 1,861.
50. OLIVEIRA, M. S. ; LIMA, B. H. S.; GOURLAT, G. A. C.; MUSSI, S. V.; BORGES, G. S. M.; ORÉFICE, R. L.; FERREIRA, L. A. M. Improved Cytotoxic Effect of Doxorubicin by Its Combination with Sclareol in Solid Lipid Nanoparticle Suspension. **Journal of Nanoscience**

**and Nanotechnology**, v. 18, n. 8, p. 5609-5616, 2018 (8882) - Fator de Impacto em 2017: 1,354.

51. ECHEVERRI- ARIZA, E. A.; MASOUMI, M.; TSCHIPTSCHIN, A. P. Improvement of tensile mechanical properties in a TRIP-assisted steel by controlling of crystallographic orientation via HSQ&P processes. **Materials Science and Engineering A-Structural Materials Properties Microstructure and Processing**, v. 713, p. 223-233, 2018 (8883) - Fator de Impacto em 2017: 3,414.

52. MERTINS, O.; LOBO, S. E.; MATHEWS, P. D.; HAN, S. W. Interaction of pDNA with reverse phase chitosome. **Colloids and Surfaces A-Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 543, p. 76-82, 2018 (8885) - Fator de Impacto em 2017: 2,829.

53. KONDAVEETI, S. ; BUENO, P. V. A. DE ; CARMONA-RIBEIRO, A. M.; ESPOSITO, F. ; LINCOPAN, N.; SIERAKOWSKI, M. R.; PETRI, D. F. S. Microbicidal gentamicin-alginate hydrogels. **Carbohydrate Polymers**, v. 186, p. 159-167, 2018 (8888) - Fator de Impacto em 2017: 5,158.

54. CUSTÓDIO, J. M. F.; SANTOS, F. G.; VAZ, W. F.; CUNHA, C. E. P.; SILVEIRA, R. G. DA; ANJOS, M. M. DOS; CAMPOS, C. E. M.; MARTINS, F. T.; SILVA, C. C. DA ; OLIVEIRA, G.R.; VALVERDE, C.; BASEIA, B.; NAPOLITANO, H. B. Molecular structure of hybrid imino-chalcone in the solid state: X-ray diffraction, spectroscopy study and third-order nonlinear optical properties. **Journal of Molecular Structure**, v. 1157, p. 210-221, 2018 (8889) - Fator de Impacto em 2017: 2,011.

55. SILVA, I. G. N.; MORAIS, A. F.; ZAMBON, L. F. M.; BRITO, H. F.; MUSTAFA, D. Nanostructured CeO<sub>2</sub>:Eu<sup>3+</sup> luminophore obtained by low temperature benzenetricarboxylate method. **Optical Materials**, v. 76, p. 48-55, 2018 (8891) - Fator de Impacto em 2017: 2,320.

56. COSTA, P. V. F. DA ; SILVA, R. M. P. DA ; SUFFREDINI, H. B.; ALVES, W. A. Poly-L-Arginine-Modified Boron-Doped Diamond and Glassy Carbon Electrodes for Terbutaline Sulfate Detection. **Journal of Nanoscience and Nanotechnology**, v. 18, n. 7, p. 4551-4558, 2018 (8893) - Fator de Impacto em 2017: 1,354.

57. CARVALHO, D. R.; ARAGÃO, I. B.; ZANCHET, D. Pt-CeO<sub>2</sub> Catalysts Synthesized by Glucose Assisted Hydrothermal Method: Impact of Calcination Parameters on the Structural Properties and Catalytic Performance in PROX-CO. **Journal of Nanoscience and Nanotechnology**, v. 18, n. 5, p. 3405-3412, 2018 (8894) - Fator de Impacto em 2017: 1,354.

58. CORRADINI, P. G.; SANTOS, N. A.; PEREZ, J. Pt-Sn-Eu/C Catalysts: Application of Rare Earth Metals as Anodes in Direct Ethanol Fuel Cells. **Fuel Cells**, v. 18, n. 1, p. 73-81, 2018 (8895) - Fator de Impacto em 2017: 2,149.

59. GONÇALVES, P. H. R.; CHAGAS, T.; NASCIMENTO, V. B.; REIS, D. D. DOS; PARRA, C.; MAZZONI, M. S. C.; MALACHIAS, A.; MAGALHÃES-PANIAGO, R. Formation of BixSe Phases Upon Annealing of the Topological Insulator Bi<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>: Stabilization of In-Depth Bismuth Bilayers. **Journal of Physical Chemistry Letters**, v.9, n. 5, p. 954-960, 2018 (8899) - Fator de Impacto em 2017: 8,709.

60. COSTA, D. G.; CAPAZ, R. B.; FALCONI, R.; STRIKOS, S.; ELMASSALAMI, M. Linear magnetoresistivity in layered semimetallic CaAl<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>. **Scientific Reports**, v. 8, p. 4102, 2018 (8901) - Fator de Impacto em 2017: 4,122.

61. SILVA, L. C. E.; GERMINIANI, L. G. L.; PLIVELIC, T. S.; GONÇALVES, M. C. Solvent-free and biocompatible multiphased organic-inorganic hybrid nanocomposites. **Soft Matter**, v. 14, n. 9, p. 1709-1718, 2018 (8902) - Fator de Impacto em 2017: 3,709.

62. SILVA, C. DA ; FERNANDES, M. R.; TICIANELLI, E. A. Activity and Stability of Pt/IrO<sub>2</sub> Bifunctional Materials as Catalysts for the Oxygen Evolution/Reduction Reactions. **ACS Catalysis**, v. 8, n. 3, p. 2081-2092, 2018 (8903) - Fator de Impacto em 2017: 11,384.

63. PELLEGRINI, V. O. A.; BERNARDES, A.; REZENDE, C. A. DE; POLIKARPOV, I. Cellulose fiber size defines efficiency of enzymatic hydrolysis and impacts degree of synergy between endo- and exoglucanases. **Cellulose**, v. 25, n. 3, p. 1865-1881, 2018 (8905) - Fator de Impacto em 2017: 3,809.
64. GONZÁLEZ, J. A.; BAFICO, J. G.; VILLANUEVA, M. E.; GIORGIERI, S. A.; COPELLO, G. J. Continuous flow adsorption of ciprofloxacin by using a nanostructured chitin/graphene oxide hybrid material. **Carbohydrate Polymers**, v. 188, p. 213-220, 2018 (8906) - Fator de Impacto em 2017: 5,158.
65. ADAMSKI, J.; QADIR, M.; PEÑA SERNA, J. D.; BERNARDI, F.; BAPTISTA, D. L.; RACHE SALLES, B.; NOVAK, M. A.; MACHADO, G.; DUPONT, J. Core-Shell Fe-Pt Nanoparticles in Ionic Liquids: Magnetic and Catalytic Properties. **Journal of Physical Chemistry C**, v. 122, n. 8, p. 4641-4650, 2018 (8907) - Fator de Impacto em 2017: 4,484.
66. SOUZA, J. C.; LESSEUX, G. G.; URBANO, R. R.; RETTORI, C.; PAGLIUSO, P. G. Diffusive-like effects and possible non trivial local topology on the half-Heusler YPdBi compound. **AIP Advances**, v. 8, n. 5, p. 055713, 2018 (8909) - Fator de Impacto em 2017: 1,653.
67. PETERSEN, A. P.; FORBES, R. P.; GOVENDER, S.; KOOYMAN, P. J.; VAN STEEN, E. Effect of Alumina Modification on the Reducibility of Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Crystallites Studied on Inverse-Model Catalysts. **Catalysis Letters**, v. 148, n. 4, p. 1215-1227, 2018 (8910) - Fator de Impacto em 2017: 2,911.
68. MARTINEZ, E. D.; GARCIA-FLORES, A. F.; PASTORIZA, H.; URBANO, R. R.; RETTORI, C. Electrothermal silver nanowire thin films for In-Situ observation of thermally-driven chemical processes. **Sensors and Actuators B-Chemical**, v. 259, p. 475-483, 2018 (8911) - Fator de Impacto em 2017: 5,667.
69. BESADA, L. N.; PERUZZO, P. J.; CORTIZO, A. M.; CORTIZO, M. S. Preparation, characterization, and in vitro activity evaluation of triblock copolymer-based polymersomes for drugs delivery. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 20, n. 3, p. 67, 2018 (8914) - Fator de Impacto em 2017: 2,127.
70. SCHIANTI, J. N. DE ; NASCIMENTO, F. DO; RAMIREZ, J. C.; MACHIDA, M.; GABRIELLI, L. H.; HERNANDEZ- FIGUEROA, H. E.; MOSHKALEV, S. A. Treatment of SU-8 surfaces using atmospheric pressure dielectric barrier discharge plasma. **Journal of Vacuum Science & Technology A**, v. 36, n. 2, p. 021403, 2018 (8916) - Fator de Impacto em 2017: 1,761.
71. VIALI, W. R.; ASSIS, D. R. DE ; COUTO, G. G. DO ; MELO, W. M.; NOVAK, M. A.; JAFELICCI JR., M. Water-Based Metallic Nickel Magnetic Fluids. **Journal of Nanofluids**, v. 7, n. 1, p. 21-15, 2018 (8919) - Fator de Impacto em 2017: 0,000.
72. GALLO, I. B. C.; CARBONIO, E. A.; VILLULLAS, H. M. What Determines Electrochemical Surface Processes on Carbon Supported PdAu Nanoparticles?. **ACS Catalysis**, v. 8, n. 3, p. 1818-1827, 2018 (8920) - Fator de Impacto em 2017: 11,384.
73. MASTELARO, V. R.; ZANOTTO, E. D. X-ray Absorption Fine Structure (XAFS) Studies of Oxide Glasses A 45-Year Overview. **Materials**, v. 11, n. 2, p. 204, 2018 (8921) - Fator de Impacto em 2017: 2,467.
74. PEREZ-TABORDA, J. A.; CABALLERO-CALERO, O.; VERA-LONDONO, L.; BRIONES, F.; MARTIN-GONZALEZ, M. High Thermoelectric zT in n-Type Silver Selenide films at Room Temperature. **Advanced Energy Materials**, v. 8, n. 8, p. 1702024, 2018 (8924) - Fator de Impacto em 2017: 21,875.
75. ARENAS, M. P.; SILVEIRA, R. M.; PACHECO, C. J.; BRUNO, A. C. O.; ARAUJO, J. F. D. F.; ECKSTEIN, C. B. ; NOGUEIRA, L.; ALMEIDA, L. H. DE ; REBELLO, J. M. A.; PEREIRA, G. R. Magnetic evaluation of the external surface in cast heat-resistant steel tubes with different aging states. **Journal of Magnetism and Magnetic Materials**, v. 456, p. 346-352, 2018 (8926) - Fator de Impacto em 2017: 3,046.

76. TELIZ, E.; DIEZ, J.; FACCIO, R.; RUIZ, F.; ZINOLA, F.; DÍAZ, V. Molybdenum incorporation on AB(2) alloys-part I metallurgical and electrochemical characterization: Electrocatalytic behavior. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 744, p. 583-590, 2018 (8927) - Fator de Impacto em 2017: 3,779.
77. FERREIRA, C. S. T.; SILVA, M. G. DA; PONTES, L. G.; SANTOS, L. D.DOS; MARCONI, C. Protein Content of Cervicovaginal Fluid Is Altered During Bacterial Vaginosis. **Journal of Lower Genital Tract Disease**, v. 22, n. 2, p. 147-151, 2018 (8929) - Fator de Impacto em 2017: 1,494.
78. ESPÍRITO-SANTO, M.; REZENDE, C. A. DE; BERNARDINELLI, O. D.; PEREIRA JR., N.; CURVELO, A. A. S.; AZEVEDO, E.R.; GUIMARÃES, F. E. G.; POLIKARPOV, I. Structural and compositional changes in sugarcane bagasse subjected to hydrothermal and organosolv pretreatments and their impacts on enzymatic hydrolysis. **Industrial Crops and Products**, v. 113, p. 64-74, 2018 (8930) - Fator de Impacto em 2017: 3,849.
79. PEINETTI, A. S.; MIZRAHI, M.; REQUEJO, F. G.; BUCETA, D.; LÓPEZ-QUINTELA, M. A.; GONZÁLEZ, G. A.; BATTAGLINI, F. Synthesis of nickel entities: From highly stable zerovalent nanoclusters to nanowires. Growth control and catalytic behavior. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 516, p. 371-378, 2018 (8931) - Fator de Impacto em 2017: 5,091.
80. ROJAS, P. C. R.; TANCREDI, P.; MOSCOSO-LONDOÑO, O.; KNOBEL, M.; SOCOLOVSKY, L.M. Tuning dipolar magnetic interactions by controlling individual silica coating of iron oxide nanoparticles. **Journal of Magnetism and Magnetic Materials**, v. 451, p. 688-696, 2018 (8934) - Fator de Impacto em 2017: 3,046.
81. SILVA, R. A. DA; JACINTO, M. J.; SILVA, V. C. DA; CABANA, D. C. Urea-assisted fabrication of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@ZnO@Au composites for the catalytic photodegradation of Rhodamine-B. **Journal of Sol-Gel Science and Technology**, v. 86, p. 94-103, 2018 (8935) - Fator de Impacto em 2017: 1,745.
82. HERAS-JUARISTI, G.; AMADOR, U.; FUENTES, R. O.; CHINELATTO, A. L.; ROMERO DE PAZ, J.; RITTER, C.; FAGG, D. P.; PÉREZ-COLL, D.; MATHER, G. C. Thermal evolution of structures and conductivity of Pr-substituted BaZr<sub>0.7</sub>Ce<sub>0.2</sub>Y<sub>0.1</sub>O<sub>3-δ</sub>: potential cathode components for protonic ceramic fuel cells. **Journal of Materials Chemistry A**, v. 10, n. 13, p. 5324-5334, 2018 (8937) - Fator de Impacto em 2017: 9,931.
83. GOMES, L. E.; SILVA, M. F. DA ; GONÇALVES, R. V.; MACHADO, G.; ALCANTARA, G. B.; CAIRES, L. R. L.; WENDER, H. Synthesis and Visible-Light-Driven Photocatalytic Activity of Ta<sup>4+</sup> Self-Doped Gray Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Nanoparticles. **Journal of Physical Chemistry C**, v. 122, n. 11, p. 6014-6025, 2018 (8939) - Fator de Impacto em 2017: 4,484.
84. FERRARI, S.; GRINBLAT, F.; BILOVOL, V.; PAMPILLO, L. G.; SACCONI, F. D.; ERRANDONEA, D.; CHANQUÍA, C. M. Synthesis and characterization of Ti-doped ZrSiO<sub>4</sub> at ambient and high-pressure conditions. **Journal of Materials Science**, v. 53, n. 12, p. 8817-8825, 2018 (8940) - Fator de Impacto em 2017: 2,993.
85. MEJÍA, H. F. G.; PROCACCINI, R.A.; PELLICE, S.A. Synthesis and characterization of silver-rich coatings loaded with functionalized clay nanoparticles. **Journal of Sol-Gel Science and Technology**, v. 85, n. 3, p. 529-538, 2018 (8941) - Fator de Impacto em 2017: 1,745.
86. RAMOS, R.; SCOCA, D.; MERLO, R. B.; MARQUES, F. C.; ALVAREZ, F.; ZAGONEL, L. F. Study of nitrogen ion doping of titanium dioxide films. **Applied Surface Science**, v. 443, p. 619, 627, 2018 (8942) - Fator de Impacto em 2017: 4,439.
87. BONELLI, T. S.; PEREYRA, I. Low temperature RF plasma nitriding of self-organized TiO<sub>2</sub> nanotubes for effective bandgap reduction. **Applied Surface Science**, v. 442, p. 239-244, 2018 (8946) - Fator de Impacto em 2017: 4,439.
88. FERREIRA, F. V.; BRITO, F. S.; FRANCESCHI, W.; SIMONETTI, E. A. ; CIVIDANES, L. S.; CHIPARA, M.; LOZANO, K. Functionalized graphene oxide as reinforcement in epoxy based

nanocomposites. **Surfaces and Interfaces**, v. 10, p. 100-109, 2018 (8950) - Fator de Impacto em 2017: 0,000.

89. OPINI, V. C.; CAMPO, K. N.; MELLO, M. G. DE; LOPES, E. S. N.; CARAM JR., R. Effect of partial replacement of V with Nb on phase transformations and mechanical properties of Ti-5553 alloy. **Materials Letters**, v. 220, p. 205-208, 2018 (8958) - Fator de Impacto em 2017: 2,687.

90. PERFECTO, T. M.; ZITO, C. DE A.; MAZON, T.; VOLANTI, D. P. Flexible room-temperature volatile organic compound sensors based on reduced graphene oxide-WO<sub>3</sub> center dot 0.33H<sub>2</sub>O nano-needles. **Journal of Materials Chemistry C**, v. 6, n. 11, p. 2822-2829, 2018 (8959) - Fator de Impacto em 2017: 5,976.

91. TORRICO, R. F. A. O.; HARB, S. V.; TRENTIN, A.; UVIDA, M. C.; PULCINELLI, S. H.; SANTILLI, C. V.; HAMMER, P. Structure and properties of epoxy-siloxane-silica nanocomposite coatings for corrosion protection. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 513, p. 617-628, 2018 (8966) - Fator de Impacto em 2017: 5,091.

92. PICCININI, E.; TUNINETTI, J. S.; OTAMENDI, J. I.; MOYA, S. E.; CEOLÍN, M. R.; BATTAGLINI, F.; AZZARONI, O. Surfactants as mesogenic agents in layer-by-layer assembled polyelectrolyte/surfactant multilayers: nanoarchitected "soft" thin films displaying a tailored mesostructure. **Physical Chemistry Chemical Physics**, v. 20, n. 14, p. 9298-9308, 2018 (8967) - Fator de Impacto em 2017: 3,906.

93. RODRÍGUEZ-CALCERRADA, J.; RODRIGUES, A. M.; PERDIGUERO, P.; ANTÓNIO, C.; ATKIN, O. K.; LI, M.; COLLADA, C.; GIL, L. A molecular approach to drought-induced reduction in leaf CO<sub>2</sub> exchange in drought-resistant *Quercus ilex*. **Physiologia Plantarum**, v. 162, n. 4, p. 394-408, 2018 (8968) - Fator de Impacto em 2017: 2,580.

94. HERNÁNDEZ- MONTELONGO, J.; CORRALES UREÑA, Y. R.; MACHADO, D.; LANCELLOTI, M.; PINHEIRO, M. P.; RISCHKA, K.; LISBOA-FILHO, P. N.; COTTA, M. A. Electrostatic immobilization of antimicrobial peptides on polyethylenimine and their antibacterial effect against *Staphylococcus epidermidis*. **Colloids and Surfaces B-Biointerfaces**, v. 164, p. 370-378, 2018 (8972) - Fator de Impacto em 2017: 3,997.

95. SANTOS, M. C. DOS; KROETZ, T.; DORA, C. L.; GIACOMELLI, F. C.; FRIZON, T. E. A.; PICH, C. T.; PINTO, L. S.; SOARES, A. S.; RODEMBUSCH, F. S.; LIMA, V. R.; DAL BÓ, A. G. Elucidating *Bauhinia variegata* lectin/phosphatidylcholine interactions in lectin-containing liposomes. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 519, p. 232-241, 2018 (8974) - Fator de Impacto em 2017: 5,091.

96. MOURA, C. A. DA S.; BELMONTE, G. K.; REDDY, P. G.; GONSALVES, K. E.; WEIBEL, D. E. EUV photofragmentation study of hybrid nonchemically amplified resists containing antimony as an absorption enhancer. **RSC Advances**, v. 8, n. 20, p. 10930-10938, 2018 (8975) - Fator de Impacto em 2017: 2,936.

97. SILVA, L. F. DA; CATTO, A. C.; FLORIDO, T.; SOUZA, E. L. S.; AVANSI JR., W.; ANDRÉS, J.; AGUIR, K.; LONGO, E.; CAVALCANTE, L. S. Improving the ozone gas-sensing properties of CuWO<sub>4</sub> nanoparticles. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 748, p. 411-417, 2018 (8979) - Fator de Impacto em 2017: 3,779.

98. LOPES, O. F.; CARVALHO, K. T. G.; AVANSI JR., W.; MILORI, D. M. B. P.; RIBEIRO, C. Insights into the photocatalytic performance of Bi<sub>2</sub>O<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>/BiVO<sub>4</sub> heterostructures prepared by one-step hydrothermal method. **RSC Advances**, v. 8, n. 20, p. 10889-10897, 2018 (8980) - Fator de Impacto em 2017: 2,936.

99. MOTA, C. L.; PICKLER, A.; BRAZ, D.; BARROSO, R. C.; MANTUANO, A.; SALATA, C.; FERREIRA-MACHADO, S. C.; LAU, C. C.; DE ALMEIDA, C. E. SR-TXRF analysis of trace elements in whole blood and heart of rats: effects of irradiation with low and high doses. **Journal of Instrumentation**, v. 13, p. C04021, 2018 (8990) - Fator de Impacto em 2017: 1,258.

100. HANSTED, A. L. S.; CACURO, T. A.; NAKASHIMA, G. T.; COSTA, V. E.; YAMAMOTO, H.; YAMAJI, F. M. Use of a lignocellulosic residue as solid fuel: The effect of ash content in the energy potential. **Industrial Crops and Products**, v. 116, p. 209-214, 2018 (8993) - Fator de Impacto em 2017: 3,849.
101. PAREDES MELLONE, O. A. ; BIANCO, L. M.; CEPPI, S.A.; HÖNNICKE, M. G.; STUTZ, G. E. Background radiation in inelastic X-ray scattering and X-ray emission spectroscopy. A study for Johann-type spectrometers. **Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section A-Accelerators Spectrometers Detectors and Associated Equipment**, v. 894, p. 119-128, 2018 (8995) - Fator de Impacto em 2017: 1,336.
102. ZITO, C. DE A.; PERFECTO, T. M.; OLIVEIRA, T. N. T.; VOLANTI, D. P. Bicone-like ZnO structure as high-performance butanone sensor. **Materials Letters**, v. 223, p. 142-145, 2018 (8996) - Fator de Impacto em 2017: 2,687.
103. BEZERRA, D. M.; LUCRÉDIO, A. F.; VALENTINI, A.; ASSAF, E. M. Biogas reforming over Ni catalysts dispersed in different mixed oxides containing Zn<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup> and Zr<sup>4+</sup> cations. **Materials Research Bulletin**, v. 102, p. 186-195, 2018 (8997) - Fator de Impacto em 2017: 2,873.
104. PEINETTI, A. S.; CERETTI, H.; MIZRAHI, M.; GONZÁLEZ, G. A.; RAMÍREZ, S. A.; REQUEJO, F. G.; MONTSERRAT, J. M.; BATTAGLINI, F. Characterization and electrochemical response of DNA functionalized 2 nm gold nanoparticles confined in a nanochannel array. **Bioelectrochemistry**, v. 121, p. 169-175, 2018 (8998) - Fator de Impacto em 2017: 3,789.
105. SANTOS, C. DOS; BRUM, L. F. W. ; VASCONCELOS, R. F. DE ; VELHO, S. K.; SANTOS, J. H. Z. DOS Color and fastness of natural dyes encapsulated by a sol-gel process for dyeing natural and synthetic fibers. **Journal of Sol-Gel Science and Technology**, v. 86, n. 2, p. 351-364, 2018 (8999) - Fator de Impacto em 2017: 1,745.
106. MIYAZAKI, C. M.; MARIA, M. A. E. ; BORGES, D. D.; WOELLNER, C. F.; BRUNETTO, G.; FONSECA, A. F.; CONSTANTINO, C. J. L.; PEREIRA-DA-SILVA, M. A.; SIERVO, A. DE; GALVAO, D. S.; RIUL JR., A. Experimental and computational investigation of reduced graphene oxide nanoplatelets stabilized in poly(styrene sulfonate) sodium salt. **Journal of Materials Science**, v. 53, n. 14, p. 10049-10058, 2018 (9000) - Fator de Impacto em 2017: 2,993.
107. CORTEZ, M.L.; LORENZO, A. ; MARMISOLLÉ, W.; VON BILDERLING, C. ; MAZA, E.; PIETRASANTA, L. I.; BATTAGLINI, F.; CEOLÍN, M. R.; AZZARONI, O. Highly-organized stacked multilayers via layer-by-layer assembly of lipid-like surfactants and polyelectrolytes. Stratified supramolecular structures for (bio) electrochemical nanoarchitectonics. **Soft Matter**, v. 10, n. 14, p. 1939-1952, 2018 (9002) - Fator de Impacto em 2017: 3,709.
108. BORGES, R. P.; FERREIRA, R. A. R.; RABELO NETO, R. C.; NORONHA, F. B.; HORI, C. E. Hydrogen production by steam reforming of acetic acid using hydrotalcite type precursors. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 43, n. 16, p. 7881-7892, 2018 (9005) - Fator de Impacto em 2017: 4,229.
109. COSTA, A. L. R.; GOMES, A.; CUNHA, R. L. DA One-step ultrasound producing O/W emulsions stabilized by chitosan particles. **Food Research International**, v. 107, p. 717-725, 2018 (9008) - Fator de Impacto em 2017: 3,520.
110. PUERTO, M. A.; COSTA, T. M. H.; JORNADA, J. A. H.; BALZARETTI, N. M. Pyrolysis of alpha-aminoacids under high-pressure investigated by XPS, Raman and infrared spectroscopy. **Materials Chemistry and Physics**, v. 211, p. 107-116, 2018 (9011) - Fator de Impacto em 2017: 2,210.
111. SILVA, K. I. M. DA; BERNARDI, F.; ABARCA, G.; BAPTISTA, D. L.; SANTOS, M. J. L.; BARQUIN, L. F.; DUPONT, J.; PEDRO, I. Tuning the structure and magnetic behavior of Ni-Ir-based nanoparticles in ionic liquids. **Physical Chemistry Chemical Physics**, v. 20, n. 15, p. 10247-10257, 2018 (9015) - Fator de Impacto em 2017: 3,906.

112. MIZRAHI, M.; KRYLOVA, G.; GIOVANETTI, L. J.; RAMALLO-LÓPEZ, J. M.; LIU, Y.; SHEVCHENKO, E. V.; REQUEJO, F. G. Unexpected compositional and structural modification of CoPt<sub>3</sub> nanoparticles by extensive surface purification. **Nanoscale**, v. 10, n. 14, p. 6382-6392, 2018 (9016) - Fator de Impacto em 2017: 7,233.
113. SILVA, A. J. S. DA ; ANDRADE, A. B.; SAMPAIO, D. V.; MOULTON, B. J. A.; NASCIMENTO, P. A. M.; SILVA, R. S. DA; REZENDE, M. V. DOS S. X-ray excited optical luminescence changes induced by excess/deficiency lithium ions in rare earth doped LiAl<sub>5</sub>O<sub>8</sub>. **Journal of Luminescence**, v. 199, p. 298-301, 2018 (9017) - Fator de Impacto em 2017: 2,732.
114. SILVA, G. F. Q. DA; COLAÇO, M. V. C.; NOGUEIRA, L. P.; BRAZ, D.; SILVA, H.R.; COLAÇO, G.; BARROSO, R. C. Virtual dissection of Thoropa miliaris tadpole using phase-contrast synchrotron microtomography. **Journal of Instrumentation**, v. 13, p. C05012, 2018 (9020) - Fator de Impacto em 2017: 1,258.
115. REZENDE, M. V. DOS S.; ANDRADE, A. B.; PASCHOAL, C. W. A. Co-doping effect of Ca<sup>2+</sup> on luminescent properties of BaAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>: Eu<sup>3+</sup> phosphors. **Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena**, v. 225, p. 62-65, 2018 (9025) - Fator de Impacto em 2017: 1,601.
116. LIMA, T. A.; FARIA, L. F. O.; PASCHOAL, V. H.; RIBEIRO, M. C. C. Communication: Glass transition and melting lines of an ionic liquid. **Journal of Chemical Physics**, v. 148, n. 171101, 2018 (9026) - Fator de Impacto em 2017: 2,843.
117. ALENCAR, L. D. S.; LIMA, N. A. ; MESQUITA, A.; PROBST, L. F. D.; BATALHA, D. C.; ROSMANINHO, M. G.; FAJARDO, H. V.; BALZER, R.; BERNARDI, M. I. B. Effect of Different Synthesis Methods on the Textural Properties of Calcium Tungstate (CaWO<sub>4</sub>) and Its Catalytic Properties in the Toluene Oxidation. **Materials Research-Ibero-american Journal of Materials**, v. 23, n. 3, p. UNSP (9030) - Fator de Impacto em 2017: 1,103.
118. KOGIKOSKI JR., S.; KUBOTA, L.T. Electrochemical behavior of self-assembled DNA-gold nanoparticle lattice films. **Electrochemistry Communications**, v. 90, p. 51-55, 2018 (9031) - Fator de Impacto em 2017: 4,660.
119. SUTISNA, B.; POLYMERPOULOS, G.; MUSTEATA, V.; SOUGRAT, R.; SMILGIES, D.-M.; PEINEMANN, K. -V.; HADJICHRISTIDIS, N.; NUNES, S. P. Functionalized Nanochannels from Self-Assembled and Photomodified Poly(Styrene-*b*-Butadiene-*b*-Styrene). **Small**, v. 14, n. 18, p. 1701885, 2018 (9033) - Fator de Impacto em 2017: 9,598.
120. TOSCANI, L. M.; ZIMICZ, M. G.; MARTINS, T. S.; LAMAS, D. G.; LARRONDO, S. A. In situ X-ray absorption spectroscopy study of CuO-NiO/CeO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub> oxides: redox characterization and its effect in catalytic performance for partial oxidation of methane. **RSC Advances**, v. 8, n. 2, p. 12190-12203, 2018 (9038) - Fator de Impacto em 2017: 2,936.
121. TABOSA, M. A. M.; ANDRADE, A. R. B. DE ; LIRA, A. A. M.; SARMENTO, V. H. V.; SANTANA, D. P. DE; LEAL, L. B. Microemulsion Formulations for the Transdermal Delivery of Lapachol. **AAPS PharmSciTech**, v. 19, n. 4, p. 1837-1846, 2018 (9041) - Fator de Impacto em 2017: 2,666.
122. ROSA, L. M. T.; BOTERO, W. G.; SANTOS, J. C. C.; CACURO, T. A.; WALDMAN, W. R.; CARMO, J. B. DO; OLIVEIRA, L. C. DE Natural organic matter residue as a low cost adsorbent for aluminum. **Journal of Environmental Management**, v. 215, p. 91-99, 2018 (9042) - Fator de Impacto em 2017: 4,005.
123. GASPAROTTO, G.; SILVA, R. A.; ZAGHETE, M. A.; LONGO, E.; PERAZOLLI, L. A.; MAZON, T. Novel Route for Fabrication of ZnO nanorods-Au Nanoparticles Hybrids Directly Supported on Substrate and their Application as Gas Sensors. **Materials Research-Ibero-american Journal of Materials**, v. 21, n. 4, p. UNSP e20170796, 2018 (9043) - Fator de Impacto em 2017: 1,103.

124. MURILLO, J. L.; CABRAL, A. D.; UEHARA, M.; SILVA, V. M.; SANTOS, J. V. DOS; MUNIZ, J. R. C.; ESTROZI, L.; FENEL, D.; SILVA, W. J. G. DA; SPERANÇA, M. A. Nucleoprotein from the unique human infecting Orthobunyavirus of Simbu serogroup (Oropouche virus) forms higher order oligomers in complex with nucleic acids in vitro. **Amino Acids**, v. 50, n. 6, p. 711-721, 2018 (9044) - Fator de Impacto em 2017: 2,906.
125. FUENTES, R. O.; ACUÑA, L. M.; LEYVA, A. G.; BAKER, R. T.; PAN, H.; CHEN, X.; DELGADO-JAÉN, J. J. Physicochemical properties of nanostructured Pd/lanthanide-doped ceria spheres with high catalytic activity for CH<sub>4</sub> combustion. **Journal of Materials Chemistry A**, v. 6, n. 17, p. 7488-7499, 2018 (9049) - Fator de Impacto em 2017: 9,931.
126. MACHADO, A. T.P.; SILVA, M. M.; IULEK, J. Structural studies of glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase from *Naegleria gruberi*, the first one from phylum Percolozoa. **BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA-PROTEINS AND PROTEOMICS**, v. 1866, n. 5-6, p. 581-588, 2018 (9051) - Fator de Impacto em 2017: 2,609.
127. ARBOLEDA, D. M.; SANTILLÁN, J. M. J.; ARCE, V. B.; VAN RAAP, M. B. F.; MURACA, D.; FERNÁNDEZ, M. A.; TORRES SÁNCHEZ, R. M.; SCHINCA, D. C.; SCAFFARDI, L. B. A simple and "green" technique to synthesize long-term stability colloidal Ag nanoparticles: Fs laser ablation in a biocompatible aqueous medium. **Materials Characterization**, v. 140, p. 320-332, 2018 (9104) - Fator de Impacto em 2017: 2,892.
128. COSTA, A. L. R.; GOMES, A.; TIBOLLA, H.; MENEGALLI, F. C.; CUNHA, R. L. DA Cellulose nanofibers from banana peels as a Pickering emulsifier: High-energy emulsification processes. **Carbohydrate Polymers**, v. 194, p. 122-131, 2018 (9105) - Fator de Impacto em 2017: 5,158.
129. FERNANDEZ, C. C.; PENZA, E.; CARRO, P.; SALVAREZZA, R. C.; WILLIAMS, F. J. Electronic Structure of a Self-Assembled Monolayer with Two Surface Anchors: 6-Mercaptopurine on Au(111). **Langmuir**, v. 34, n. 20, p. 5696-5702, 2018 (9108) - Fator de Impacto em 2017: 3,789.
130. RODELLI, D.; JOVANE, L.; ROBERTS, A. P.; CYPRIANO, J.; ABREU, F.; LINS, U. Fingerprints of partial oxidation of biogenic magnetite from cultivated and natural marine magnetotactic bacteria using synchrotron radiation. **Environmental Microbiology Reports**, v. 10, n. 3, p. 337-343, 2018 (9109) - Fator de Impacto em 2017: 2,885.
131. CUNHA, D. B.; SILVESTRINI, A. V. P.; SILVA, A. C. G.; ESTEVAM, D. M. P. DE; POLLETTINI, F. L.; NAVARRO, J. DE O.; ALVES, A. A.; BERETTA, A. L. Z.; BIZZACCHI, J. M. A.; PEREIRA, L. C.; MAZZI, M. V. Mechanistic insights into functional characteristics of native crotamine. **Toxicon**, v. 146, p. 1-12, 2018 (9111) - Fator de Impacto em 2017: 2,352.
132. MONTEIRO, L. O. F.; MALACHIAS, A.; POUND-LANA, G.; PANIAGO, R.M.; MOSQUEIRA, V. C. F.; OLIVEIRA, M. C. DE; BARROS, A. L. B.; LEITE, E. A. Paclitaxel-Loaded pH-Sensitive Liposome: New Insights on Structural and Physicochemical Characterization. **Langmuir**, v. 34, n. 20, p. 5728-5737, 2018 (9115) - Fator de Impacto em 2017: 3,789.
133. GOMEZ-IRIARTE, G. A.; LABRE, C.; OLIVEIRA, L. A. S.; SINNECKER, J. P. Pure phase BiFeO<sub>3</sub> thin films sputtered over Si: A new route towards high magnetization. **Journal of Magnetism and Magnetic Materials**, v. 460, p. 83-88, 2018 (9117) - Fator de Impacto em 2017: 3,046.
134. CORDEIRO, J. M.; PANTAROTO, H. N.; PASCHOALETO, E. M.; RANGEL, E. C.; CRUZ, N. C. DA; SUKOTJO, C.; BARÃO, V. A. R. Synthesis of biofunctional coating for a TiZr alloy: Surface, electrochemical, and biological characterizations. **Applied Surface Science**, v. 452, p. 268-278, 2018 (9120) - Fator de Impacto em 2017: 4,439.
135. PAZCEL, E. M. M.; WANNAZ, E. D.; PIGNATA, M. L.; SALAZAR, M. J. *Tagetes minuta* L. Variability in Terms of Lead Phytoextraction from Polluted Soils: Is Historical Exposure a Determining Factor?. **Environmental Processes-an International Journal**, v. 5, n. 2, p. 243-259, 2018 (9121) - Fator de Impacto em 2017: 0,000.

136. ANDRADE, G. R. S.; NASCIMENTO, C. C.; SANTOS, Y. H.; COSTA, L. P. DA; ALMEIDA, L. E.; GIMENEZ, I. F. Easy preparation of gold nanostructures supported on a thiolated silica-gel for catalysis and latent fingerprint detection. **Dyes and Pigments**, v. 155, p. 202-211, 2018 (9131) - Fator de Impacto em 2017: 3,767.
137. ESCOBAR, C. C.; SANTOS, F. P. ; SANTOS, J. H. Z. DOS Effect of the amount and time of addition of a dye template on the adsorption and photocatalytic performance of molecularly imprinted silica. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 6, n. 1, p. 190-196, 2018 (9132) - Fator de Impacto em 2017: 0,000.
138. CALVO, T. R. A.; PERULLINI, M.; SANTAGAPITA, P. R. Encapsulation of betacyanins and polyphenols extracted from leaves and stems of beetroot in Ca(II)-alginate beads: A structural study. **Journal of Food Engineering**, v. 235, p. 32-40, 2018 (9133) - Fator de Impacto em 2017: 3,197.
139. JANUARIO, E. R.; NOGUEIRA, A. F.; PASTORE, H. DE O. ETS-10 Modified with CuxO Nanoparticles and Their Application for the Conversion of CO<sub>2</sub> and Water into Oxygenates. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 29, n. 7, p. 1527-1537, 2018 (9134) - Fator de Impacto em 2017: 1,444.
140. PREDIGER, P. ; CHEMINSKI, T.; NEVES, T. F. DE ; NUNES, W. B.; SABINO, L. R. ; PICONE, C. S. F.; OLIVEIRA, R. L. DE; CORREIA, C. R. D. Graphene oxide nanomaterials for the removal of non-ionic surfactant from water. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 6, n. 1, p. 1536-1545, 2018 (9135) - Fator de Impacto em 2017: 0,000.
141. JESUS, C. R. N.; MOLINA, E. F.; PULCINELLI, S. H.; SANTILLI, C. V. Highly Controlled Diffusion Drug Release from Ureasil-Poly(ethylene oxide)-Na<sup>+</sup>-Montmorillonite Hybrid Hydrogel Nanocomposites. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v. 10, n. 22, p. 19059-19068, 2018 (9136) - Fator de Impacto em 2017: 8,097.
142. MUÑOZ, M. M.; RAMOS-IBARRA, J. E.; RODRÍGUEZ-PÁEZ, J. E.; TEODORO, M. D.; MARQUES, G. E.; SANABRIA, A. R.; CAJAS, P. C.; PÁEZ, C. A.; HEINRICH, B.; COAQUIRA, J. A. H. Role of defects on the enhancement of the photocatalytic response of ZnO nanostructures. **Applied Surface Science**, v. 448, p. 646-654, 2018 (9142) - Fator de Impacto em 2017: 4,439.
143. FERMINO, T. Z.; AWANO, C. M.; MORENO, L. X.; VOLLET, D. R.; VICENTE, F. S. DE Structure and thermal stability in hydrophobic Pluronic F127-modified silica aerogels. **Microporous and Mesoporous Materials**, v. 267, p. 242-248, 2018 (9144) - Fator de Impacto em 2017: 3,649.
144. ACEBRÓN, M.; GALISTEO-LÓPEZ, J. F.; HERRERA, F. C.; MIZRAHI, M. D.; REQUEJO, F. G.; PALOMARES, F. J.; JUAREZ, B. H. Unexpected Optical Blue Shift in Large Colloidal Quantum Dots by Anionic Migration and Exchange. **Journal of Physical Chemistry Letters**, v. 9, n. 11, p. 3124-3130, 2018 (9147) - Fator de Impacto em 2017: 8,709.
145. LIMA, T. A. R. M.; VALERIO, M. E. G. X-ray absorption fine structure spectroscopy and photoluminescence study of multifunctional europium (III)-doped hydroxyapatite in the presence of cationic surfactant medium. **Journal of Luminescence**, v. 201, p. 70-76, 2018 (9148) - Fator de Impacto em 2017: 2,732.
146. CASTELHANO, D. I. ; ALMEIDA, J.; PINHEIRO, C. H. P. DE ; BERTAZZOLI, R.; RODRIGUES, C. A. Array of electrodeposited Ru-decorated TiO<sub>2</sub> nanotubes with enhanced photoresponse. **Journal of Solid State Electrochemistry**, v. 22, n. 8, p. 2445-2455, 2018 (9152) - Fator de Impacto em 2017: 2,509.
147. FERREIRA, R. C. H.; RODRIGUES, K. L. ; PIMENTEL, V. L.; RIUL JR., A.; RODRIGUES, V. Automated self-assembly and electrical characterization of nanostructured films. **MRS Communications**, v. 8, n. 2, p. 283-288, 2018 (9153) - Fator de Impacto em 2017: 3,008.
148. LAN, Z.; CALLIGARIS, G. A.; MENEZES, A. S.; SANTOS, A. O.; LAI, X.; CARDOSO, L. P.; ROBERTS, K. J. Characterization of the Structural Environment of Dithionate Ions Associated

with Their Role in the Crystal Habit Modification of Sodium Chlorate. **Crystal Growth & Design**, v. 18, n. 6, 3328-3338, 2018 (9155) - Fator de Impacto em 2017: 3,972.

149. ZORNITTA, R. L. ; SRIMUK, P.; LEE, J.; KRÜNER, B.; ASLAN, M. ; RUOTOLO, L. A. M.; PRESSER, V. Charge and Potential Balancing for Optimized Capacitive Deionization Using Lignin-Derived, Low-Cost Activated Carbon Electrodes. **ChemSusChem**, v. 11, n. 13, p. 2101-2113, 2018 (9156) - Fator de Impacto em 2017: 7,411.

150. MARTÍNEZ-FERRATÉ, O.; CHACÓN, G.; BERNARDI, F.; GREHL, T.; BRUNER, P.; DUPONT, J. Cycloaddition of carbon dioxide to epoxides catalysed by supported ionic liquids. **Catalysis Science & Technology**, v. 8, n. 12, p. 3081-3089, 2018 (9157) - Fator de Impacto em 2017: 5,365.

151. REGIS, E.; AGUIAR, L. DE O.; TUZIMOTO, P.; GIROTTO, E. ; FRIZON, T. E. A.; DAL BÓ, A. G.; ZAPP, E.; MARRA, R.; GALLARDO, H.; VIEIRA, A. A. Effect of heteroatom exchange (S/Se) in the mesomorphism and physical properties of benzochalcogenodiazole-based liquid crystals. **Dyes and Pigments**, v. 157, p. 109-116, 2018 (9159) - Fator de Impacto em 2017: 3,767.

152. MARTÍNEZ OROZCO, K.; DESSI, J. G.; AFONSO, C. R. M.; MEZA, J. M.; UNFRIED-SILGADO, J. Experimental study and thermodynamic computational simulation of phase transformations in centrifugal casting bimetallic pipe of API 5L X65Q steel and Inconel 625 alloy. **Journal of Manufacturing Processes**, v. 32, p. 318-326, 2018 (9161) - Fator de Impacto em 2017: 2,809.

153. CARVALHO, J. M. DE; NORRBO, I.; ANDO, R. A.; BRITO, H. F.; FANTINI, M. C. A.; LASTUSAARI, M. Fast, low-cost preparation of hackmanite minerals with reversible photochromic behavior using a microwave-assisted structure-conversion method. **Chemical Communications**, v. 54, n. 53, p. 7326-7329, 2018 (9164) - Fator de Impacto em 2017: 6,290.

154. PELIN, J. N. B. D.; GATTO, E.; VENANZI, M. ; CAVALIERI, F. ; OLIVEIRA, C. L. P.; MARTINHO, H. DA S.; SILVA, E. R. DA; AGUILAR, A. M. ; SOUZA, J. DOS S. DE; ALVES, W. A. Hybrid Conjugates Formed between Gold Nanoparticles and an Amyloidogenic Diphenylalanine-Cysteine Peptide. **ChemistrySelect**, v. 3, n. 24, p. 6756-6765, 2018 (9167) - Fator de Impacto em 2017: 1,505.

155. BRAUNGER, M. L.; SILVA, E. A. DA ; AWADA, H.; OLIVEIRA, V. J.; SILVA, H. S.; BÉGUÉ, D.; HIORNS, R. C.; LARTIGAU-DAGRON, C. ; OLIVATI, C. A. Langmuir and Langmuir-Blodgett films of low-bandgap polymers. **Polymer International**, v. 67, n. 8, p. 1028-1034, 2018 (9169) - Fator de Impacto em 2017: 2,352.

156. SILVA, A. M. DA ; SAHOO, P. K.; CAVALLI, A.; SOUZA, A. A.; BAKKERS, E. P. A. M.; CESAR, C. L.; JANISSEN, R.; COTTA, M. A. Nanowire Arrays as Force Sensors with Super-Resolved Localization Position Detection: Application to Optical Measurement of Bacterial Adhesion Forces. **Small Methods**, v. 2, N. 7, P. UNSP 1700411, 2018 (9172) - Fator de Impacto em 2017: 0,000.

157. DAL BÓ, A. G.; DUARTE, R. DA C.; CERCENÁ, R.; PETERSON, M.; RAFIQUE, J.; SABA, S.; ZAPP, E.; GIL, E. S. ; GONÇALVES, P. F. B.; RODEMBUSCH, F. S.; FRIZON, T. E. A. New long-chain donor-acceptor-donor pyromellitic diimide (PMDI) derivatives. A combined theoretical and experimental study. **Dyes and Pigments**, v. 157, p. 143-150, 2018 (9173) - Fator de Impacto em 2017: 3,767.

158. ALCÂNTARA, A. F. P.; FONTANA, L. A.; RIGOLIN, V. H.; ANDRADE, Y. F. S.; RIBEIRO, M. A.; BARROS, W. P.; ORNELAS, C.; MEGIATTO JR., J. D. Olefin Cyclopropanation by Radical Carbene Transfer Reactions Promoted by Cobalt(II)/Porphyrinates: Active-Metal-Template Synthesis of [2]Rotaxanes. **Angewandte Chemie-International Edition**, v. 57, n. 29, p. 8979-8983, 2018 (9174) - Fator de Impacto em 2017: 12,102.

159. TANCREDI, P.; MOSCOSO- LONDOÑO, O.; ROJAS, P. C. R.; WOLFF, U.; SOCOLOVSKY, L.M.; KNOBEL, M.; MURACA, D. Strategies to tailor the architecture of dual Ag/Fe-oxide

nano-heterocrystals-interfacial and morphology effects on the magnetic behavior. **Journal of Physics D-Applied Physics**, v. 51, n. 29, p. 295303, 2018 (9178) - Fator de Impacto em 2017: 2,373.

160. PANCOTTI, A.; WANG, J.; REZENDE, A. C. DA S. A.; SANTOS, D. P.; SIERVO, A. DE; LANDERS, R.; NASCENTE, P. A. P. Surface Characterization of NbO Islands Formed on Nb(100) by X-Ray Photoelectron Diffraction. **Topics in Catalysis**, v. 61, n.9-11, p. 784-791, 2018 (9181) - Fator de Impacto em 2017: 2,439.

161. BORGES, B. G. A. L.; VEIGA, A. G.; GIOTI, M.; LASKARAKIS, ARGIRIS; TZOUNIS, LAZAROS; LOGOTHETIDIS, STERGIOS; ROCCO, M. L. M. Surface, interface and electronic properties of F8:F8BT polymeric thin films used for organic light-emitting diode applications. **Polymer International**, v. 67, n. 6, p. 691-699, 2018 (9182) - Fator de Impacto em 2017: 2,352.

162. COSTA, S. V.; AZANA, N.T.; SHIEH, P.; MAZON, T. Synthesis of ZnO rod arrays on aluminum recyclable paper and effect of rod size on power density of eco-friendly nanogenerators. **Ceramics International**, v. 44, n.11, p. 12174-12179, 2018 (9183) - Fator de Impacto em 2017: 3,057.

163. REZENDE, M. V. DOS S.; MONTES, P. J. R.; VALERIO, M. E. G.; JACKSON, R. A. A computational and spectroscopic study of Dy<sup>3+</sup> doped BaAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> phosphors. **Optical Materials**, v. 83, p. 328-332, 2018 (9187) - Fator de Impacto em 2017: 2,320.

164. ZITO, C. DE A.; PERFECTO, T. M.; FONSECA, C. S. ; VOLANTI, D. P. Effective reduced graphene oxide sheets/hierarchical flower-like NiO composites for methanol sensing under high humidity. **New Journal of Chemistry**, v. 42, n. 11, p. 8638-8645, 2018 (9192) - Fator de Impacto em 2017: 3,201.

165. MENEZES, B. R. C.; FERREIRA, F. V.; SILVA, B. C.; SIMONETTI, E. A. ; BASTOS, T. M.; CIVIDANES, L. S.; THIM, G. P. Effects of octadecylamine functionalization of carbon nanotubes on dispersion, polarity, and mechanical properties of CNT/HDPE nanocomposites. **Journal of Materials Science**, v.53, n.20, p. 14311-14327, 2018 (9193) - Fator de Impacto em 2017: 2,993.

166. MARANGONI, V. S.; GERMANO, L. D.; SILVA, C. DE C. C. E; SOUZA, E. A. DE ; MARONEZE, C. M. Engineering two-dimensional gold nanostructures using graphene oxide nanosheets as a template. **Nanoscale**, v. 10, n. 8, p. 13315-13319, 2018 (9194) - Fator de Impacto em 2017: 7,233.

167. KASSAB, L. R. P.; KUMADA, D. K. ; SILVA, D. M. DA; GARCIA, J. A. M. Enhanced infrared-to-visible frequency upconversion in Yb<sup>3+</sup>/Er<sup>3+</sup> codoped Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-GeO<sub>2</sub> glasses with embedded silver nanoparticles. **Journal of Non-Crystalline Solids**, v. 498, p. 395-400, 2018 (9195) - Fator de Impacto em 2017: 2,488.

168. ULBRICH, K. DE F.; CAMPOS, C. E. M. Mechanochemical synthesis and characterization of Ni<sub>25</sub>Te<sub>75</sub> nanocrystalline alloy. **Journal of Materials Science**, v. 53, n. 19, p. 13442-13450, 2018 (9199) - Fator de Impacto em 2017: 2,993.

169. HERMENEGILDO, T. F.; SANTOS, T. F. A.; TORRES LÓPEZ, E. A.; AFONSO, C. R. M.; LONDONO, A. J. R. Microstructural Evolution of HSLA ISO 3183 X80M (API 5L X80) Friction Stir Welded Joints. **Metals and Materials International**, v. 24, n. 5, p. 1120-1132, 2018 (9200) - Fator de Impacto em 2017: 1,952.

170. RODRIGUES, A. V. ; LIMA, T. S.; VIDA, T. A.; BRITO, C. C.; GARCIA, A.; CHEUNG, N. Microstructure and Tensile/Corrosion Properties Relationships of Directionally Solidified Al-Cu-Ni Alloys. **Metals and Materials International**, v. 24, n. 5, p. 1058-1076, 2018 (9201) - Fator de Impacto em 2017: 1,952.

171. GONZALEZ, E. D.; AFONSO, C. R. M.; NASCENTE, P. A. P. Nanostructural characterization of sputter deposited Ti-Nb coatings by automated crystallographic

orientation mapping. **Thin Solid Films**, v. 661, p. 92-97, 2018 (9202) - Fator de Impacto em 2017: 1,939.

172. MUNOZ, P. A. R.; OLIVEIRA, C. F. DE P. ; AMURIN, L. G.; RODRIGUEZ, C. L. C.; NAGAOKA, D. A. ; TAVARES, M. I. B.; DOMINGUES, S. H.; ANDRADE, R. J. E.; FECHINE, G. J. M. Novel improvement in processing of polymer nanocomposite based on 2D materials as fillers. **Express Polymer Letters**, v. 12, n. 10, p. 930-945, 2018 (9203) - Fator de Impacto em 2017: 3,064.

173. COPETTI, G.; NUNES, E. H.; ROLIM, G. K.; SOARES, G. V.; CORRÊA, S. A.; WEIBEL, D. E.; RADTKE, C. Reversibility of Graphene Photochlorination. **Journal of Physical Chemistry C**, v. 122, n. 28, p. 16333-16338, 2018 (9207) - Fator de Impacto em 2017: 4,484.

174. KOBELINSKI, D. R. B. ; LOBATO, F. O.; THILL, A. S.; STEFFENS, L.; RAABE, M.; DONIDA, B.; VARGAS, C. R.; MOURA, D. J. ; BERNARDI, F.; POLETTO, F. S. Artificial cerium-based proenzymes confined in lyotropic liquid crystals: synthetic strategy and on-demand activation. **Journal of Materials Chemistry B**, v. 6, n. 30, p. 4920-4928, 2018 (9253) - Fator de Impacto em 2017: 4,776.

175. SUZART, K. F. ; ANDRADE, A. B.; MACEDO, Z. S.; VALERIO, M. E. G. Development of efficient scintillator materials based on LiLaP4O12 doped with rare earth ions. **Journal of Luminescence**, v. 203, p. 385-390, 2018 (9257) - Fator de Impacto em 2017: 2,732.

176. STRAUBE, B; BRIDOUX, G.; ZAPATA, C.; FERREYRA, J. M.; VILLAFUERTE, M.; SIMONELLI, G. ; ESQUINAZI, P. D.; TORRES, C. E. R.; HELUANI, S. P. Effect of Doping and Morphology on UV Emission in Low-Dimensional ZnO:Na Structures. **Physica Status Solidi B-Basic Solid State Physics**, v. 255, n. 8, p. 1800056, 2018 (9259) - Fator de Impacto em 2017: 1,729.

177. SOARES, M. C. P. ; MENDES, B. F.; SCHENKEL, E. A.; SANTOS, M. F. ; FUJIWARA, E.; SUZUKI, C. K. Kinetic and Thermodynamic Study in Pozzolan Chemical Systems as an Alternative for Chapelle Test. **Materials Research-Ibero-american Journal of Materials**, v. 21, n. 4, p. UNSP e20180131 (9264) - Fator de Impacto em 2017: 1,103.

178. ESCOBAR ATEHORTUA, J. D.; OLIVEIRA, J. P. DE ; SALVADOR, C. A. F.; FARIA, G. A.; POPLAWSKY, J. D.; RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, J.; MEI, P. R.; BABU, S. S.; LONDONO, A. J. R. Meta-equilibrium transition microstructure for maximum austenite stability and minimum hardness in a Ti-stabilized supermartensitic stainless steel. **Materials & Design**, v. 156, p. 609-621, 2018 (9266) - Fator de Impacto em 2017: 4,525.

179. TEIXEIRA, C. DE O. P. ; MONTANI, S. DA S.; PALACIO, L. A.; ZOTIN, F. M. Z. The effect of preparation methods on the thermal and chemical reducibility of Cu in Cu-Al oxides. **Dalton Transactions**, v. 47, n. 32, p. 10989-11001, 2018 (9268) - Fator de Impacto em 2017: 4,099.

180. KÄFER, K. A.; BERNARDI, H. H.; SANTOS, O. DE S.; OTUBO, L.; LIMA, N. B.; OTUBO, J. The Influence of Microstructure and Mechanical Resistance on the Shape Memory of Ecae Processed Stainless Fe-Mn-Si-Cr-Ni-Co Steel. **Materials Research-Ibero-american Journal of Materials**, v. 21, n. 5, p. UNSP e20170958, 2018 (9269) - Fator de Impacto em 2017: 1,103.

181. MARTINEZ, E. D.; URBANO, R. R.; RETTORI, C. Thermoplasmonic enhancement of upconversion in small-size doped NaGd(Y)F-4 nanoparticles coupled to gold nanostars. **Nanoscale**, v. 10, n. 30, p. 14687-14696, 2018 (9271) - Fator de Impacto em 2017: 7,233.

182. MARCILLI, R. H. M. ; CAMILO, A. P. R.; PETZHOLD, C. L.; FELISBERTI, M. I. Amphiphilic diblock copolymers based on sucrose methacrylate: RAFT polymerization and self-assembly. **Journal of Molecular Liquids**, v. 266, p. 628-639, 2018 (9274) - Fator de Impacto em 2017: 4,513.

183. CANTE, M. V.; LIMA, T. S.; BRITO, C. C.; GARCIA, A.; CHEUNG, N.; SPINELLI, J. E. An Alternative to the Recycling of Fe-Contaminated Al. **Journal of Sustainable Metallurgy**, v. 4, n.5, p. 412-426, 2018 (9275) - Fator de Impacto em 2017: 0,000.

184. SOUZA, I. F. T. DE; PETRI, D. F. S. beta-Cyclodextrin hydroxypropyl methylcellulose hydrogels for bisphenol A adsorption. **Journal of Molecular Liquids**, v. 266, p. 640-648, 2018 (9278) - Fator de Impacto em 2017: 4,513.
185. LIMA, B. G.; LOURENÇO, J. C.; NUNES, C. A.; FARIA, M. I. S. T. CA6NM stainless steel submitted to different thermal cycles in the Gleeble weld simulator. **Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering**, v. 40, n. 9, p. UNSP 453, 2018 (9279) - Fator de Impacto em 2017: 1,627.
186. TELES, C. A.; SOUZA, P. M. DE; RABELO NETO, R. C.; GRIFFIN, M. B. ; MUKARAKATE, C. ; ORTON, K. A. ; RESASCO, D. E.; NORONHA, F. B. Catalytic upgrading of biomass pyrolysis vapors and model compounds using niobia supported Pd catalyst. **Applied Catalysis B-Environmental**, v. 238, p. 38-50, 2018 (9280) - Fator de Impacto em 2017: 11,698.
187. LIMA, L. R. ; GONÇALVES, A. M. B. ; PAULOVICH, F. V.; OLIVEIRA JR., O. N. DE; RIBEIRO, S. J. L.; MORAES, M. L. Electrical Immunosensor Made with Antigenic Peptide NS5A-1 Immobilized onto Silk Fibroin for Diagnosing Hepatitis C. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 29, n. 10, p. 2054-2059, 2018 (9282) - Fator de Impacto em 2017: 1,444.
188. ECHEVERRI-ARIZA, E. A.; POPLAWSKY, J. D.; GUO, W. ; UNOCIC, K.; LONDONO, A. J. R. ; TSCHIPTSCHIN, A. P.; BABU, S. S. Evaluation of Carbon Partitioning in New Generation of Quench and Partitioning (Q&P) Steels. **Metallurgical and Materials Transactions A-Physical Metallurgy and Materials Science**, v. 49A, n. 10, p. 4809-4823, 2018 (9283) - Fator de Impacto em 2017: 1,887.
189. OLIVEIRA, F. E. R.; GALIOTE, N. A.; LIMA, F. H. B. DE Investigation of Earth-Abundant Oxygen Reduction Electrocatalysts for the Cathode of Passive Air-Breathing Direct Formate Fuel Cells. **Catalysts**, v. 8, n. 8, p. 320, 2018 (9288) - Fator de Impacto em 2017: 3,465.
190. MEDRANO, C. P. ; FREITAS, D. C. DE; CAETANO, E. P. ; RESENDE, J. A. L. C.; ALZAMORA, M.; GRANADO, E.; GALDINO, C. W. ; BAGGIO-SAITOVICH, E.; CONTINENTINO, M. A.; SANCHEZ, D. R. Magnetic frustration in low-dimensional substructures of hulsite Ni<sub>5</sub>.15Sn<sub>0.85</sub>(O<sub>2</sub>BO<sub>3</sub>)(<sub>2</sub>). **Physical Review B**, v. 98, n. 5, p. 054435, 2018 (9291) - Fator de Impacto em 2017: 3,813.
191. SILVA, R. T.; MESQUITA, A.; ZEVALLOS-MÁRQUEZ, A. M. O.; CHIARAMONTE, T.; GRATENS, X.; CHITTA, V. A.; MORBEC, J. M.; RAHMAN, G.; GARCÍA-SUÁREZ, V. M. ; DORIGUETTO, A. C.; BERNARDI, M. I. B.; CARVALHO, H.B. DE Multifunctional nanostructured Co-doped ZnO: Co spatial distribution and correlated magnetic properties. **Physical Chemistry Chemical Physics**, v. 20, n. 30, p. 20257-20269, 2018 (9293) - Fator de Impacto em 2017: 3,906.
192. CONTURBIA, G.; DURAZZO, M. ; URANO DE CARVALHO, E. F. ; RIELLA, H. G. Phase quantification in UAlx-Al dispersion targets for Mo-99 production. **Journal of Nuclear Materials**, v. 509, p. 465-477, 2018 (9295) - Fator de Impacto em 2017: 2,447.
193. SÁ, B. S. DE; ZITO, C. DE A.; PERFECTO, T. M.; VOLANTI, D. P. Production of Nanostructured Silver from Waste Radiographic Films Using a Microwave-Assisted Hydrothermal Method. **Journal of Sustainable Metallurgy**, v. 4, n. 3, p. 407-411, 2018 (9296) - Fator de Impacto em 2017: 0,000.
194. SIMON, N. M.; ABARCA, G.; SCHOLTEN, J. D.; DOMINGOS, J. B.; MECERREYES, D. ; DUPONT, J. Structural, electronic and catalytic properties of palladium nanoparticles supported on poly(ionic liquid). **APPLIED CATALYSIS A-GENERAL**, v. 562, p. 79-86, 2018 (9299) - Fator de Impacto em 2017: 4,521.
195. ASENCIOS, Y. J. O.; ASSAF, E. M. Synthesis of NiO/Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ZrO<sub>2</sub> Catalysts Prepared by One-Step Polymerization Method and Their Use in the Syngas Production from Methane. **International Journal of Chemical Engineering**, p. 9487486, 2018 (9300) - Fator de Impacto em 2017: 0,000.

196. DESTRO, P.; CANTANE, D. A.; MEIRA, D. M.; HONÓRIO, G. DOS S.; COSTA, L. S. DA; BUENO, J. M. C.; ZANCHET, D. Formation of Bimetallic Copper-Gold Alloy Nanoparticles Probed by in Situ X-ray Absorption Fine Structure Spectroscopy. **European Journal of Inorganic Chemistry**, v. 33, p. 3770-3777, 2018 (9311) - Fator de Impacto em 2017: 2,507.
197. CAMACHO, C. O. ; FALCONI, R.; ELMASSALAMI, M. Influence of chemical substitution and pressure on structure, resistivity and magnetism of  $\text{La}_{1+x}\text{Ba}_{2-x}\text{Fe}_3\text{O}_{8+\delta}$  ( $x=0, 0.5, 1; 0 < \delta < 1$ ). **Journal of Materials Science-Materials in Electronics**, v. 29, n. 18, p. 15512-15522, 2018 (9312) - Fator de Impacto em 2017: 2,324.
198. SILVA, D. A. DA; SANTISTEBAN, O. A. N. ; VASCONCELLOS, A. DE; PAULA, A. S.; ARANDA, D. A. G.; GIOTTO, M. V. ; JAEGER, C. ; NERY, J. G. Metallo-stannosilicate heterogeneous catalyst for biodiesel production using edible, non-edible and waste oils as feedstock. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 6, n. 4, p. 5488-5497, 2018 (9313) - Fator de Impacto em 2017: 0,000.
199. CARVALHO, J. M. DE; PEDROSO, C. C. S.; MACHADO, I. P. ; HÖLSÄ, J.; RODRIGUES, L. C. V.; GLUCHOWSKI, P. ; LASTUSAARI, M.; BRITO, H. F. Persistent luminescence warm-light LEDs based on Ti-doped  $\text{RE}_2\text{O}_3$  materials prepared by rapid and energy-saving microwave-assisted synthesis. **Journal of Materials Chemistry C**, v. 6, n. 33, p. 8897-8905, 2018 (9314) - Fator de Impacto em 2017: 5,976.
200. DELGADO, K. P.; RAYMUNDO- PEREIRA, P. A.; CAMPOS, A. M.; OLIVEIRA JR., O. N. DE; JANEGITZ, B. C. Ultralow Cost Electrochemical Sensor Made of Potato Starch and Carbon Black Nanoballs to Detect Tetracycline in Waters and Milk. **Electroanalysis**, v. 30, n. 9, p. 2153-2159, 2018 (9316) - Fator de Impacto em 2017: 2,851.
201. FORNARI, C. I.; RAPPL, P. H. DE O.; FORNARI, G. ; TRAVELHO, J. S.; CASTRO, S. DE ; PIRRALHO, M. J. P. ; PENA, F. S.; PERES, M. L. ; ABRAMOF, E. Structural defects and electronic phase diagram of topological insulator bismuth telluride epitaxial films. **Materials Research Express**, v. 5, n. 11, p. 116410, 2018 (9317) - Fator de Impacto em 2017: 1,151.
202. GUIMARÃES, G. G. F.; KLAIC, R. ; GIROTO, A. S. ; MARAJON, V. F.; AVANSI JR., W.; FARINAS, C. S.; RIBEIRO, C. Smart Fertilization Based on Sulfur-Phosphate Composites: Synergy among Materials in a Structure with Multiple Fertilization Roles. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 6, n. 9, p. 12187-12196, 2018 (9318) - Fator de Impacto em 2017: 6,140.
203. MATOS, B. R.; POLITANO, R. ; REY, J. F. Q.; HERMIDA-MERINO, D.; SCHADE, U. ; PUSKAR, L. ; FONSECA, F. C. Interplay of  $\alpha/\beta$ -Relaxation Dynamics and the Shape of Ionomer Building Blocks. **Scientific Reports**, v. 8, p. 13441, 2018 (9319) - Fator de Impacto em 2017: 4,122.
204. GÁRCES, D. ; WANG, H. ; BARNETT, S. A.; LEYVA, G.; NAPOLITANO, F. R.; FUENTES, R. O.; TROIANI, H. E.; MOGNI, L. V. An insight into the electrochemical performance of  $\text{La}_{0.5-x}\text{Pr}_x\text{Ba}_{0.5}\text{CoO}_3$ - as cathodes for solid oxide fuel cells: study of the  $\text{O}_2$ -reduction reaction. **Journal of Materials Chemistry A**, v. 6, n. 34, p. 16699-16709, 2018 (9322) - Fator de Impacto em 2017: 9,931.
205. PIZARRO, A.; GUTIÉRREZ-CERÓN, C. ; CORTÉS-ARRIAGA, D. ; BERNARDI, F.; BERRIOS, C. ; SILVA, J. F. ; REZENDE, M. C. ; ZAGAL, J. H. ; OÑATE, R.; PONCE, I. Building Pyridinium Molecular Wires as Axial Ligands for Tuning the Electrocatalytic Activity of Iron Phthalocyanines for the Oxygen Reduction Reaction. **ACS Catalysis**, v. 8, n. 9, p. 8406-8419, 2018 (9323) - Fator de Impacto em 2017: 11,384.
206. FERRARI, S.; BILOVOL, V.; PAMPILLO, L. G.; GRINBLAT, F.; SACCONI, F. D.; ERRANDONEA, D. Characterization of V-doped  $\text{SnO}_2$  nanoparticles at ambient and high pressures. **Materials Research Express**, v. 5, n. 12, p. 125005, 2018 (9325) - Fator de Impacto em 2017: 1,151.
207. SALAZAR, M. J.; MENOYO, E. ; FAGGIOLI, V.; GEML, J. ; CABELLO, M.; RODRIGUEZ, J. H.; MARRO, N. ; PARDO, A. ; PIGNATA, M. L.; BECERRA, A. G. Pb accumulation in spores of arbuscular

mycorrhizal fungi. **Science of the Total Environment**, v. 643, p. 238-246, 2018 (9332) - Fator de Impacto em 2017: 4,610.

208. TANCREDI, P.; MOSCOSO- LONDOÑO, O.; ROJAS, P. C. R.; KNOBEL, M.; SOCOLOVSKY, L.M. Step-by-step synthesis of iron-oxide nanoparticles attached to graphene oxide: A study on the composite properties and architecture. **Materials Research Bulletin**, v. 107, p. 255-263, 2018 (9334) - Fator de Impacto em 2017: 2,873.

209. COTO, A. L. S. ; SERAPHIM, T. V.; BATISTA, F. A. H.; SILVA, P. R. DAS D. DA ; BARRANCO, A. B. F.; TEIXEIRA, F. R.; GAVA, L. M.; BORGES, J. C. Structural and functional studies of the Leishmania braziliensis SGT co-chaperone indicate that it shares structural features with HIP and can interact with both Hsp90 and Hsp70 with similar affinities. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 118, Part A, p. 693-706, 2018 (9335) - Fator de Impacto em 2017: 3,909.

210. SANTOS, E. C.; COSTA, L. S. DA; OLIVEIRA, E. S. ; BESSA, R. A.; FREITAS, A. D. L.; OLIVEIRA, C. P. ; NASCIMENTO, R. F.; LOIOLA, A. R. Al-MCM-41 Synthesized from Kaolin via Hydrothermal Route: Structural Characterization and Use as an Efficient Adsorbent of Methylene Blue. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 29, n. 11, p. 2378-2386, 2018 (9391) - Fator de Impacto em 2017: 1,444.

211. SOARES, J. F. ; DAL PRÁ, V.; BARRALES, F. M.; SANTOS, P.; KUHN, R. C.; REZENDE, C. A. DE; MARTÍNEZ, J. ; MAZUTTI, M. A. Extraction of rice bran oil using supercritical CO<sub>2</sub> combined with Ultrasound. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v. 35, n. 2, p. 785-794, 2018 (9395) - Fator de Impacto em 2017: 0,925.

212. GRABOSKI, A. M; GALVAGNI, E. ; MANZOLI, A.; SHIMIZU, F. M.; ZAKRZEWSKI, C. A. ; WESCHENFELDER, T. A.; STEFFENS, J. ; STEFFENS, C. Lab-made electronic-nose with polyaniline sensor array used in classification of different aromas in gummy candies. **Food Research International**, v. 113, p. 309-315, 2018 (9400) - Fator de Impacto em 2017: 3,520.

213. OLIVEIRA, V. J.; CITOLINO, L. V. L. ; CAMACHO, S. A. ; ALESSIO, P.; OLIVATI, C. A. Langmuir-Schaefer films of regioregular polythiophene derivatives as VOCs sensors. **Materials Chemistry and Physics**, v. 217, p. 421-426, 2018 (9401) - Fator de Impacto em 2017: 2,210.

214. MOMBRÚ, D.; ROMERO, M.; FACCIO, R.; MOMBRÚ, A. W. Polyaniline intercalated with MoS<sub>2</sub> nanosheets: structural, electric and thermoelectric properties. **Journal of Materials Science-Materials in Electronics**, v. 29, n. 20, p. 17445-17453, 2018 (9405) - Fator de Impacto em 2017: 2,324.

215. VARGAS, P. O. ; PEREIRA, N. R.; GUIMARÃES, A. O. ; WALDMAN, W. R.; PEREIRA, V. R. Shrinkage and deformation during convective drying of calcium alginate. **LWT-Food Science and Technology**, v. 97, p. 213-222, 2018 (9408) - Fator de Impacto em 2017: 3,129.

216. LEITE, D. C.; KAKORIN, S. ; HERTLE, Y. ; HELLWEG, T.; SILVEIRA, N. P. DA Smart Starch-Poly(N-isopropylacrylamide) Hybrid Microgels: Synthesis, Structure, and Swelling Behavior. **Langmuir**, v. 34, n. 37, p. 10943-10954, 2018 (9409) - Fator de Impacto em 2017: 3,789.

217. VIEIRA, L. H.; POSSATO, L. G.; CHAVES, T. F.; PULCINELLI, S. H.; SANTILLI, C. V.; MARTINS, L. Studies on dispersion and reactivity of vanadium oxides deposited on lamellar ferrierite zeolites for condensation of glycerol into bulky products. **Molecular Catalysis**, v. 458, part.B, p. 161-170, 2018 (9411) - Fator de Impacto em 2017: 0,000.

218. FIORIN, G. L. ; SANCHÉZ-VALLET, A. ; THOMAZELLA, D. P. DE T.; PRADO, P. F. V.; NASCIMENTO, L. C.DO; FIGUEIRA, A. V. DE O. ; THOMMA, B. P. H. J. ; PEREIRA, G. A. G.; TEIXEIRA, P.J.P.L. Suppression of Plant Immunity by Fungal Chitinase-like Effectors. **Current Biology**, v. 28, n. 18, p. 3023-3030, 2018 (9412) - Fator de Impacto em 2017: 9,251.

219. GONZALEZ-ORDENES, F.; CEA, P. A.; FUENTES-UGARTE, N. ; MUÑOZ, S. M. ; ZAMORA, R. A. ; LEONARDO, D. ; GARRATT, R. C.; CASTRO-FERNANDEZ, V.; GUIXÉ, V. ADP-Dependent Kinases From the Archaeal Order Methanosarcinales Adapt to Salt by a Non-canonical Evolutionarily

Conserved Strategy. **Frontiers in Microbiology**, v. 9, p. 1305, 2018 (9421) - Fator de Impacto em 2017: 4,019.

220. ELÍAS, V. R.; CUELLO, N. I.; REQUEJO, F. G. Advances in the study of nano-structured Co/MCM-41 materials: surface and magnetic characterization. **Journal of Porous Materials**, v. 25, n. 3, p. 789-799, 2018 (9422) - Fator de Impacto em 2017: 1,858.

221. ANDRADE, E. P. DE; COSTA, B. B. A.; CHAVES, C. R.; PAULA, A. M. DE; CURY, L. A.; MALACHIAS, A.; SÁFAR, G. A. M. STM-electroluminescence from clustered C3N4 nanodomains synthesized via green chemistry process.. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 40, p. 742-747, 2018 (9423) - Fator de Impacto em 2017: 6,012.

222. CAVADA, B. S.; ARARIPE, D. A. ; SILVA, I. B. ; PINTO JR., V. R.; OSTERNE, V. J. S.; NECO, A. H. B. ; LARANJEIRA, E. P. P.; LOSSIO, C. F.; CORREIA, J. L. A.; PIRES, A. F.; ASSREUY, A. M. S.; NASCIMENTO, K. S. DO Structural studies and nociceptive activity of a native lectin from *Platypodium elegans* seeds (nPELa). **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 107, p. 236-246, 2018 (9424) - Fator de Impacto em 2017: 3,909.

223. LIMA, L. R. P. DE A.; BERNARDEZ, L. A.; SANTOS, M. G. ; SOUZA, R. C. Remediation of Clay Soils Contaminated with Potentially Toxic Elements: The Santo Amaro Lead Smelter, Brazil, Case. **Soil & Sediment Contamination**, v. 27, n. 7, p. 573-591, 2018 (9425) - Fator de Impacto em 2017: 0,969.

224. OVALLE, S.; WESTPHAL, E. ; GALLARDO, H. Ionic liquid crystals with 1,2,3-triazole + tolane core and a pendant imidazolium unit: mesophases from one- to three-dimensional molecular organisation by the variation of alkoxy chains number and spacer length. **Liquid Crystals**, v. 45, n. 6, p. 942-952, 2018 (9426) - Fator de Impacto em 2017: 2,636.

225. ROMERO, J. M.; CARRIZO, M. E.; CURTINO, J. A. Characterization of human triosephosphate isomerase S-nitrosylation. **Nitric Oxide-Biology and Chemistry**, v. 77, p. 26-34, 2018 (9427) - Fator de Impacto em 2017: 4,367.

226. CAVADA, B. S.; SILVA, M. T. L.; OSTERNE, V. J. S.; PINTO JR., V. R.; NASCIMENTO, A. P. M.; WOLIN, I. A. V.; HEINRICH, I. A.; NOBRE, C. A. S.; MOREIRA, C. G. ; LOSSIO, C. F.; ROCHA, C. R. C.; MARTINS, J. L. ; NASCIMENTO, K. S. DO; LEAL, R. B. Canavalia bonariensis lectin: Molecular bases of glycoconjugates interaction and antiglioma potential.. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.106, p. 369-378, 2018 (9428) - Fator de Impacto em 2017: 3,909.

227. ZOTIN, F. M. Z.; LOPES, D. ; PALACIO, L. A. Copper-nickel catalysts from hydrotalcite precursors: The performance in NO reduction by CO. **Applied Catalysis B-Environmental**, v. 237, p. 327-338, 2018 (9429) - Fator de Impacto em 2017: 11,698.

228. EVANGELISTA, D. E. ; KADOWAKI, M. A. S.; MELLO, B. L. S. DE P. ; POLIKARPOV, I. Biochemical and biophysical characterization of novel GH10 xylanase prospected from a sugar cane bagasse compost-derived microbial consortia. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 109, p. 560-568, 2018 (9430) - Fator de Impacto em 2017: 3,909.

229. DURAN, N. M.; MEDINA-LLAMAS, M.; CASSANJI, J. G. B. ; LIMA, R. G.; ALMEIDA, E. DE; MACEDO, W. R.; MATTIA, D. ; CARVALHO, H. W. P. Bean Seedling Growth Enhancement Using Magnetite Nanoparticles.. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 66, n. 23, p. 5746-5755, 2018 (9431) - Fator de Impacto em 2017: 3,412.

230. ARAÚJO, E. A.; MANZINE, L. R.; PIIADOV, V. ; KADOWAKI, M. A. S.; POLIKARPOV, I. Biochemical characterization, low-resolution SAXS structure and an enzymatic cleavage pattern of BICel48 from *Bacillus licheniformis*.. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 111, p. 302-310, 2018 (9432) - Fator de Impacto em 2017: 3,909.

231. BELMONTE, G. K.; MOURA, C. A. DA S.; REDDY, P. G.; GONSALVES, K. E.; WEIBEL, D. E. EUV photofragmentation and oxidation of a polyarylene - Sulfonium resist: XPS and NEXAFS study. **Journal of Photochemistry and Photobiology A-Chemistry**, v. 364, p. 373-381, 2018 (9504) - Fator de Impacto em 2017: 2,891.

232. DE ROSA, R. ; SPINOZZI, F.; ITRI, R. Hydroperoxide and carboxyl groups preferential location in oxidized biomembranes experimentally determined by small angle X-ray scattering: Implications in membrane structure. **Biochimica et Biophysica Acta-Biomembranes**, v. 1860, n. 11, p. 2299-2307, 2018 (9506) - Fator de Impacto em 2017: 3,438.
233. DELTREGGIA, L. A. ; BERNARDI, M. I. B.; MESQUITA, A. Influence of La substitution on local structural and photoluminescence properties of SrTiO<sub>3</sub>:Pr phosphor. **Scripta Materialia**, v. 157, p. 15-18, 2018 (9507) - Fator de Impacto em 2017: 4,163.
234. OLIVEIRA, V. J. R. DE ; SILVA, E. A. DA ; BRAUNGER, M. L.; AWADA, H.; SANTANA, H. DE; HIORNS, R. C.; LARTIGAU-DAGRON, C. ; OLIVATI, C. A. Molecular organization relationship of low-bandgap polymers at the air water interface and in solid films. **Journal of Molecular Liquids**, v. 268, p. 114-121, 2018 (9512) - Fator de Impacto em 2017: 4,513.
235. ALMEIDA, F. A. DE ; CARNEIRO, D. G. ; MENDES, T. A. DE O. ; PINTO, U. M. ; OLIVEIRA, L. L. DE; VANETTI, M. C. D. ; BARROS, E. N-dodecanoyl-homoserine lactone influences the levels of thiol and proteins related to oxidation-reduction process in Salmonella. **PloS One**, v. 13, n. 10, p. e0204673, 2018 (9513) - Fator de Impacto em 2017: 2,766.
236. MOURA, D. S. DE ; PAZINATO, J. C. O. ; PEREIRA, M. B. ; MERTINS, O.; SILVA, E. R. DA; GARCIA, I. T. S. Poly(vinyl alcohol) as a structuring agent for peroxotungstic acid. **Journal of Molecular Liquids**, v. 269, p. 92-100, 2018 (9517) - Fator de Impacto em 2017: 4,513.
237. FASOLIN, L. H.; CERQUEIRA, M. A.; PASTRANA, L. M.; VICENTE, A. A.; CUNHA, R. L. DA Thermodynamic, rheological and structural properties of edible oils structured with LMOGs: Influence of gelator and oil phase. **Food Structure-Netherlands**, v. 16, p. 50-58, 2018 (9524) - Fator de Impacto em 2017: 0,000.
238. ZANATA, D. DE M. ; BATTIROLA, L. C.; GONÇALVES, M. C. Chemically cross-linked aerogels based on cellulose nanocrystals and polysilsesquioxane. **Cellulose**, v. 25, n. 12, p. 7225-7238, 2018 (9538) - Fator de Impacto em 2017: 3,809.
239. MASCHIO, V. J.; VIRGINIO, V. G.; FERREIRA, H. B.; ROTT, M. B. Comparative proteomic analysis of soluble and surface-enriched proteins from *Acanthamoeba castellanii* trophozoites. **Molecular and Biochemical Parasitology**, v. 225, p. 47-53, 2018 (9539) - Fator de Impacto em 2017: 1,744.
240. BALDANZA, V. A. R. ; SOUZA JR., F. G.; FILHO, S. T.; FRANCO, H. A. ; OLIVEIRA, G. E. DE; CAETANO, R. M. J. ; HERNANDEZ, J. A. R. ; LEITE, S. G. F. ; SOUSA, A. M. F. ; SILVA, A. L. N. Controlled-release fertilizer based on poly(butylene succinate)/urea/clay and its effect on lettuce growth. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 135, n. 47, p. 46858, 2018 (9540) - Fator de Impacto em 2017: 1,901.
241. PALACIO, G. ; PULCINELLI, S. H.; MAHIOU, R. ; BOYER, D. ; CHADEYRON, C. ; SANTILLI, C. V. Coupling Photoluminescence and Ionic Conduction Properties Using the Different Coordination Sites of Ureasil-Polyether Hybrid Materials. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v. 10, n. 43, p. 37364-37373, 2018 (9542) - Fator de Impacto em 2017: 8,097.
242. CREATTO, E. J. ; CECCACCI, F. ; MANCINI, G. ; SABADINI, E. Effect of the Hydrophobic Tail of a Chiral Surfactant on the Chirality of Aggregates and on the Formation of Wormlike Micelles. **Langmuir**, v. 34, n. 44, p. 13288-13295, 2018 (9545) - Fator de Impacto em 2017: 3,789.
243. MELLO, M. G. DE; DAINESE, B. P. ; CARAM JR., R.; CREMASCO, A. Influence of heating rate and aging temperature on omega and alpha phase precipitation in Ti-35Nb alloy. **Materials Characterization**, v. 145, p. 268-276, 2018 (9547) - Fator de Impacto em 2017: 2,892.
244. SOARES, A. C.; SOARES, J. C.; RODRIGUES, V. C.; FOLLMANN, H. D. M. ; ARANTES, L. M. R. B. ; CARVALHO, A. C. DE; MELENDEZ, M. E.; FREGNANI, J. H. T. G.; REIS, R. M. ; CARVALHO, A. L.; OLIVEIRA JR., O. N. DE Microfluidic-Based Genosensor To Detect Human Papillomavirus (HPV16) for Head and Neck Cancer. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v. 10, n. 43, p. 36757-36763, 2018 (9551) - Fator de Impacto em 2017: 8,097.

245. ARAGÃO, I. B.; BUENO, J. M. C.; ZANCHET, D. Platinum clusters deposited on maghemite applied to preferential oxidation of CO under hydrogen rich conditions (PROX-CO). **APPLIED CATALYSIS A-GENERAL**, v. 568, p. 86-94, 2018 (9555) - Fator de Impacto em 2017: 4,521.
246. ZITO, C. DE A.; PERFECTO, T. M.; VOLANTI, D. P. Porous CeO<sub>2</sub> nanospheres for a room temperature triethylamine sensor under high humidity conditions. **New Journal of Chemistry**, v. 42, n. 19, p. 15954-15961, 2018 (9556) - Fator de Impacto em 2017: 3,201.
247. HERRERA-MORANDE, A.; CASTRO-FERNANDEZ, V.; MERINO, F.; RAMIREZ-SARMIENTO, C. A.; FERNANDEZ, F. J.; VEGA, M. C.; GUIXÉ, V. Protein topology determines substrate-binding mechanism in homologous enzymes. **Biochimica et Biophysica Acta-General Subjects**, v. 1862, n. 12, p. 2869-2878, 2018 (9557) - Fator de Impacto em 2017: 3,679.
248. NEVES, D. M.; SANTANA-VIEIRA, D. D.; DÓRIA, M. S.; FRESCHI, L.; FERREIRA, C. F.; SOARES FILHO, W. S. DOS; COSTA, M. G. C.; COELHO FILHO, M. A. C.; MICHELI, F.; GESTEIRA, A. Recurrent water deficit causes alterations in the profile of redox proteins in citrus plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 132, p. 497-507, 2018 (9558) - Fator de Impacto em 2017: 2,718.
249. SUTISNA, B.; BILALIS, P.; MUSTEATA, V.; SMILGIES, D.-M.; PEINEMANN, K.-V.; HADJICHRISTIDIS, N.; NUNES, S. P. Self-Assembled Membranes with Featherlike and Lamellar Morphologies Containing alpha-Helical Polypeptides. **Macromolecules**, v. 51, n. 20, p. 8174-8187, 2018 (9560) - Fator de Impacto em 2017: 5,914.
250. FERREIRA, E. S.; REZENDE, C. A. DE Simple Preparation of Cellulosic Lightweight Materials from Eucalyptus Pulp. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 6, n. 11, p. 14365-14373, 2018 (9561) - Fator de Impacto em 2017: 6,140.
251. CARDOSO, F. F.; BORGES, R. J.; DREYER, T. R.; SALVADOR, G. H. M.; CAVALCANTE, W. L. G.; DAL PAI, M.; GALLACCI, M.; FONTES, M. R. DE M. Structural basis of phospholipase A<sub>2</sub>-like myotoxin inhibition by chicoric acid, a novel potent inhibitor of ophidian toxins. **Biochimica et Biophysica Acta-General Subjects**, v. 1862, n. 12, p. 2728-2737, 2018 (9563) - Fator de Impacto em 2017: 3,679.
252. SANTOS, E. C. DOS; GATES, W. P.; MICHELS, L.; JURANYI, F.; MIKKELSEN, A.; SILVA, G. J. DA; FOSSUM, J. O.; BORDALLO, H. N. The pH influence on the intercalation of the bioactive agent ciprofloxacin in fluorohectorite. **Applied Clay Science**, v. 166, p. 288-298, 2018 (9566) - Fator de Impacto em 2017: 3,641.
253. MANSANO, A. DA S.; SOUZA, J. P.; CANCINO-BERNARDI, J.; VENTURINI, F. P.; MARANGONI, V. S.; ZUCOLOTTI, V. Toxicity of copper oxide nanoparticles to Neotropical species *Ceriodaphnia silvestrii* and *Hyphessobrycon eques*. **Environmental Pollution**, v. 243, p. 723-733, 2018 (9567) - Fator de Impacto em 2017: 4,358.
254. FERREIRA, R. C. C.; LIMA, L. H. DE; BARRETO, L.; SILVA, C. C.; LANDERS, R.; SIERVO, A. DE Unraveling the Atomic Structure of Fe Intercalated under Graphene on Ir(111): A Multitechnique Approach. **Chemistry of Materials**, v. 30, n. 20, p. 7201-7210, 2018 (9569) - Fator de Impacto em 2017: 9,890.
255. AZEVEDO NETO, N. F.; LEITE, D. M. G.; LISBOA-FILHO, P. N.; SILVA, J. H. D. DA Role of the reactive sputtering deposition power in the phase control of cobalt oxide films. **Journal of Vacuum Science & Technology A**, v. 36, n. 6, p. 061512, 2018 (9578) - Fator de Impacto em 2017: 1,761.
256. COELHO, T. L.; ARIAS, S.; RODRIGUES, V. DE O.; CHIARO, S. S. X.; OLIVIERO, L.; MAUGÉ, F.; FARO JR., A. C. Characterisation and performance of hydrotalcite-derived CoMo sulphide catalysts for selective HDS in the presence of olefin. **Catalysis Science & Technology**, v. 8, n. 23, p. 6204-6216, 2018 (9595) - Fator de Impacto em 2017: 5,365.
257. CORAL, D. F.; SOTO, P. A.; BLANK, V.; VEIGA, A.; SPINELLI, E.; GONZALEZ, S.; SARACCO, G. P.; BAB, M. A.; MURACA, D.; SETTON-AVRUJ, P. C.; ROQUIN, L.; ROIG, A.; VAN RAAP, M. B. F. Nanoclusters of crystallographically aligned nanoparticles for magnetic thermotherapy:

- aqueous ferrofluid, agarose phantoms and ex vivo melanoma tumour assessment. **Nanoscale**, v. 10, n. 45, p. 21262-21274, 2018 (9597) - Fator de Impacto em 2017: 7,233.
258. MASIERO, T. S.; FELTRE, G.; SOBRAL, P. J. A. DO; CUNHA, R. L. DA; MENEGALLI, F. C. Properties of films produced from blends of pectin and gluten. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 18, p. 221-229, 2018 (9598) - Fator de Impacto em 2017: 3,347.
259. RICARDI-BRANCO, F.; CALLEFO, F.; CATALDO, R. A.; NOFFKE, N.; PESSEDA, L. C. R.; VIDAL, A. C.; BRANCO, F. C. Microbial Biofacies and the Influence of Metazoans in Holocene Deposits of the Lagoa Salgada, Rio De Janeiro State, Brazil. **Journal of Sedimentary Research**, v.88, n. 11, p. 1300-1317, 2018 (9601) - Fator de Impacto em 2017: 2,358.
260. RAMOS, M. L. P.; GALABURRI, G.; GONZÁLEZ, J. A.; PÉREZ, C. J.; VILLANUEVA, M. E.; COPELLO, G. J. Influence of GO reinforcement on keratin based smart hydrogel and its application for emerging pollutants removal. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 6, n. 6, p. 7021-7028, 2018 (9602) - Fator de Impacto em 2017: 0,000.
261. PUSZKIEL, J. A.; CASTRO RIGLOS, M. V.; RAMALLO-LÓPEZ, J. M.; MIZRAHI, M.; GEMMING, G.; PISTIDDA, C.; LAROCLETTE, P. A.; VON COLBE, J. B.; KLASSEN, T.; DORNHEIM, M.; GENNARI, F. C. New Insight on the Hydrogen Absorption Evolution of the Mg-Fe-H System under Equilibrium Conditions. **Metals**, v. 8, n. 11, p. 967, 2018 (9603) - Fator de Impacto em 2017: 1,704.
262. CASSIMIRO, D. L.; FERREIRA, L. M. B.; SOUZA, A. L. R.; FONSECA, M.; KUOKAWA, S. S. S.; SARMENTO, V. H. V.; RIBEIRO, C. A. On the influence of fatty acid chain unsaturation on supramolecular gelation of aminocarbohydrate-based supra-amphiphiles. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 134, n. 3, p. 1599-1609, 2018 (9614) - Fator de Impacto em 2017: 2,209.
263. BRAZOLIN, G. F.; SILVA, C. C. S.; SILVA, R. A. G. DA; SILVA, L. S. DA Phase transformations in an annealed Cu-9Al-10Mn-3Gd alloy. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 134, n. 3, p. 1405-1412, 2018 (9615) - Fator de Impacto em 2017: 2,209.
264. HERAS-JUARISTI, G.; AMADOR, U.; ROMERO DE PAZ, J.; FUENTES, R. O.; CHINELATTO, A. L.; RITTER, C.; FAGG, D. P.; PÉREZ-COLL, D.; MATHER, G. C. Structures, Phase Fields, and Mixed Protonic-Electronic Conductivity of Ba-Deficient, Pr-Substituted BaZr<sub>0.7</sub>Ce<sub>0.2</sub>Y<sub>0.1</sub>O<sub>3-δ</sub>. **Inorganic Chemistry**, v. 57, n. 23, p. 15023-15033, 2018 (9618) - Fator de Impacto em 2017: 4,700.
265. PASSOS, A. R.; LA FONTAINE, C.; MARTINS, L.; PULCINELLI, S. H.; SANTILLI, C. V.; BRIOIS, V. Operando XAS/Raman/MS monitoring of ethanol steam reforming reaction-regeneration cycles. **Catalysis Science & Technology**, v. 8, n. 24, p. 6297-6301, 2018 (9622) - Fator de Impacto em 2017: 5,365.
266. ALMEIDA, E. D. P.; DIPIERI, L. V.; ROSSETTI, F. C.; MARCHETTI, J. M.; BENTLEY, M. V. L. B.; NUNES, R. S.; SARMENTO, V. H. V.; VALERIO, M. E. G.; RODRIGUES JR., J. J.; MONTALVÃO, M. M.; CORREA, C. B.; LIRA, A. A. M. Skin permeation, biocompatibility and antitumor effect of chloroaluminum phthalocyanine associated to oleic acid in lipid nanoparticles. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v. 24, p. 262-273, 2018 (9623) - Fator de Impacto em 2017: 2,895.
267. MULLER, S. P.; SILVA, V. A. O.; SILVESTRINI, A. V. P.; MACEDO, L. H. DE; CAETANO, G. F.; REIS, R. M.; MAZZI, M. V. Crotoxin from *Crotalus durissus terrificus* venom: In vitro cytotoxic activity of a heterodimeric phospholipase A(2) on human cancer-derived cell lines. **Toxicon**, v. 156, p. 13-22, 2018 (9625) - Fator de Impacto em 2017: 2,352.
268. FERREIRA, G. A.; PICULLEL, L.; LOH, W. Hydration-Dependent Hierarchical Structures in Block Copolymer-Surfactant Complex Salts. **Macromolecules**, v. 51, n. 23, p. 9915-9924, 2018 (9627) - Fator de Impacto em 2017: 5,914.
269. DURAN, S.; TELLEZ, J.; MACIAS, M. A.; CAPOEN, E.; PIROVANO, C.; ROUSSEL, P.; NIEMCZYK, A.; CASTILLO, M. B.; MOGNI, L. V.; SUESCUN, L.; GAUTHIER, G. H. Study of La<sub>4</sub>BaCu<sub>5</sub>-

- $x\text{Co}_x\text{O}_{13+\delta}$  series as potential cathode materials for intermediate-temperature solid oxide fuel cell. **Solid State Ionics**, v. 326, p. 116-123, 2018 (9628) - Fator de Impacto em 2017: 2,751.
270. OLIVEIRA, R. C. DE ; MARTINS, D. E. ; BERNARDI, M. I. B.; MESQUITA, A. Zn<sub>1-x</sub>Mg<sub>x</sub>O nanoparticles prepared by the polymeric precursor method: Correlation between photoluminescence and local structure. **Optical Materials**, v. 86, p. 71-78, 2018 (9632) - Fator de Impacto em 2017: 2,320.
271. BONFIM, F. A. ; RANGEL, R. C. ; SILVA, D. M. DA; CARVALHO, D. O. ; MELO, E. G. DE; ALAYO, M. I.; KASSAB, L. R. P. A new fabrication process of pedestal waveguides based on metal dielectric composites of Yb<sup>3+</sup> /Er<sup>3+</sup> codoped PbO-GeO<sub>2</sub> thin films with gold nanoparticles. **Optical Materials**, v. 86, p. 433-440, 2018 (9633) - Fator de Impacto em 2017: 2,320.
272. ICHIKAWA, R. U. ; PARRA, J. P. R. L. L.; VALLCORBA, O. ; PERAL, I. ; YOSHITO, W. K. ; SAEKI, M. J.; TURRILLAS, X.; MARTINEZ, L. G. Cation distribution of Mn-Zn ferrite nanoparticles using pair distribution function analysis and resonant X-ray scattering. **EPL**, v. 124, n. 5, p. 56001, 2018 (9636) - Fator de Impacto em 2017: 1,834.
273. KLOSTER, G. A.; MURACA, D.; MOSCOSO- LONDOÑO, O.; KNOBEL, M.; MARCOVICH, N. E.; MOSIEWICKI, M. A. Structural analysis of magnetic nanocomposites based on chitosan. **Polymer Testing**, v. 72, p. 202-213, 2018 (9637) - Fator de Impacto em 2017: 2,247.
274. SANTANA, H. S.; SILVA JR., J. L.; TORTOLA, D. S.; TARANTO, O. P. Transesterification of sunflower oil in microchannels with circular obstructions. **Chinese Journal of Chemical Engineering**, v. 26, n. 4, p. 852-863, 2018 (9639) - Fator de Impacto em 2017: 1,712.
275. VEGA- CASTILHO, J.; PRADO, F. Study of the n=3 Ruddlesden-Popper phases LnSr(3)Fe(1.5)Co(1.5)O(10- $\delta$ ) (Ln = La, Pr, Nd) as oxygen reduction electrodes by impedance spectroscopy. **Solid State Ionics**, v. 325, p. 228-237, 2018 (9640) - Fator de Impacto em 2017: 2,751.
276. MOURA, C. A. DA S.; BELMONTE, G. K.; SEGALA, M. ; GONSALVES, K. E.; WEIBEL, D. E. Polarization Dependence in the Carbon K-Edge Photofragmentation of MAPDST Photoresist: An Experimental and Theoretical Study. **Journal of Physical Chemistry C**, v. 122, n. 50, p. 28619-28628, 2018 (9642) - Fator de Impacto em 2017: 4,484.
277. PSCHUNDER, F. ; PUIG, J.; GIOVANETTI, L. J.; HUCK-IRIART, C.; REQUEJO, F. G.; BUCETA, D.; HOPPE, C. E.; RAMALLO-LÓPEZ, J. M. New Insights into the Growth Mechanism of Ultrathin Au Nanowires from Combined in Situ EXAFS and SAXS Studies. **Journal of Physical Chemistry C**, v. 122, n. 50, p. 29051-29061, 2018 (9643) - Fator de Impacto em 2017: 4,484.
278. THEOBALDO, J. D. ; VIEIRA-JUNIOR, W. F. ; CATELAN, A. ; MAINARDI, M. DO C. A; YSNAGA, O. A. E.; RODRIGUES-FILHO, U. P; MARCHI, G. M. ; LIMA, D. A. ; AGUIAR, F. H. B. Effect of Heavy Metals Contamination from Cigarette Smoke on Sound and Caries-Like Enamel. **Microscopy and Microanalysis**, v. 24, n. 6, p. 762-767, 2018 (9644) - Fator de Impacto em 2017: 2,124.
279. SOTO, G. D. ; MEIORIN, C.; ACTIS, D. G. ; ZÉLIS, P. M.; MOSCOSO- LONDOÑO, O.; MURACA, D.; MOSIEWICKI, M. A.; MARCOVICH, N. E. Magnetic nanocomposites based on shape memory polyurethanes. **European Polymer Journal**, v. 109, p. 8-15, 2018 (9646) - Fator de Impacto em 2017: 3,741.
280. MORCELLE, V. ; MEDINA, A. ; RIBEIRO, L. C. ; PRAZERES, I.; MARINHO, R. R. T.; ARRUDA, M. S.; MENDES, L. A. V.; SANTOS, M. J. ; TENÓRIO, B. N. C. ; ROCHA, A. B.; SANTOS, A. C. F. Fragmentation of Valence and Carbon Core Excited and Ionized CH<sub>2</sub>FCF<sub>3</sub> Molecule. **Journal of Physical Chemistry C**, v. 122, n. 51, p. 9755-9760, 2018 (9648) - Fator de Impacto em 2017: 4,484.
281. CHISCA, S. ; MUSTEATA, V.; SOUGRAT, R.; BEHZAD, A. R.; NUNES, S. P. Artificial 3D hierarchical and isotropic porous polymeric materia. **Science Advances**, v. 4, n. 5, p.eaat0713, 2018 (9726) - Fator de Impacto em 2017: 11,511.

282. FIUZA, T. E. R.; GÖTTERT, D. ; PEREIRA, L. J. ; ANTUNES, S. R. M.; ANDRADE, A. V. C.; ANTUNES, A. C.; SOUZA, E. C. F. Production of brown inorganic pigments with spinel structure using spent zinc-carbon batteries. **Processing and Application of Ceramics**, v. 12, n. 4, p. 319-325, 2018 (9748) - Fator de Impacto em 2017: 1,152.
283. SEGURA, T. C. DE A.; PEREIRA, E. D.; ICART, L. P. ; FERNANDES, E. R. ; OLIVEIRA, G. E. DE; SOUZA JR., F. G. Hyperthermic Agent Prepared by One-Pot Modification of Maghemite Using an Aliphatic Polyester Model. **POLYMER SCIENCE SERIES B**, v. 60, n. 6, p. 806-815, 2018 (9770) - Fator de Impacto em 2017: 0,735.
284. GORGESKI, A.; CRAIEVICH, A. F.; CORRÊA, L. M. ; MONTORO, L. A.; KELLERMANN, G. In situ study of the kinetics of growth of Pb nanoparticles embedded in a PbO-B2O3 glass. **Journal of Applied Crystallography**, v. 51, n. 2, p. 395-405, 2018 (9878) - Fator de Impacto em 2017: 3,422.
285. BASSI, D.; MENOSSI, M.; MATTIELLO, L. Nitrogen supply influences photosynthesis establishment along the sugarcane leaf. **Scientific Reports**, v. 8, p. 2327, 2018 (9887) - Fator de Impacto em 2017: 4,122.
286. CAMPOS, A. M.; RAYMUNDO- PEREIRA, P. A.; MENDONÇA, C. D.; CALEGARO, M. L.; MACHADO, S. A. S.; OLIVEIRA JR., O. N. DE Size Control of Carbon Spherical Shells for Sensitive Detection of Paracetamol in Sweat, Saliva, and Urine. **ACS Applied Nano Materials**, v. 1, n. 2, p. 654-661, 2018 (9888) - Fator de Impacto em 2017: 0,000.
287. SAVASSA, S. M.; DURAN, N. M.; RODRIGUES, E. S.; ALMEIDA, E. DE; VAN GESTEL, C. A. M.; BOMPADRE, T. F. V. ; CARVALHO, H. W. P. Effects of ZnO Nanoparticles on Phaseolus vulgaris Germination and Seedling Development Determined by X-ray Spectroscopy. **ACS Applied Nano Materials**, v. 1, n. 11, p. 6414-6426, 2018 (9889) - Fator de Impacto em 2017: 0,000.
288. WONG, K. S. ; MABANGLO, M. F. ; SERAPHIM, T. V.; MOLLICA, A. ; QIAN-MAO, Y. ; RIZZOLO, K. ; LEUNG, E. ; MOUTAOUIK, M. T. ; HOELL, L. ; PHANSE, S. ; GOODREID, J. ; BARBOSA, L. R. S.; RAMOS, C. H. I.; BABU, M. ; MENNELLA, V. ; BATEY, R. A. ; SCHIMMER, A. D.; HOUURY, W. A. Acyldepsipeptide Analogs Dysregulate Human Mitochondrial ClpP Protease Activity and Cause Apoptotic Cell Death. **Cell Chemical Biology**, v. 25, n. 8, p. 1017, 2018 (10039) - Fator de Impacto em 2017: 5,592.
289. FERNÁNDEZ BORDÍN, S. P.; ANDRADA, H. E.; CARRERAS, A. C.; CASTELLANO, G.; OLIVEIRA, R. G.; GALVÁN JOSA, V. M. G. Nafion membrane channel structure studied by small-angle X-ray scattering and Monte Carlo simulations. **Polymer**, v. 155, p. 58-63, 2018 (10047) - Fator de Impacto em 2017: 3,483.
290. PICCIRILLO, E. ; ALEGRIA, T. G. P.; DISCOLA, K. F.; CUSSIOL, J. R. R.; DOMINGOS, R. M.; OLIVEIRA, M. A. DE; REZENDE, L. DE; SOARES NETTO, L. E. S.; AMARAL, A. T. DO Structural insights on the efficient catalysis of hydroperoxide reduction by Ohr: Crystallographic and molecular dynamics approaches. **PloS One**, v. 13, n. 5, p. 0196918, 2018 (10544) - Fator de Impacto em 2017: 2,766.
291. MARTINS, H. P.; GUEDES, E. B.; MOSSANEK, R. J. O.; PRADO, F. D.; CANEIRO, A.; ABBATE, M. Many-body effects and non-local charge fluctuations in the double perovskite Sr2FeMoO6. **RSC Advances**, v. n. 8, p. 3928-3933, 2018 (11145) - Fator de Impacto em 2017: 2,936.
292. NAKAMURA, A. M.; KADOWAKI, M. A. S.; GODOY, A. S. DE; NASCIMENTO, A. S.; POLIKARPOV, I. Low-resolution envelope, biophysical analysis and biochemical characterization of a short-chain specific and halotolerant carboxylesterase from Bacillus licheniformis. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 120, p. 1893-1905, 2018 (11170) - Fator de Impacto em 2017: 3,909.
293. WALTER, T. K. ; FERREIRA, C. F. DA G.; IULEK, J.; BENELLI, E. M. Use of Protein Thin Film Organized by External Electric Field as a Template for Protein Crystallization. **ACS Omega**, v.3, n.8, p. 8683-8690, 2018 (11323) - Fator de Impacto em 2017: 0,000.

1. FERNÁNDEZ, A. B. ; VEIGA, A. G.; ALIEV, A. ; RUZIÉ, C. ; GARBAY, G. ; CHATTOPADHYAY, B. ; KENNEDY, A. R. ; GEERTS, Y. H. ; ROCCO, M. L. M. [1]Benzothieno[3,2-b]benzothiophene (BTBT) derivatives: Influence in the molecular orientation and charge delocalization dynamics. **Materials Chemistry and Physics**, v. 221, p. 295-300, 2019 (9652) - Fator de Impacto em 2018: 2,781.
2. ABREU, T. H.; MEYER, C. I.; PADRÓ, C. L.; MARTINS, L. Acidic V-MCM-41 catalysts for the liquid-phase ketalization of glycerol with acetone. **Microporous and Mesoporous Materials**, v. 273, p. 219-225, 2019 (9655) - Fator de Impacto em 2018: 4,182.
3. SERRANO-ALFARO, P. ; ESTEVEZ-RAMS, E.; LORA-SERRANO, R.; ARAGON-FERNANDEZ, B. Determination of stacking ordering in disordered close-packed structures from pairwise correlation functions. **Acta Crystallographica A-Foundation and Advances**, v. 75, part 1, p. 71-81, 2019 (9663) - Fator de Impacto em 2018: 1,878.
4. ZAZZALI, I. ; CALVO, T. R. A.; RUÍZ-HENESTROSA, V. M. P. ; SANTAGAPITA, P. R.; PERULLINI, M. Effects of pH, extrusion tip size and storage protocol on the structural properties of Ca(II)-alginate beads. **Carbohydrate Polymers**, v. 206, p. 749-756, 2019 (9665) - Fator de Impacto em 2018: 6,044.
5. FIGUEIREDO, A. S. ; ICART, L. P. ; MARQUES, F. D.; FERNANDES, E. R. ; FERREIRA, L. P. ; OLIVEIRA, G. E. DE; SOUZA JR., F. G. Extrinsicly magnetic poly(butylene succinate): An up-and-coming petroleum cleanup tool. **Science of the Total Environment**, v. 647, p. 88-98, 2019 (9669) - Fator de Impacto em 2018: 5,589.
6. CORDEIRO, J. M. ; NAGAY, B. E. ; RIBEIRO, A. L. R. ; CRUZ, N. C. DA; RANGEL, E. C.; FAIS, L. M. G. ; VAZ, L. G. ; BARÃO, V. A. R. Functionalization of an experimental Ti-Nb-Zr-Ta alloy with a biomimetic coating produced by plasma electrolytic oxidation. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 770, p. 1038-1048, 2019 (9672) - Fator de Impacto em 2018: 4,175.
7. SENA, G.; NOGUEIRA, L. P.; BRAZ, D.; COLAÇO, M. V. C.; ALMEIDA, A. P. DE; AZAMBUJA, P.; GONZALEZ, M. S. Improving image quality of Rhodnius prolixus head using different types of staining methods and synchrotron radiation phase contrast microtomography. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 155, p. 26-30, 2019 (9675) - Fator de Impacto em 2018: 1,984.
8. SALCEDO RODRÍGUEZ, K. L.; BRIDOUX, G.; HELUANI, S. P.; PASQUEVICH, G. A.; ESQUINAZI, P. D.; TORRES, C. E. R. Influence of substrate effects in magnetic and transport properties of magnesium ferrite thin films. **Journal of Magnetism and Magnetic Materials**, v. 469, p. 643-649, 2019 (9676) - Fator de Impacto em 2018: 2,683.
9. GIULIAN, R.; JAIME, D. M. ; BERNARDI, F.; ANDRADE, A. M. H.; SCHOFFEN, J. R.; BAPTISTA, D. L. Ion irradiation effects on Sb-rich GaSb films. **Materials Research Express**, v. 6, n. 2, p. 026425, 2019 (9677) - Fator de Impacto em 2018: 1,449.
10. PAREDES MELLONE, O. A. ; STUTZ, G. E.; CEPPI, S.A.; LAROCLETTE, P. A.; HUOTARI, S.; GILMORE, K. Li 1s core exciton in LiH studied by x-ray Raman scattering spectroscopy. **Journal of Physics-Condensed Matter**, v. 31, n. 5, p. 05550, 2019 (9678) - Fator de Impacto em 2018: 2,711.
11. ROMERO, M.; FACCIO, R.; PARDO, H.; MONTENEGRO, B. ; RICHARD, D. ; MARTÍNEZ, J. ; NAVARRO, A. M. M.; MOMBRÚ, A. W. Local structure and magnetic properties of Mn<sup>3+</sup>-O-Fe<sup>3+</sup> superexchange interaction in an oxygen-vacant perovskite: Experimental and theoretical study. **Journal of Magnetism and Magnetic Materials**, v. 469, p. 224-230, 2019 (9679) - Fator de Impacto em 2018: 2,683.
12. MARÇAL, L. A. B.; RICHARD, M. I.; PERSICETTI, L. ; FAVRE-NICOLIN, V.; RENEVIER, H. ; FANFONI, M. ; SGARLATA, A. ; SCHÜLLI, T. U.; MALACHIAS, A. Modified strain and elastic energy behavior of Ge islands formed on high-miscut Si(001) substrates. **Applied Surface Science**, v. 466, p. 801-807, 2019 (9682) - Fator de Impacto em 2018: 5,155.

13. BORGES, B. G. A. L.; HOLAKOEI, S.; NEVES, M. F. F. DAS; MENEZES, L. C. W. DE; MATOS, C. F.; ZARBIN, A. J. G.; ROMAN, L. S.; ROCCO, M. L. M. Molecular orientation and femtosecond charge transfer dynamics in transparent and conductive electrodes based on graphene oxide and PEDOT:PSS composites. **Physical Chemistry Chemical Physics**, v.21, n. 2, p. 736-743, 2019 (9683) - Fator de Impacto em 2018: 3,567.
14. CURCIO, A. L.; SILVA, L. F. DA; BERNARDI, M. I. B.; LONGO, E.; MESQUITA, A. Nanostructured ZnS:Cu phosphor: Correlation between photoluminescence properties and local structure. **Journal of Luminescence**, v. 206, p. 292-297, 2019 (9686) - Fator de Impacto em 2018: 2,961.
15. RADE, L. L.; LEMOS, C. O. T.; BARROZO, M. A. DE S.; RIBAS, R. M.; MONTEIRO, R. DE S.; HORI, C. E. Optimization of esterification reaction over niobium phosphate in a packed bed tubular reactor. **Renewable Energy**, v. 131, p. 348-355, 2019 (9688) - Fator de Impacto em 2018: 5,439.
16. LAVINSKY, A. B. S.; WELSCH, A.-M.; KENNEDY, B. J.; BERNARDI, M. I. B.; MASTELARO, V. R. Order-disorder phenomena and octahedral tilting in SrTi<sub>1-x</sub>Sr<sub>x</sub>O<sub>3</sub> perovskites - A structural and spectroscopic study. **Journal of Solid State Chemistry**, v. 269, p. 521-531, 2019 (9689) - Fator de Impacto em 2018: 2,291.
17. SOBRINHO LIMA, R. A.; ANDRADE, G. R. S.; COSTA, L. P. DA; SOUZA, M. J. B. DE; SOUZA, A. M. G. P.; GIMENEZ, I. F. Ordered micro-mesoporous carbon from palm oil cooking waste via nanocasting in HZSM-5/SBA-15 composite: Preparation and adsorption studies. **Journal of Hazardous Materials**, v. 362, p. 53-61, 2019 (9690) - Fator de Impacto em 2018: 7,650.
18. GERMINIANI, L. G. L.; SILVA, L. C. E.; PLIVELIC, T. S.; GONÇALVES, M. C. Poly(epsilon-caprolactone)/cellulose nanocrystal nanocomposite mechanical reinforcement and morphology: the role of nanocrystal pre-dispersion. **Journal of Materials Science**, v. 54, n. 1, p. 414-426, 2019 (9691) - Fator de Impacto em 2018: 3,442.
19. CHAGAS, T.; PELC, M.; GONÇALVES, P. H. R.; ANTONIAZZI, I.; GONZÁLEZ, J. W.; AYUELA, A.; LOPES, J. M. J.; OLIVEIRA JR., M. H.; MAGALHÃES-PANIAGO, R.; MALACHIAS, A. Self-assembled triangular graphene nanostructures: Evidence of dual electronic response. **Carbon**, v. 142, p. 580-591, 2019 (9697) - Fator de Impacto em 2018: 7,466.
20. HUERGO, M. A.; GIOVANETTI, L. J.; RUBERT, A. A.; GRILLO, C. A.; MORENO, M. S.; REQUEJO, F. G.; SALVAREZZA, R. C.; VERICAT, C. The surface chemistry of near-infrared resonant gold nanotriangles obtained via thiosulfate synthesis. **Applied Surface Science**, v. 464, p. 131-139, 2019 (9703) - Fator de Impacto em 2018: 5,155.
21. MARTINS, M. M.; KASSAB, L. R. P.; SILVA, D. M. DA; ARAUJO, C. B. DE Tm<sup>3+</sup> doped Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-GeO<sub>2</sub> glasses with silver nanoparticles for optical amplifiers in the short-wave-infrared-region. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 772, p. 58-63, 2019 (9704) - Fator de Impacto em 2018: 4,175.
22. MICHELS, L.; MÉHEUST, Y.; ALTOÉ, M. A. S.; SANTOS, E. C. DOS; HEMMEN, H.; DROPPA JR., R.; FOSSUM, J. O.; SILVA, G. J. DA Water vapor diffusive transport in a smectite clay: Cationic control of normal versus anomalous diffusion. **Physical Review E**, v. 99, n. 1, p. 013102, 2019 (9707) - Fator de Impacto em 2018: 2,353.
23. MASIERO, T. S.; FELTRE, G.; SOBRAL, P. J. A. DO; CUNHA, R. L. DA; MENEGALLI, F. C. Biodegradable pressure sensitive adhesives produced from vital wheat gluten: Effect of glycerol as plasticizer. **Colloids and Surfaces A-Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 560, p. 42-49, 2019 (9729) - Fator de Impacto em 2018: 3,131.
24. DIAS, R. R.; LAVORATTI, A.; PIAZZA, D.; SILVA, C. R.; ZATTERA, A. J.; LAGO, R. M.; PATRICIO, P. S. O.; PEREIRA, I. M. Effect of molecular structures on static and dynamic compression properties of clay and amphiphilic clay/carbon nanofibers used as fillers in UHMWPE/composites for high-energy-impact loading. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 136, n.8, p. 47094, 2019 (9730) - Fator de Impacto em 2018: 2,188.

25. RIELLI, V. V. ; AMIGÓ-BORRÁS, V. ; CONTIERI, R.J. Microstructural evolution and mechanical properties of in-situ as-cast beta titanium matrix composites. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 778, p. 186-196, 2019 (9739) - Fator de Impacto em 2018: 4,175.
26. RODRIGUES, M. V.; OKOLIE, C. ; SIEVERS, C. ; MARTINS, L. Organosilane-Assisted Synthesis of Hierarchical MCM-22 Zeolites for Condensation of Glycerol into Bulky Products. **Crystal Growth & Design**, v.19, n. 1, p. 231-241, 2019 (9740) - Fator de Impacto em 2018: 4,153.
27. MARSZAUKOWSKI, F. ; GUIMARÃES, O. D. L. ; SILVA, J. P. DA ; LACERDA, L. H. DA S. ; DE LAZARO, S.; ARAÚJO, M. P. ; CASTELLEN, P.; TOMINAGA, T. T. ; BOERÉ, R. T. ; WOHNATH, K. Ruthenium(II)-arene complexes with monodentate aminopyridine ligands: Insights into redox stability and electronic structures and biological activity. **Journal of Organometallic Chemistry**, v. 881, p. 66-78, 2019 (9742) - Fator de Impacto em 2018: 2,066.
28. SOUZA, M. A. M. DE; PARDINI, L. C. ; BOTELHO, E. C.; COSTA, M. L. X-ray tomography applied to the void/defect measurement of hybrid CFRC/SiC composites. **Materials Research Express**, v. 6, n. 4, p. 045606, 2019 (9744) - Fator de Impacto em 2018: 1,449.
29. MASSONI, L. B. DE M. ; VARANDA, L. C.; SIGOLI, F. A.; MAZALI, I. O. Co-precipitation synthesis of (Zn-Mn)-co-doped magnetite nanoparticles and their application in magnetic hyperthermia. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 779, p. 698-705, 2019 (9751) - Fator de Impacto em 2018: 4,175.
30. SALVADOR, C. A. F.; OPINI, V. C.; MELLO, M. G. DE; CARAM JR., R. Effects of double-aging heat-treatments on the microstructure and mechanical behavior of an Nb-modified Ti-5553 alloy. **Materials Science and Engineering A-Structural Materials Properties Microstructure and Processing**, v. 743, p. 716-725, 2019 (9752) - Fator de Impacto em 2018: 4,081.
31. ANDRÉ, R. S.; MERCANTE, L. A.; FACURE, M. H. M.; MATTOSO, L. H. C.; CORRÊA, D. S. Enhanced and selective ammonia detection using In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/reduced graphene oxide hybrid nanofibers. **Applied Surface Science**, v. 473, p. 133-140, 2019 (9754) - Fator de Impacto em 2018: 5,155.
32. MOUNSSEF JR., B. ; CANTARINO, M. R. ; BITTAR, E. M.; GERMANO, T. M. ; LEITHE-JASPER, A. ; GARCIA, F. A. Hard x-ray spectroscopy of the itinerant magnets RFe<sub>4</sub>Sb<sub>12</sub> (R=Na, K, Ca, Sr, Ba). **Physical Review B**, v. 99, n. 3, p. 035152, 2019 (9756) - Fator de Impacto em 2018: 3,736.
33. TARUTANI, N.; TOKUDOME, Y.; JOBBÁGY, M.; SOLER-ILLIA, G. J. A. A.; TANG, Q. ; MÜLLER, M. ; TAKAHASHI, M. Highly Ordered Mesoporous Hydroxide Thin Films through Self-Assembly of Size-Tailored Nanobuilding Blocks: A Theoretical-Experimental Approach. **Chemistry of Materials**, v. 31, n. 2, p. 322-330, 2019 (9757) - Fator de Impacto em 2018: 10,159.
34. TOLEDO, P. V. O. DE ; PETRI, D. F. S. Hydrophilic, hydrophobic, Janus and multilayer xanthan based cryogels. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 123, p. 1180-1188, 2019 (9758) - Fator de Impacto em 2018: 4,784.
35. SANTOS, J. C. A. DOS; SILVA, E. P. ; SOUZA, N. R. S.; ALVES, Y. G. S. ; SAMPAIO, D. V.; KUCERA, C.; JACOBSON, L. G.; BALLATO, J.; SILVA, R. S. DA Laser sintering and photoluminescence study of Tb-doped yttrium aluminum garnet ceramics. **Ceramics International**, v. 45, n. 3, p. 3797-3802, 2019 (9760) - Fator de Impacto em 2018: 3,450.
36. NUNES, W. G. ; SILVA, L. M. DA ; VICENTINI, R. ; FREITAS, B. G. A. ; COSTA, L. H. ; MARQUE, A. M. P. DE ; ZANIN, H. G. Nickel oxide nanoparticles supported onto oriented multi-walled carbon nanotube as electrodes for electrochemical capacitors. **Electrochimica Acta**, v. 298, p. 468-483, 2019 (9762) - Fator de Impacto em 2018: 5,383.
37. ULLMANN, M. A. ; BERNARDES, A. A.; SANTOS, J. H. Z. DOS Silica-supported metallocene catalyst poisoning: The effect of surface modification on the efficiency of the catalytic system. **Colloids and Surfaces A-Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 565, p. 36-46, 2019 (9764) - Fator de Impacto em 2018: 3,131.
38. VELOSO-SILVA, V. L. W. ; SILVA, P. R. DAS D. DA ; BERTOLINO-REIS, D. E. ; MORENO-OLIVEIRA, L. F. ; LIBARDI, S. H.; BORGES, J. C. Structural studies of Old Yellow Enzyme of

- Leishmania braziliensis in solution. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 661, p. 87-96, 2019 (9765) - Fator de Impacto em 2018: 3,559.
39. TIROLI-CEPEDA, A. O.; SERAPHIM, T. V.; PINHEIRO, G. M. S. ; SOUTO, D. E. P. ; KUBOTA, L.T.; BORGES, J. C.; BARBOSA, L. R. S.; RAMOS, C. H. I. Studies on the effect of the J-domain on the substrate binding domain (SBD) of Hsp70 using a chimeric human J-SBD polypeptide. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 214, p. 111-120, 2019 (9766) - Fator de Impacto em 2018: 4,784.
40. JESUS, J. R.; GARCIA, F.; DUQUE, J. G. S.; MENESES, C. T. DE Study of exchange bias in single-phase Dy<sub>0.2</sub>Nd<sub>0.8</sub>CrO<sub>3</sub>. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 779, p. 577-581, 2019 (9767) - Fator de Impacto em 2018: 4,175.
41. PETROLINI, D. D.; CASSINELLI, W. H.; PEREIRA, C. A. ; URQUIETA GONZÁLEZ, E. A.; SANTILLI, C. V.; MARTINS, L. Ethanol dehydrogenative reactions catalyzed by copper supported on porous Al-Mg mixed oxides. **RSC Advances**, v. 9, n. 6, p. 3294-3302, 2019 (9774) - Fator de Impacto em 2018: 3,049.
42. TARUTANI, N.; TOKUDOME, Y.; JOBBÁGY, M.; SOLER-ILLIA, G. J. A. A.; TAKAHASHI, M. Mesoporous microspheres of nickel-based layered hydroxides by aerosol-assisted self-assembly using crystalline nano-building blocks. **Journal of Sol-Gel Science and Technology**, v. 89, n. 1, p. 216-224, 2019 (9779) - Fator de Impacto em 2018: 1,986.
43. VIT, F. F. ; OLIVEIRA, A. F. DE; RODRIGUEZ, D. A. O. ; CARVALHO, H. F. DE; LANCELLOTTI, M.; DE LA TORRE, L. G. Perfusion microbioreactor system with permeable membranes to monitor bacterial growth. **Journal of Chemical Technology and Biotechnology**, v. 94, n. 3, p. 712-720, 2019 (9783) - Fator de Impacto em 2018: 2,659.
44. OLIVEIRA, D. R. B.; FURTADO, G. F.; CUNHA, R. L. DA Solid lipid nanoparticles stabilized by sodium caseinate and lactoferrin. **Food Hydrocolloids**, v. 90, p. 321-329, 2019 (9784) - Fator de Impacto em 2018: 5,839.
45. TOLEDO, P. V. O. DE ; LIMEIRA, D. P. C. ; SIQUEIRA, N. C.; PETRI, D. F. S. Carboxymethyl cellulose/poly(acrylic acid) interpenetrating polymer network hydrogels as multifunctional adsorbents. **Cellulose**, v. 26, n. 1, p. 597-615, 2019 (9797) - Fator de Impacto em 2018: 3,917.
46. CARRANZA-CELIS, D. ; CARDONA-RODRÍGUEZ, A. ; NARVÁEZ, J. ; MOSCOSO- LONDOÑO, O.; MURACA, D.; KNOBEL, M.; ORNELAS-SOTO, N. ; REIBER, A. ; RAMÍREZ, J. G. Control of Multiferroic properties in BiFeO<sub>3</sub> nanoparticles. **Scientific Reports**, v. 9, p. 3182, 2019 (9801) - Fator de Impacto em 2018: 4,011.
47. CANTARINO, M. R. ; FREITAS, R. S.; ARAUJO, J. C. R. ; LORA-SERRANO, R.; LUETKENS, H. ; BAINES, C. ; BRÄUNINGER, S. ; GRINENKO, V. ; SARKAR, R. ; KLAUSS, H. H. ; ANDRADE, E. C. ; GARCIA, F. A. Dynamic magnetism in the disordered hexagonal double perovskite BaTi<sub>1/2</sub>Mn<sub>1/2</sub>O<sub>3</sub>. **Physical Review B**, v. 99, n. 5, p. 054412, 2019 (9803) - Fator de Impacto em 2018: 3,736.
48. MARTINEZ, E. D.; BRITES, C. D. S. ; CARLOS, L. D.; GARCIA-FLORES, A. F.; URBANO, R. R.; RETTORI, C. Electrochromic Switch Devices Mixing Small- and Large-Sized Upconverting Nanocrystals. **Advanced Functional Materials**, v. 29, n. 8, p. 1807758, 2019 (9805) - Fator de Impacto em 2018: 15,621.
49. LIMA, T. A.; FARIA, L. F. O.; PASCHOAL, V. H.; RIBEIRO, M. C. C. Exploring the phase diagram of the ionic liquid 1-butyl-1-methylpyrrolidinium bis(trifluoromethanesulfonyl)imide. **Journal of Molecular Structure**, v. 1183, p. 149-156, 2019 (9806) - Fator de Impacto em 2018: 2,120.
50. AGUIRRE-ARAQUE, J. S. ; GONÇALVES, J. M.; NAKAMURA, M.; ROSSINI, P. O.; ANGNES, L.; ARAKI, K.; TOMA, H. E. GO composite encompassing a tetraruthenated cobalt porphyrin-Ni coordination polymer and its behavior as isoniazid BIA sensor. **Electrochimica Acta**, v. 300, p. 113-122, 2019 (9807) - Fator de Impacto em 2018: 5,383.

51. MORAES, M. L.; LIMA, L. R. ; OLIVEIRA, J. V. ; SOUZA, A. V. G. DE ; OLIVEIRA JR., O. N. DE; DEFFUNE, E. ; RIBEIRO, S. J. L. Immunosensor for the Diagnostics of Autoimmune Hemolytic Anemia (AIHA) Based on Immobilization of a Monoclonal Antibody on a Layer of Silk Fibroin. **Journal of Nanoscience and Nanotechnology**, v. 19, n. 7, p. 3772-3776, 2019 (9808) - Fator de Impacto em 2018: 1,093.
52. PAZINATO, J. C. O. ; VILLETTI, M. A.; MERTINS, O.; SILVA, E. R. DA; GARCIA, I. T. S. Insights on Structuration of Peroxotungstic Acid in Aqueous Media. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 30, n. 4, p. 752-763, 2019 (9810) - Fator de Impacto em 2018: 1,335.
53. AZEREDO, N. F. B. ; ROSSINI, P. O.; GONÇALVES, J. M.; ASSIS, G. L. ; ARAKI, K.; ANGNES, L. Nanostructured mixed Ni/Pt hydroxides electrodes for BIA-amperometry determination of hydralazine. **Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers**, v. 65, p. 475-780, 2019 (9813) - Fator de Impacto em 2018: 3,834.
54. MACEDO, H. P. DE ; MEDEIROS, R. L. B. A.; ILSEMANN, J. ; MELO, D. M. A.; REZWAN, K. ; WILHELM, M. Nickel-containing hybrid ceramics derived from polysiloxanes with hierarchical porosity for CO<sub>2</sub> methanation. **Microporous and Mesoporous Materials**, v. 278, p.156-166, 2019 (9816) - Fator de Impacto em 2018: 4,182.
55. OLIVEIRA, L. H. ; BARROS, A. DE ; PINTO, L. O. ; OLIVEIRA, C. S. DE; KUBOTA, L.T.; SIGOLI, F. A.; MAZALI, I. O. Sensitive Colorimetric Assay Based on Peroxidase-Like Activity of CeO<sub>2</sub> Nanoparticles Supported on SBA-15 Mesoporous Silica to Determination of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. **ChemistrySelect**, v. 4, n. 7, p. 2160-2167, 2019 (9820) - Fator de Impacto em 2018: 1,716.
56. TENÓRIO, B. N. C. ; KRUCZKIEWICZ, F. ; RIBEIRO, F. A. DE; ANDRADE, D. P. DE P.; LUNA, H. M. R. DE ; BOECHAT-ROBERTY, H. M. ; WOLFF, W.; NASCIMENTO, M. A. C. DO; ROCHA, A. B. Soft X-ray Chlorine Photolysis on Chlorobenzene Ice: An Experimental and Theoretical Study. **Journal of Physical Chemistry A**, v. 123, n. 7, p. 1389-1398, 2019 (9821) - Fator de Impacto em 2018: 2,641.
57. LIBEROS-ZUNIGA, G. A. ; SILVA, C. DOS S.; FERREIRA, R. S. ; DIAS, M. V. B. Structural Basis for the Interaction and Processing of beta-Lactam Antibiotics by L,D-Transpeptidase 3 (Ldt(Mt3)) from Mycobacterium tuberculosis. **ACS Infectious Diseases**, v. 5, n. 2, p. 260-271, 2019 (9822) - Fator de Impacto em 2018: 4,911.
58. BECHER, T. B.; BRAGA, C. B. ; BERTUZZI, D. L. ; RAMOS JR., M. D. ; HASSAN, A.; CRESPILOHO, F. N. ; ORNELAS, C. The structure-property relationship in LAPONITE (R) materials: from Wigner glasses to strong self-healing hydrogels formed by non-covalent interactions. **Soft Matter**, v. 15, n. 6, p. 1278-1289, 2019 (9825) - Fator de Impacto em 2018: 3,399.
59. CUNHA, T. R. DA; RODRIGUES, A. D.; RODRIGUES, J. E. ; SAMPAIO, D. V. ; MOULTON, B. J. A.; COSTA, R. C. DA ; PIZANI, P. S. Thermal expansion, compressibility and bulk modulus of ilmenite-type CoTiO<sub>3</sub>: X-ray diffraction at high pressures and temperatures. **Solid State Sciences**, v. 88, p. 1-5, 2019 (9826) - Fator de Impacto em 2018: 2,155.
60. PRADO, S. B. R.; SANTOS, G. R. C. ; MOURÃO, P. A. S.; FABI, J. P. Chelate-soluble pectin fraction from papaya pulp interacts with galectin-3 and inhibits colon cancer cell proliferation. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 126, p. 170-178, 2019 (9837) - Fator de Impacto em 2018: 4,784.
61. PETKOWICZ, D. I.; MIGNONI, M. L.; SANTOS, J. H. Z. DOS Dry-gel process for zeolite synthesis: Some fundamental aspects. **Microporous and Mesoporous Materials**, v. 279, p. 92-98, 2019 (9842) - Fator de Impacto em 2018: 4,182.
62. RENZETTI, R. A.; SANTOS, V. DA P. ; FREITAS NETO, E. S. ; NAKAGOMI, F.; CORREA, M. A. ; MELO, A. S. ; SANTOS, D. B. ; SIQUEIRA, G. O. Initial microstructure and retained austenite in 8 Mn steel controlled by cooling rate. **Materials Science and Technology**, v. 35, n. 5, p. 552-559, 2019 (9844) - Fator de Impacto em 2018: 1,938.
63. TOLEDO, P. V. O. DE ; MARQUES, L. R. ; PETRI, D. F. S. Recyclable Xanthan/TiO<sub>2</sub> Composite Cryogels towards the Photodegradation of Cr(VI) Ions and Methylene Blue Dye.

**International Journal of Polymer Science**, v. 2019, p. 8179842, 2019 (9846) - Fator de Impacto em 2018: 1,892.

64. LIMA, T. S.; GOUVEIA, G. L. DE; SEPTIMIO, R. S.; CRUZ, C. B. DA; SILVA, B. L.; BRITO, C. C.; SPINELLI, J. E.; CHEUNG, N. Sn-0.5Cu(-x)Al Solder Alloys: Microstructure-Related Aspects and Tensile Properties Responses. **Metals**, v. 9, n. 2, p. 241, 2019 (9847) - Fator de Impacto em 2018: 2,259.

65. FARIA, L. F. O.; NOBREGA, M. M.; FALSINI, N. ; FANETTI, S. ; TEMPERINI, M. L. A.; BINI, R.; RIBEIRO, M. C. C. Structure and Reactivity of the Ionic Liquid 1-Allyl-3-methylimidazolium Iodide under High Pressure. **Journal of Physical Chemistry B**, v. 123, n. 8, p. 1822-1830, 2019 (9848) - Fator de Impacto em 2018: 2,923.

66. FONSECA, J.; BION, N.; LICEA, Y. E.; MORAIS, C. M. ; RANGEL, M. C. DO; DUPRES, D. ; EPRON, F. Unexpected redox behaviour of large surface alumina containing highly dispersed ceria nanoclusters. **Nanoscale**, v. 11, n. 3, p. 1273-1285, 2019 (9853) - Fator de Impacto em 2018: 6,970.

67. BABOS, D. V. ; CASTRO, J. P. ; ANDRADE, D. F. ; COSTA, V. C. ; PEREIRA FILHO, E.R. Determination and speciation of phosphorus in fertilizers and mineral supplements for cattle by X-ray absorption near-edge structure spectroscopy: a simple nondestructive method. **Analytical Methods**, v. 11, n. 11, p. 1508-1515, 2019 (9860) - Fator de Impacto em 2018: 2,378.

68. GARCIA, J. A. M.; BONTEMPO, L.; GÓMEZ-MALAGÓN, L. A.; KASSAB, L. R. P. Efficiency boost in Si-based solar cells using tellurite glass cover layer doped with Eu<sup>3+</sup> and silver nanoparticles. **Optical Materials**, v. 88, p. 155-160, 2019 (9862) - Fator de Impacto em 2018: 2,687.

69. ONOFRE, Y. I. ; CATTO, A. C.; BERNARDINI, S.; FIORIDO, T.; AGUIR, K.; LONGO, E.; MASTELARO, V. R.; SILVA, L. F. DA; GODOY, M. P. F. DE Highly selective ozone gas sensor based on nanocrystalline Zn<sub>0.95</sub>Co<sub>0.05</sub>O thin film obtained via spray pyrolysis technique. **Applied Surface Science**, v. 478, p. 347-354, 2019 (9864) - Fator de Impacto em 2018: 5,155.

70. SANTOS, N. A.; CORRADINI, P. G.; ANTOLINI, E.; PEREZ, J. Effect of MgO coverage on the synthesis and thermal treatment of Pt-Sn/C catalysts. **Materials Letters**, v. 244, p. 6-9, 2019 (9871) - Fator de Impacto em 2018: 3,019.

71. BERTO, G. L.; ARANTES, V. Kinetic changes in cellulose properties during defibrillation into microfibrillated cellulose and cellulose nanofibrils by ultra-refining. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 127, p. 637-648, 2019 (9872) - Fator de Impacto em 2018: 4,784.

72. WESTPHAL, E. ; GALLARDO, H.; SEBASTIÁN, N.; EREMIN, A. ; PREHM, M.; ALAASAR, M. ; TSCHIERESKE, C. Liquid crystalline self-assembly of 2,5-diphenyl-1,3,4-oxadiazole based bent-core molecules and the influence of carbosilane end-groups. **Journal of Materials Chemistry C**, v. 7, n. 10, p. 3064-3081, 2019 (9873) - Fator de Impacto em 2018: 6,641.

73. VIDA, T. A.; BRITO, C. C.; LIMA, T. S.; SPINELLI, J. E.; CHEUNG, N.; GARCIA, A. Near-eutectic Zn-Mg alloys: Interrelations of solidification thermal parameters, microstructure length scale and tensile/corrosion properties. **Current Applied Physics**, v. 19, n. 5, p. 582-598, 2019 (9874) - Fator de Impacto em 2018: 2,010.

74. RÍOS, P. L. ; POVEA, P. ; CERDA-CAVIERES, C.; ARROYO, J. L. ; MORALES-VERDEJO, C.; ABARCA, G.; CAMARADA, M. B. Novel in situ synthesis of copper nanoparticles supported on reduced graphene oxide and its application as a new catalyst for the decomposition of composite solid propellants. **RSC Advances**, v. 9, n. 5, p. 8480-8489, 2019 (9875) - Fator de Impacto em 2018: 3,049.

75. ARRUDA, E. G. R. DE; ROCHA, B. A. ; BARRIONUEVO, M. V. F. ; AOALSSTEINSSON, H. M. ; GALDINO, F. E.; LOH, W.; LIMA, F. A.; ABBEHAUSEN, C. The influence of Zn-II coordination sphere and chemical structure over the reactivity of metallo-beta-lactamase model compounds. **Dalton Transactions**, v. 48, n. 9, p. 2900-2916, 2019 (9884) - Fator de Impacto em 2018: 4,052.

76. ZIEMBOWICZ, F. I. ; FREITAS, D. V. DE ; BENDER, C. R.; SALBEGO, P. R. S. DOS ; FRIZZO, C. P.; MARTINS, M. A. P. ; REICHERT, J. M. ; GARCIA, I. T. S.; KLOSTER, C. L. ; VILLETTI, M. A. Effect of mono- and dicationic ionic liquids on the viscosity and thermogelation of methylcellulose in the semi-diluted regime. **Carbohydrate Polymers**, v. 214, p. 174-185, 2019 (9893) - Fator de Impacto em 2018: 6,044.
77. RENOSTO, S. T.; LANG, R.; DIEZ, E. ; CORRÊA, L. E.; LUZ, M. S. DA; FISK, Z.; MACHADO, A. J. S. Evidence of unconventional superconductivity in the Ni-doped NbB<sub>2</sub> system. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 787, p. 414-422, 2019 (9894) - Fator de Impacto em 2018: 4,175.
78. DIAS, F. T. G.; INGRACIO, A. R. ; NICOLETTI, N. F. ; MENEZES, F. C. ; DALL AGNOL, L. ; MARINOWIC, D. R. ; SOARES, R. M. D.; COSTA, J. C. DA ; FALAVIGNA, A. ; BIANCHI, O. Soybean-modified polyamide-6 mats as a long-term cutaneous wound covering. **Materials Science & Engineering C-Materials for Biological Applications**, v. 99, p. 957-968, 2019 (9938) - Fator de Impacto em 2018: 4,959.
79. LEBEDEVA, A. ; ALBUQUERQUE, B. L.; DOMINGOS, J. B.; LAMONIER, J. F. ; GIRAUDON, J. M. ; LECANTE, P. ; DENICOURT-NOWICKI, A.; ROUCOUX, A. Ruthenium Trichloride Catalyst in Water: Ru Colloids versus Ru Dimer Characterization Investigations. **Inorganic Chemistry**, v. 58, n. 7, p. 4141-4151, 2019 (9940) - Fator de Impacto em 2018: 4,850.
80. NEIS, F. A.; COSTA, F. DE ; ALMEIDA, M. R.; COLLING, L. C. ; JUNKES, C. F. DE O.; FETT, J. P. ; FETT NETO, A. G. Resin exudation profile, chemical composition, and secretory canal characterization in contrasting yield phenotypes of *Pinus elliottii* Engelm. **Industrial Crops and Products**, v. 132, p. 79-83, 2019 (9941) - Fator de Impacto em 2018: 4,191.
81. MERA, A.; LIMA, M. Z. T. DE ; BERNARDES, A.; SILVA, W. J. G. DA ; MUNIZ, J. R. C. Low-resolution structure, oligomerization and its role on the enzymatic activity of a sucrose-6-phosphate hydrolase from *Bacillus licheniformis*. **Amino Acids**, v. 51, n. 4, p. 599-610, 2019 (9944) - Fator de Impacto em 2018: 2,520.
82. CASTELLS, M. P. L. ; HAUSER, A. W. ; RAMALLO-LÓPEZ, J. M.; BUCETA, D.; GIOVANETTI, L. J.; LÓPEZ-QUINTELA, M. A.; REQUEJO, F. G. Increasing the optical response of TiO<sub>2</sub> and extending it into the visible region through surface activation with highly stable Cu-5 clusters. **Journal of Materials Chemistry A**, v. 7, n. 13, p. 7489-7500, 2019 (9950) - Fator de Impacto em 2018: 10,733.
83. MOMBRÚ, D.; ROMERO, M.; FACCIO, R.; TUMELERO, M. A.; MOMBRÚ, A. W. Extremely Large Magnetic-Field-Effects on the Impedance Response of TiO<sub>2</sub> Quantum Dots. **Scientific Reports**, v. 9, p. 5322, 2019 (9952) - Fator de Impacto em 2018: 4,011.
84. ANCHIETA, C. G. ; ASSAF, E. M.; ASSAF, J. M. Effect of ionic liquid in Ni/ZrO<sub>2</sub> catalysts applied to syngas production by methane tri-reforming. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 44, n. 18, p. 9316-9327, 2019 (9955) - Fator de Impacto em 2018: 4,084.
85. DAMAS, J. O. ; MOSCARDINI, S. B. ; OLIVEIRA, L. R. ; SILVA, R. R. DA; NASSAR, E. J.; FARIA, E. H. DE; CIUFFI, K. J.; RIBEIRO, S. J. L.; ROCHA, L. A. Effect of silica coating on the catalytic activity of maghemite nanoparticles impregnated into mesoporous silica matrix. **Materials Chemistry and Physics**, v. 225, p. 145-152, 2019 (9961) - Fator de Impacto em 2018: 2,781.
86. MARIANO, K. C. F. ; NASCIMENTO, M. H. M.; QUEROBINO, S. M. ; CAMPOS, E. V. R.; OLIVEIRA, J. L.; YOKAICHIYA, F.; FRANCO, M. K. K. D.; SILVA, C. A. ; DE PAULA, E.; LOMBELLO, C. B.; LIMA, R.; FRACETO, L. F.; ARAUJO, D. R. DE Influence of chitosan-tripolyphosphate nanoparticles on thermosensitive polymeric hydrogels: structural organization, drug release mechanisms and cytotoxicity. **International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials**, v. 69, n. 9, p. 592-603, 2019 (9963) - Fator de Impacto em 2018: 2,263.
87. SILVA, W. L.; LEAL, B. C.; ZIULKOSKI, A. L. ; VAN LEEUWEN, P. W. N. M. ; SANTOS, J. H. Z. DOS; SCHREKKER, H. S. Petrochemical residue-derived silica-supported titania-magnesium catalysts for the photocatalytic degradation of imidazolium ionic liquids in water. **Separation and Purification Technology**, v. 218, p. 191-199, 2019 (9965) - Fator de Impacto em 2018: 5,107.

88. SANTANA, P. DE C. A. ; LIMA, J. B. S. ; SANTANA, T. B. S.; COSTA, L. P. DA; MATOS, C. R. S.; GIMENEZ, I. F.; SUSSUCHI, E. M. Semiconductor Nanocrystals-Reduced Graphene Composites for the Electrochemical Detection of Carbendazim. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 30, n. 6, p. 1302-1308, 2019 (9966) - Fator de Impacto em 2018: 1,335.
89. CARVALHO, S. W. M. M. DE ; SANTANA, T. B. S.; MATOS, C. R. S.; COSTA, L. P. DA; SUSSUCHI, E. M.; GIMENEZ, I. F. Synthesis of Hydrotalcite-Supported CdTe Semiconductor Nanocrystals for Electrochemical Detection of Ciprofloxacin. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.30, n. 6, p. 1266-1275, 2019 (9967) - Fator de Impacto em 2018: 1,335.
90. SODRÉ, V. ; ARAÚJO, J. N. ; GONÇALVES, T. A.; VILELA, N. ; BRAZ, A. S. K.; FRANCO, T. T.; OLIVEIRA NETO, M.; DAMÁSIO, A. R. DE L.; SILVA, W. J. G. DA ; SQUINA, F. M. An alkaline active feruloyl-CoA synthetase from soil metagenome as a potential key enzyme for lignin valorization strategies. **PLoS One**, v. 14, n. 2, p. e0212629, 2019 (9968) - Fator de Impacto em 2018: 2,776.
91. JUNOT, D. O.; SANTOS, A. G. M. ; ANTONIO, P. DE L. ; REZENDE, M. V. DOS S.; SOUZA, D. N. ; CALDAS, L. V. E. Dosimetric and optical properties of CaSO<sub>4</sub>:Tm and CaSO<sub>4</sub>:Tm,Ag crystals produced by a slow evaporation route. **Journal of Luminescence**, v. 210, p. 58-65, 2019 (9970) - Fator de Impacto em 2018: 2,961.
92. LEANI, J. J.; ROBLEDO, J. I.; SÁNCHEZ, H. J. Energy dispersive inelastic X-ray scattering spectroscopy – A review. **Spectrochimica Acta Part B-Atomic Spectroscopy**, v. 154, p. 10-24, 2019 (9972) - Fator de Impacto em 2018: 3,101.
93. BAGGIO, B. F. ; VICENTE, C.; PELEGRINI, S. ; CID, C. C. P. ; BRANDT, I. S.; TUMELERO, M. A.; PASA, A. A. Morphology and Structure of Electrodeposited Prussian Blue and Prussian White Thin Films. **Materials**, v. 12, n. 7, p. 1103, 2019 (9973) - Fator de Impacto em 2018: 2,972.
94. MORANTES, L. R. ; PERCEBOM, A. M.; MEJÍA-OSPINO, E. On the molecular basis of aggregation and stability of Colombian asphaltenes and their subfractions. **Fuel**, v. 241, p. 542-549, 2019 (9974) - Fator de Impacto em 2018: 5,128.
95. ADÃO, R. C.; ZANPHORLIN, L. M.; LIMA, T. B.; SRIRANGANADANE, D. S. ; DAHLSTRÖM, K. M. ; PINHEIRO, G. M. S. ; GOZZO, F. C.; BARBOSA, L. R. S.; RAMOS, C. H. I. Revealing the interaction mode of the highly flexible Sorghum bicolor Hsp70/Hsp90 organizing protein (Hop): A conserved carboxylate clamp confers high affinity binding to Hsp90. **Journal of Proteomics**, v. 191, p. 191-201, 2019 (9975) - Fator de Impacto em 2018: 3,537.
96. TELES, C. A.; SOUZA, P. M. DE; BRAGA, A. H.; RABELO NETO, R. C.; TERAN, A. ; JACOBS, G.; RESASCO, D. E.; NORONHA, F. B. The role of defect sites and oxophilicity of the support on the phenol hydrodeoxygenation reaction. **Applied Catalysis B-Environmental**, v. 249, p. 292-305, 2019 (9976) - Fator de Impacto em 2018: 14,229.
97. FIGUEIREDO, W. T. DE ; DELLA MEA, G. B.; SEGALA, M. ; BAPTISTA, D. L.; ESCUDERO, C. ; PEREZ- DIESTE, V. ; BERNARDI, F. Understanding the Strong Metal - Support Interaction (SMSI) Effect in CuxNi1-x/CeO<sub>2</sub> (0 < x < 1) Nanoparticles for Enhanced Catalysis. **ACS Applied Nano Materials**, v. 2, n. 4. p. 2559-2573, 2019 (9977) - Fator de Impacto em 2018: 0,000.
98. SILVA, C. DA ; MAYRHOFER, K. J. J. ; TICIANELLI, E. A.; CHEREVKO, S. The degradation of Pt/IrOx oxygen bifunctional catalysts. **Electrochimica Acta**, v. 308, p. 400-409, 2019 (9979) - Fator de Impacto em 2018: 5,383.
99. SANTOS, J. C. A. DOS; SILVA, E. P. ; SAMPAIO, D. V.; ALVES, Y. G. S. ; REZENDE, M. V. DOS S.; KUCERA, C.; BALLATO, J.; SILVA, R. S. DA Structural, microstructural, and luminescent properties of laser-sintered Eu-doped YAG ceramics. **Optical Materials**, v. 89, p. 334-339, 2019 (9984) - Fator de Impacto em 2018: 2,687.
100. MARTINS, A. J.; CERQUEIRA, M. A.; PASTRANA, L. M.; CUNHA, R. L. DA ; VICENTE, A. A. Sterol-based oleogels' characterization envisioning food applications. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 7, p. 3318-3325, 2019 (9985) - Fator de Impacto em 2018: 2,422.

101. FERRO, A. C. ; OKURO, P. K.; BADAN, A. P. ; CUNHA, R. L. DA Role of the oil on glyceryl monostearate based oleogels. **Food Research International**, v. 120, p. 610-619, 2019 (9986) - Fator de Impacto em 2018: 3,579.
102. RONCASELLI, L. K. M. ; SILVA, E. A. DA ; BRAUNGER, M. L.; SOUZA, N. C. ; FERREIRA, M.; SANTANA, H. DE; OLIVATI, C. A. Regioregularity and deposition effect on the physical/chemical properties of polythiophene derivatives films. **Nanotechnology**, v. 30, n. 32, p. 325703, 2019 (9987) - Fator de Impacto em 2018: 3,399.
103. ÁVILA, J. A. ; ESCOBAR ATEHORTUA, J. D.; CUNHA, B. Z.; MAGALHÃES, W.; MEI, P. R.; RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, J.; PINTO, H. C.; LONDONO, A. J. R. Physical simulation as a tool to understand friction stir processed X80 pipeline steel plate complex microstructures. **Journal of Materials Research and Technology-JMR&T**, v. 8, n. 1, p. 1379-1388, 2019 (9989) - Fator de Impacto em 2018: 3,327.
104. CARRAVETTA, V.; GOMES, A. H. A.; MONTI, S.; MOCELLIN, A.; MARINHO, R. R. T.; BJÖRNEHOLM, O.; AGREN, H.; NAVES DE BRITO, A. pH-dependent X-ray Photoelectron Chemical Shifts and Surface Distribution of Cysteine in Aqueous Solution. **Journal of Physical Chemistry B**, v. 123, n. 17, p. 3776-3785, 2019 (9990) - Fator de Impacto em 2018: 2,923.
105. MARTINEZ-ZELAYA, V. R. ; ZARRANZ, L. ; HERRERA, E. Z. ; ALVES, A. T. N. N.; UZEDA, M. J. ; MAVROPOULOS, E.; ROSSI, A. L.; MELLO, A.; GRANJEIRO, J. M.; CALASANS-MAIA, M. D.; ROSSI, A. M. In vitro and in vivo evaluations of nanocrystalline Zn-doped carbonated hydroxyapatite/alginate microspheres: zinc and calcium bioavailability and bone regeneration. **International Journal of Nanomedicine**, v. 14, p. 3471-3490, 2019 (9995) - Fator de Impacto em 2018: 4,471.
106. RESENDE, K. A.; BRAGA, A. H.; NORONHA, F. B.; HORI, C. E. Hydrodeoxygenation of phenol over Ni/Ce<sub>1-x</sub>Nb<sub>x</sub>O<sub>2</sub> catalysts. **Applied Catalysis B-Environmental**, v. 245, p. 100-113, 2019 (9996) - Fator de Impacto em 2018: 14,229.
107. MATOS, C. S. DE; NOBREGA, M. M.; TEMPERINI, M. L. A.; CONSTANTINO, V. R. L. Hybrid Ni-Al layered double hydroxide: Characterization and in situ synchrotron XRD and vibrational spectroscopic studies under high-pressure. **Applied Clay Science**, v. 174, p. 152-158, 2019 (9997) - Fator de Impacto em 2018: 3,890.
108. MARQUES, L. S. DA ; FERREIRA, J. M. DE O. ; REBELO, Q. H. F.; GHOSH, A.; TRICHÊS, D. M.; SOUZA, S. M. DE High-pressure study of a nanostructured SnSe<sub>1-x</sub>S<sub>x</sub> ( x=0.5) solid solution by in-situ X-ray diffraction and ab-initio calculations. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 792, p. 536-542, 2019 (9998) - Fator de Impacto em 2018: 4,175.
109. FARIA, A. M.; PEIXOTO, E. B. M. I. ; ADAMO, C. B.; FLACKER, A.; LONGO, E.; MAZON, T. Controlling parameters and characteristics of electrochemical biosensors for enhanced detection of 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine. **Scientific Reports**, v. 9, p. 7411, 2019 (10002) - Fator de Impacto em 2018: 4,011.
110. SOUZA FILHO, I. R.; ALMEIDA JUNIOR, D. R. DE ; GAUSS, C.; SANDIM, M. J. R.; SUZUKI, P. A.; SANDIM, H. R. Z. Austenite reversion in AISI 201 austenitic stainless steel evaluated via in situ synchrotron X-ray diffraction during slow continuous annealing. **Materials Science and Engineering A-Structural Materials Properties Microstructure and Processing**, v. 755, p. 267-277, 2019 (10004) - Fator de Impacto em 2018: 4,081.
111. COSTA, D. M. A.; GÓMEZ, S. V.; ARAUJO, S. S. DE; PEREIRA, M. S.; ALVES, R. B. ; FAVARO, D. C.; HENGGE, A. C.; NAGEM, R. A. P.; BRANDÃO, T. A. S. Catalytic mechanism for the conversion of salicylate into catechol by the flavin-dependent monooxygenase salicylate hydroxylase. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 129, p. 588-600, 2019 (10011) - Fator de Impacto em 2018: 4,784.
112. SANTOS, C. M. A.; ADORNO, A. T.; STIPCICH, M.; CUNIBERTI, A.; SOUZA, J. DOS S. DE; BESSA, C. V. X. ; SILVA, R. A. G. DA Effects of Ag presence on phases separation and order-disorder

- transitions in Cu-xAl-Mn alloys. **Materials Chemistry and Physics**, v. 227, p. 184-190, 2019 (10017) - Fator de Impacto em 2018: 2,781.
113. OLIVEIRA, A. A. ; VALERIO- CUADROS, M. I. V.; TUPAN, L. F. S.; ZANUTO, V. S. ; IVASHITA, F. F.; PAESANO JR., A. Fe-doped In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanostructures synthesized via a freeze-drying process: Structural and optical properties. **Materials Letters**, v. 250, p. 210-213, 2019 (10019) - Fator de Impacto em 2018: 3,019.
114. VICENTINI, R. ; NUNES, W. G. ; COSTA, L. H. ; SILVA, L. M. DA ; MARQUE, A. M. P. DE ; JACKSON, P. ; DOUBEK, G. ; ZANIN, H. G. Highly stable nickel-aluminum alloy current collectors and highly defective multi-walled carbon nanotubes active material for neutral aqueous-based electrochemical capacitors. **Journal of Energy Storage**, v. 23, p. 116-127, 2019 (10020) - Fator de Impacto em 2018: 3,517.
115. SILVA, B. L. DA; CAETANO, B.L.; CHIARI-ANDREO, B. G.; PIETRO, R. C. L. R. ; CHIAVACCI, L. A. Increased antibacterial activity of ZnO nanoparticles: Influence of size and surface modification. **Colloids and Surfaces B-Biointerfaces**, v. 177, p. 440-447, 2019 (10021) - Fator de Impacto em 2018: 3,973.
116. CARVALHO, T. O. ; CARVALHO, P. H. P. R.; CORRÊA, J.R.; GUIDO, B. C.; MEDEIROS, G. A. ; EBERLIN, M. N.; COELHO, S. E. ; DOMINGOS, J. B.; NETO, B.A.D. Palladium Catalyst with Task-Specific Ionic Liquid Ligands: Intracellular Reactions and Mitochondrial Imaging with Benzothiadiazole Derivatives. **Journal of Organic Chemistry**, v. 84, n. 9, p. 5118-5128, 2019 (10026) - Fator de Impacto em 2018: 4,745.
117. RIBEIRO, I. R.; IMMICH, M. F. ; LUNDBERG, D.; POLETO, F. S.; LOH, W. Physiological neutral pH drives a gradual lamellar-to-reverse cubic-to-reverse hexagonal phase transition in phytantriol-based nanoparticles. **Colloids and Surfaces B-Biointerfaces**, v. 177, p. 204-210, 2019 (10027) - Fator de Impacto em 2018: 3,973.
118. KROETZ, T.; SANTOS, M. C. DOS; BEAL, R. ; ZANOTTO, G. M. ; SANTOS, F. DA S. ; GIACOMELLI, F. C.; GONÇALVES, P. F. B.; LIMA, V. R.; DAL BÓ, A. G.; RODEMBUSCH, F. S. Proton transfer in fluorescent secondary amines: synthesis, photophysics, theoretical calculation and preparation of photoactive phosphatidylcholine-based liposomes. **Photochemical & Photobiological Sciences**, v. 18, n.5, p. 1171-1184, 2019 (10028) - Fator de Impacto em 2018: 2,408.
119. LUVISON, C.; WANKE, C. H.; MOURA, S. ; MACHADO, G.; FARIAS, M. C. M. ; BIANCHI, O. Self-assembly of polyhedral oligomeric silsesquioxane structures through ion exchange. **Materials Science and Engineering B-Advanced Functional Solid-State Materials**, v. 243, p. 38-46, 2019 (10029) - Fator de Impacto em 2018: 3,507.
120. CARVALHO, I. DA S. ; BARBOSA, A. I. DOS S. ; SILVA, A. J. S. DA ; NASCIMENTO, P. A. M.; ANDRADE, A. B.; SAMPAIO, D. V.; JUNOT, D. O.; CUNHA, T. R. DA; JESUS, L. M. DE; SILVA, R. S. DA; REZENDE, M. V. DOS S. Structural and photoluminescence properties of Eu<sup>3+</sup>-doped (Y<sub>2</sub>.99-xGdx)Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub> phosphors under vacuum ultraviolet and ultraviolet excitation. **Materials Chemistry and Physics**, v. 228, p. 9-14, 2019 (10030) - Fator de Impacto em 2018: 2,781.
121. PANCOTTI, A.; SIERVO, A. DE; CARAZZOLLE, M. F.; NASCENTE, P. A. P.; LANDERS, R. Surface structure characterization by X-ray photoelectron diffraction of Sn ultra-thin films deposited on Pd(111). **Surface Science**, v. 685, p. 7-12, 2019 (10031) - Fator de Impacto em 2018: 1,849.
122. QADIR, M.; BERNARDI, F.; SCHOLTEN, J. D.; BAPTISTA, D. L.; DUPONT, J. Synergistic CO<sub>2</sub> hydrogenation over bimetallic Ru/Ni nanoparticles in ionic liquids. **Applied Catalysis B-Environmental**, v. 252, p. 10-17, 2019 (10034) - Fator de Impacto em 2018: 14,229.
123. RUIZ, D. M.; MIZRAHI, M.; SANTOS, H. D. A. ; JAQUE, D. ; JONES, C. M. S. ; MARQUES-HUESO, J. ; JACINTO, C.; REQUEJO, F. G.; TORRES-PARDO, A. ; GONZÁLEZ-CALBET, J. M. ; JUAREZ, B. H. Synthesis and characterization of Ag<sub>2</sub>S and Ag<sub>2</sub>S/Ag-2(S,Se) NIR nanocrystals. **Nanoscale**, v. 11, n. 19, p. 9194-9200, 2019 (10035) - Fator de Impacto em 2018: 6,970.

124. AGUILERA, L. J. ; PALACIO, L. A.; FARO JR., A. C. Synthesis of NiAl layered double hydroxides intercalated with aliphatic dibasic anions and their exchange with heptamolybdate. **Applied Clay Science**, v. 176, p. 29-37, 2019 (10036) - Fator de Impacto em 2018: 3,890.
125. AGAY, B. E. ; DINI, C. ; CORDEIRO, J. M. ; RICOMINI FILHO, A. P.; AVILA, E. D. DE ; RANGEL, E. C.; CRUZ, N. C. DA; BARÃO, V. A. R. Visible-Light-Induced Photocatalytic and Antibacterial Activity of TiO<sub>2</sub> Codoped with Nitrogen and Bismuth: New Perspectives to Control Implant-Biofilm-Related Diseases. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v. 11, n. 20, p. 18186-18202, 2019 (10038) - Fator de Impacto em 2018: 8,456.
126. MANZUR, H. I. B. ; LIMA, S. H. ; RODRIGUES, V. DE O.; PALACIO, L. A.; FARO JR., A. C. Copper-manganese catalysts with high activity for methanol synthesis. **APPLIED CATALYSIS A-GENERAL**, v. 579, p. 65-74, 2019 (10041) - Fator de Impacto em 2018: 4,630.
127. GALIOTE, N. A.; OLIVEIRA, F. E. R.; LIMA, F. H. B. DE FeCo-N-C oxygen reduction electrocatalysts: Activity of the different compounds produced during the synthesis via pyrolysis. **Applied Catalysis B-Environmental**, v. 253, p. 300-308, 2019 (10043) - Fator de Impacto em 2018: 14,229.
128. ELIAS, K. F. M.; BEDNARCZUK, L; ASSAF, E. M.; RAMIREZ DE LA PISCINA, P. ; HOMS, N. Study of Ni/CeO<sub>2</sub>-ZnO catalysts in the production of H<sub>2</sub> from acetone steam reforming. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 44, n. 25, p. 12628-12635, 2019 (10050) - Fator de Impacto em 2018: 4,084.
129. RODRIGUES, T. A. ; DUARTE, V. ; ÁVILA, J. A. ; SANTOS, T. G. ; MIRANDA, R. M. ; OLIVEIRA, J. P. DE Wire and arc additive manufacturing of HSLA steel: Effect of thermal cycles on microstructure and mechanical properties. **Additive Manufacturing**, v. 27, p. 440-450, 2019 (10051) - Fator de Impacto em 2018: 7,173.
130. LOURENÇO, T. C. DA; HAMLEY, I. W.; MIRANDA, A. DE; ALVES, W. A. beta-sheet assembly in amyloidogenic glutamic acid nanostructures: Insights from X-ray scattering and infrared nanospectroscopy. **Journal of Peptide Science**, v. 25, n. 6, p. UNSP e3170, 2019 (10052) - Fator de Impacto em 2018: 2,081.
131. GOMES, A. P. ; GONÇALVES, J. M.; ARAKI, K.; MARTINS, P. R. Enhancement of Stability and Specific Charge Capacity of Alpha-Ni(OH)<sub>2</sub> by Mn(II) Isomorphous Substitution. **Energy Technology**, v. 7, n. 5, p. 1800980, 2019 (10065) - Fator de Impacto em 2018: 3,163.
132. CONDE, F. F.; ESCOBAR ATEHORTUA, J. D.; OLIVEIRA, J. P. DE ; BÉRES, M.; JARDINI, A. L.; FILHO BOSE, W. W. ; ÁVILA, J. A. Effect of thermal cycling and aging stages on the microstructure and bending strength of a selective laser melted 300-grade maraging steel. **Materials Science and Engineering A-Structural Materials Properties Microstructure and Processing**, v. 758, p. 192-201, 2019 (10069) - Fator de Impacto em 2018: 4,081.
133. CUNHA, B. S.; BATAGLIOLI, R. A. ; TAKETA, T. B.; LOPES, L. M. ; BEPPU, M. M. Ionic liquid functionalization of chitosan beads for improving thermal stability and copper ions uptake from aqueous solution. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 7, n. 3, p. UNSP 103181, 2019 (10071) - Fator de Impacto em 2018: 0,000.
134. PERLI, G. ; PESSOA, A. C. S. N.; BALBINO, T. A.; DE LA TORRE, L. G. Ionic strength for tailoring the synthesis of monomodal stealth cationic liposomes in microfluidic devices. **Colloids and Surfaces B-Biointerfaces**, v. 179, p. 233-241, 2019 (10072) - Fator de Impacto em 2018: 3,973.
135. RODRIGUES, J. E. F. S. ; ROSA, W. S. ; FERRER, M. M.; CUNHA, T. R. DA; ZAPATA, M. J. M.; SAMBRANO, J. R.; MARTINEZ, J. L. ; PIZANI, P. S.; ALONSO, J. A.; HERNANDES, A. C.; GONÇALVES, R. V. Spin-phonon coupling in uniaxial anisotropic spin-glass based on Fe<sub>2</sub>TiO<sub>5</sub> pseudobrookite. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 799, p. 563-572, 2019 (10074) - Fator de Impacto em 2018: 4,175.
136. LINO, A. V. P.; CALDERON, Y. N. C. ; MASTELARO, V. R.; ASSAF, E. M.; ASSAF, J. M. Syngas for Fischer-Tropsch synthesis by methane tri-reforming using nickel supported on MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

promoted with Zr, Ce and Ce-Zr. **Applied Surface Science**, v. 481, p. 747-760, 2019 (10081) - Fator de Impacto em 2018: 5,155.

137. BISPO, G. F. C.; ANDRADE, A. B.; SILVA, I. R. F. A. DA ; MACEDO, Z. S.; VALERIO, M. E. G. Thermoluminescence and persistent luminescence of Tb<sup>3+</sup> activated CaYAl<sub>3</sub>O<sub>7</sub>. **Optical Materials**, v. 91, p. 413-418, 2019 (10082) - Fator de Impacto em 2018: 2,687.

138. MELO, S. S. ; ANDRADE, A. B.; BISPO, G. F. C.; CARVALHO, J. C.; MACEDO, Z. S.; VALERIO, M. E. G. X-ray absorption spectroscopy and tunable color emission study of the Mn-co-doped BaAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>: Ce phosphor under synchrotron radiation. **Optical Materials**, v. 91, p. 401-407, 2019 (10083) - Fator de Impacto em 2018: 2,687.

139. ADRINI, L.; TOJA, R. M.; CONCONI, M. S.; REQUEJO, F. G.; RENDTORFF, N. M. Halloysite nanotube and its firing products: Structural characterization of halloysite, metahalloysite, spinel type silicoaluminate and mullite. **Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena**, v. 234, p. 19-26, 2019 (10087) - Fator de Impacto em 2018: 1,343.

140. ANDRADE, A. B.; BISPO, G. F. C.; MACEDO, Z. S.; BALDOCHI, S.L.; YUKIHARA, E. G. ; VALERIO, M. E. G. VUV excited luminescence and thermoluminescence investigation on Er<sup>3+</sup>- or Pr<sup>3+</sup>-doped BaY<sub>2</sub>F<sub>8</sub> single crystals. **Optical Materials**, v. 90, p. 238-243, 2019 (10089) - Fator de Impacto em 2018: 2,687.

141. SILVA, E. A.; BRAUNGER, M. L.; GREGORI, A.; OLIVATI, C. A. Volatile organic compounds detection by electrical sensors using polyalkylthiophene-based Langmuir-Blodgett films. **SN Applied Science**, v. 1, n. 3, p. 200, 2019 (10096) - Fator de Impacto em 2018: 0,000.

142. PAULA, F. L. O. SAXS Analysis of Magnetic Field Influence on Magnetic Nanoparticle Clusters. **Condensed Matter**, v. 4, n. 2, p. 55, 2019 (10103) - Fator de Impacto em 2018: 0,000.

143. VILLAS-BOAS, M. O. C.; SERBENA, F.C.; SOARES, V.O.; MATHIAS, I.; ZANOTTO, E. D. Residual stress effect on the fracture toughness of lithium disilicate glass-ceramics. **Journal of the American Ceramic Society**, v. 103, n. 1, p. 465-479, 2019 (10105) - Fator de Impacto em 2018: 3,094.

144. FEITOSA, V. A.; ALMEIDA, V. C. DE ; MALHEIROS, B.; CASTRO, R. D. DE ; BARBOSA, L. R. S.; CERIZE, N. N. P. ; RANGEL-YAGUI, C. O. Polymeric micelles of pluronic F127 reduce hemolytic potential of amphiphilic drugs. **Colloids and Surfaces B-Biointerfaces**, v. 180p. 177-185, 2019 (10107) - Fator de Impacto em 2018: 3,973.

145. JIMENEZ, M. M. J.; ANTUNES, V. G.; CUCATTI, S.; RIUL JR., A.; ZAGONEL, L. F.; FIGUEROA, C. A.; WISNIVESKY, D.; ALVAREZ, F. Physical and micro-nano-structure properties of chromium nitride coating deposited by RF sputtering using dynamic glancing angle deposition. **Surface & Coatings Technology**, v. 372, p. 268-277, 2019 (10109) - Fator de Impacto em 2018: 3,192.

146. SOUSA, J. N.; RIBEIRO, L. C. ; ARRUDA, M. S.; HOMEM, M. G. P.; TANAKA, H. K.; CREDIDIO, B. C. ; MARINHO, R. R. T.; MEDINA, A.; PRAZERES, I.; SANTOS, A. C. F.; PRUDENTE, F. V. Photoabsorption and Photoionization Cross Sections of Pyridine in the Vacuum-Ultraviolet Energy Range. **Journal of Physical Chemistry A**, v.123, n. 24, p. 5164-5170, 2019 (10110) - Fator de Impacto em 2018: 2,641.

147. THYSSEN, V. V.; ASSAF, E. M. Ni/CaO-SiO<sub>2</sub> catalysts for assessment in steam reforming reaction of acetol. **Fuel**, v.254, p. UNSP 115592, 2019 (10112) - Fator de Impacto em 2018: 5,128.

148. CARDOSO, E. S. F. ; FORTUNATO, G. V. ; MAIA, G. Modification of C, O, and N Groups for Oxygen Reduction Reaction on an Electrochemically Stabilized Graphene Nanoribbon Surface. **Journal of Physical Chemistry C**, v.123, n. 26, p. 16308-16316, 2019 (10113) - Fator de Impacto em 2018: 4,309.

149. CALASANS-MAIA, M. D.; BARBOZA JR., C. A. B; SOUZA, C. A. S. DE; ALVES, A. T. N. N.; UZEDA, M. J. ; MARTINEZ-ZELAYA, V. R. ; LEÃO, M. H. M. DE R.; SANTANA, R. B. DE ; GRANJEIRO, J. M.; ROSSI, A. M. Microspheres of alginate encapsulated minocycline-loaded nanocrystalline carbonated hydroxyapatite: therapeutic potential and effects on bone regeneration.

**International Journal of Nanomedicine**, v. 14, p. 4559-4571, 2019 (10114) - Fator de Impacto em 2018: 4,471.

150. LEHN, I. ; HORODYSKI, R. S. ; PAIM, P. S. G. Marine and non-marine strata preserving Ediacaran microfossils. **Scientific Reports**, v.9, p. 9809, 2019 (10116) - Fator de Impacto em 2018: 4,011.

151. BEZERRA, D. M.; ZAPELINI, I. W.; FRANKE, K. N. ; RIBEIRO, M. E. ; CARDOSO, D. Investigation of the structural order and stability of mesoporous silicas under a humid atmosphere. **Materials Characterization**, v. 154, p. 103-115, 2019 (10118) - Fator de Impacto em 2018: 3,220.

152. CAMPOS, M.; SOUZA, S. DE ; DAVIM, J. P. ; SOUZA, S. D.; OLZON-DIONYSIO, M. Influence of the Gas Pressure of Plasma Nitriding on the Structural, Mechanical and Tribological Surface Properties of AISI 316L. **Materials Research-Ibero-american Journal of Materials**, v. 22, n. 4, p. UNSP e20190302, 2019 (10119) - Fator de Impacto em 2018: 1,104.

153. HOLANDA, M. S. DE ; SZOSTAK, R.; MARCHEZI, P. E.; DUARTE, L. G. T. A. ; GERMINO, J. C. ; ATVARIS, T. D. Z.; NOGUEIRA, A. F. In Situ 2D Perovskite Formation and the Impact of the 2D/3D Structures on Performance and Stability of Perovskite Solar Cells. **Solar RRL**, v. 3, n. 9, p. 1900199, 2019 (10121) - Fator de Impacto em 2018: 0,000.

154. ESCOBAR ATEHORTUA, J. D.; FARIA, G. A.; MAIA, E. L. ; OLIVEIRA, J. P. DE ; BOLL, T. ; SEILS, S. ; MEI, P. R.; LONDONO, A. J. R. Fundamentals of isothermal austenite reversion in a Ti-stabilized 12Cr-6 Ni-2 Mo super martensitic stainless steel: Thermodynamics versus experimental assessments. **Acta Materialia**, v. 174, p. 246-259, 2019 (10124) - Fator de Impacto em 2018: 7,293.

155. CALVO, T. R. A.; SANTAGAPITA, P. R.; PERULLINI, M. Functional and structural effects of hydrocolloids on Ca(II)-alginate beads containing bioactive compounds extracted from beetroot. **LWT-Food Science and Technology**, v. 111, p. 520-526, 2019 (10125) - Fator de Impacto em 2018: 3,714.

156. SIQUEIRA, G. A.; DIAS, I. K. R. ; ARANTES, V. Exploring the action of endoglucanases on bleached eucalyptus kraft pulp as potential catalyst for isolation of cellulose nanocrystals. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 133, p. 1249-1259, 2019 (10128) - Fator de Impacto em 2018: 4,784.

157. BORGES, L. R.; LÓPEZ-CASTILLO, A. ; MEIRA, D. M.; GALLO, J. M. R.; ZANCHET, D.; BUENO, J. M. C. Effect of the Pt Precursor and Loading on the Structural Parameters and Catalytic Properties of Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. **ChemCatChem**, v. 11, n. 13, p. 3064-3074, 2019 (10132) - Fator de Impacto em 2018: 4,495.

158. THYSSEN, V. V.; ASSAF, E. M.; SARTORE, D. M. Effect of preparation method on the performance of Ni/MgO-SiO<sub>2</sub> catalysts for glycerol steam reforming. **Journal of the Energy Institute**, v. 92, n. 4, p. 947-958, 2019 (10134) - Fator de Impacto em 2018: 3,774.

159. FARIA, A. M.; MAZON, T. Early diagnosis of Zika infection using a ZnO nanostructures-based rapid electrochemical biosensor. **Talanta**, v. 203, p. 153-160, 2019 (10135) - Fator de Impacto em 2018: 4,916.

160. RADA, J. P. ; BASTOS, B. S. M. ; ANSELMINO, L. ; FRANCO, C. H. J. ; LANZMASTER, M. ; DINIZ, R.; FERNÁNDEZ, C. O.; MENACHO-MÁRQUES, M. ; PERCEBOM, A. M.; REY, N. A. Binucleating Hydrazonic Ligands and Their  $\mu$ -Hydroxodicopper(II) Complexes as Promising Structural Motifs for Enhanced Antitumor Activity. **Inorganic Chemistry**, v. 58, n. 13, p. 8800-8819, 2019 (10140) - Fator de Impacto em 2018: 4,850.

161. SILVA, I. F. ; TEIXEIRA, I. F. ; BARROS, W. P.; PINHEIRO, C. B.; ARDISSON, J. D.; NASCIMENTO, G. M. DO; PRADIE, N. A.; TEIXEIRA, A. P. DE C.; STUMPF, H. O. An Fe-III dinuclear metallacycle complex as a size-selective adsorbent for nitrogenous compounds and a potentially effective ammonia storage material. **Journal of Materials Chemistry A**, v. 7, n. 25, p. 15225-15232, 2019 (10142) - Fator de Impacto em 2018: 10,733.

162. CRUZ, T. N. M. DA; SAVASSA, S. M.; MONTANHA, G. S.; ISHIDA, J. K. ; ALMEIDA, E. DE; TSAI, S. M.; LAVRES JR., J.; CARVALHO, H. W. P. A new glance on root-to-shoot in vivo zinc transport and time-dependent physiological effects of ZnSO<sub>4</sub> and ZnO nanoparticles on plants. **Scientific Reports**, v. 9, p. 10416, 2019 (10144) - Fator de Impacto em 2018: 4,011.
163. NASCIMENTO, J. U. DO; ZAMBUZI, G. C. ; FERREIRA, J. O. ; PAULA, J. H.; RIBEIRO, T. S. ; SOUZA, A. L. DE; DREISS, C. A. ; SILVA, L. L. ; FRANCISCO, K. R. A simple process to tune wettability of pectin-modified silanized glass. **Colloids and Surfaces A-Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 577, p. 67-74, 2019 (10146) - Fator de Impacto em 2018: 3,131.
164. LIRA, A. L.; FERREIRA, R. S.; TORQUATO, R. J. S.; OLIVA, M. L. V.; SCHUCK, P.; SOUSA, A. A. Allosteric inhibition of alpha-thrombin enzymatic activity with ultrasmall gold nanoparticles. **Nanoscale Advances**, v. 1, n. 1, p. 378-388, 2019 (10147) - Fator de Impacto em 2018: 0,000.
165. PIRANI, L. S. R.; CÁNNEVA, A.; GERONÉS, M.; DELLA VÉDOVA, C. O.; ROMANO, R. M.; CAVASSO-FILHO, R. L.; ERBEN, M. F. Formation of HCO<sup>+</sup> and HCS<sup>+</sup> Ions in the Photodissociation of CH<sub>3</sub>OC(S)SCH<sub>3</sub> under VUV Synchrotron Radiation. **Journal of Physical Chemistry A**, v. 123, n. 1, p. 6674-6682 (10154) - Fator de Impacto em 2018: 2,641.
166. MONTEIRO, L. O. F.; FERNANDES, R. S.; CASTRO, L. ; REIS, D.; CASSALI, G. D. ; EVANGELISTA, F. ; LOURES, C; SABINO, A. DE P. ; OLIVEIRA, M. C. DE; CARDOSO, V. N.; BARROS, A. L. B.; LEITE, E. A. Paclitaxel-Loaded Folate-Coated pH-Sensitive Liposomes Enhance Cellular Uptake and Antitumor Activity. **Molecular Pharmaceutics**, v. 16, n. 8, p. 3477-3488, 2019 (10158) - Fator de Impacto em 2018: 4,396.
167. CARVALHO, N. C. DE ; PESSATO, T. B.; NEGRÃO, F.; EBERLIN, M. N.; BEHRENS, J. H. ; ZOLLNER, R. L.; NETTO, F. M. Physicochemical changes and bitterness of whey protein hydrolysates after transglutaminase cross-linking. **LWT-Food Science and Technology**, v. 113, p. UNSP 108291, 2019 (10159) - Fator de Impacto em 2018: 3,714.
168. FERREIRA, G. A.; LOH, W. Planet-Satellite Nanostructures Based on Block Copolymer-Surfactant Nanoparticles Surface-Decorated with Gold and Silver: A New Strategy for Interfacial Catalysis. **Advanced Materials Interfaces**, v. 6, n. 23, p. 1900348, 2019 (10160) - Fator de Impacto em 2018: 4,713.
169. CROCOMO, P. Z.; WINIARSKI, J. P. ; BARROS, M. R. ; LATOCHESKI, E. ; NAGURNIAK, G. R. ; PARREIRA, R. L. T.; SIEBERT, D. A.; MICKE, G. A. ; MAGOSSO, H. A.; JOST, C. L. Silver Nanoparticles-silsesquioxane Nanomaterial Applied to the Determination of 4-nitrophenol as a Biomarker. **Electroanalysis**, v. 31, n. 12, p. 2319-2329, 2019 (10164) - Fator de Impacto em 2018: 2,691.
170. PELIN, J. N. B. D.; GERBELLI, B. B. ; SOARES, B. M.; AGUILAR, A. M. ; ALVES, W. A. Amyloidogenic model peptides as catalysts for stereoselective aldol reactions. **Catalysis Science & Technology**, v. 9, n. 16, p. 4304-4313, 2019 (10197) - Fator de Impacto em 2018: 5,726.
171. FANTON, L.; CREMASCO, A.; MELLO, M. G. DE; CARAM JR., R. Anodization growth of TiO<sub>2</sub> nanotubes on Ti-35Nb-7Zr-5Ta alloy: effects of anodization time, strain hardening, and crystallographic texture. **Journal of Materials Science**, v.54, n. 21, p. 13724-13739, 2019 (10198) - Fator de Impacto em 2018: 3,442.
172. RODRIGUES, C. ; NAASANI, L. I. S.; ZANATELLI, C; PAIM, T. C.; AZEVEDO, J. G. ; LIMA, J. C. DE; FERNANDES, M. DA C.; BUCHNER, S.; WINK, M. R. Bioglass 45S5: Structural characterization of short range order and analysis of biocompatibility with adipose-derived mesenchymal stromal cells in vitro and in vivo. **Materials Science & Engineering C-Materials for Biological Applications**, v. 103, 9. 109781, 2019 (10199) - Fator de Impacto em 2018: 4,959.
173. RABELO, R. S. ; TAVARES, G. M. ; PRATA, A. S.; HUBINGER, M. D. Complexation of chitosan with gum Arabic, sodium alginate and kappa-carrageenan: Effects of pH, polymer ratio and salt concentration. **Carbohydrate Polymers**, v. 223, p. UNSP 115120, 2019 (10201) - Fator de Impacto em 2018: 6,044.

174. VICENTINI, R. ; SOARES, D. M. ; NUNES, W. G. ; FREITAS, B. G. A. ; COSTA, L. H. ; SILVA, L. M. DA ; ZANIN, H. G. Core-niobium pentoxide carbon-shell nanoparticles decorating multiwalled carbon nanotubes as electrode for electrochemical capacitors. **Journal of Power Sources**, v. 434, p. 226737, 2019 (10202) - Fator de Impacto em 2018: 7,467.
175. SOUZA, J. C.; JESUS, C. B. R.; LESSEUX, G. G.; ROSA, P. F. S.; URBANO, R. R.; PAGLIUSO, P. G. Crystalline electric field study in a putative topologically trivial rare-earth doped YPdBi compound. **Journal of Physics-Condensed Matter**, v.31, n. 46, p. 465701, 2019 (10203) - Fator de Impacto em 2018: 2,711.
176. ÁVILA, Y. ; OSIRY, H.; PLASENCIA, Y.; TORRES, A. E. ; GONZALEZ, M.; LEMUS-SANTANA, A. A.; REGUERA, E. From 3D to 2D Transition Metal Nitroprussides by Selective Rupture of Axial Bonds. **Chemistry-A European Journal**, v. 25, n. 48, p. 11327-11336, 2019 (10208) - Fator de Impacto em 2018: 5,160.
177. OLIVEIRA, C. R.; MAIA, E. L. ; FONSECA, S. T.; MARTINS, M. ; ÁVILA, J. A. ; MEI, P. R. Microstructural Evolution Due to One Thermal Cycle in a Superduplex Stainless Steel ASTM A890/A890M-Grade 6A in the As-Weld and Post-Weld Heat Treatment Conditions. **Materials Research-Ibero-american Journal of Materials**, v.22, n. 4, p. UNSP e20190320, 2019 (10211) - Fator de Impacto em 2018: 1,104.
178. VAZQUEZ-ROBAINA, O.; CABRERA, A. F.; MEYER, M.; ROMANO, R. M.; CRUZ, A. F. ; RODRÍGUEZ TORRES, C. E. Room-Temperature Ferromagnetism Induced by High-Pressure Hydrogenation of ZnO. **Journal of Physical Chemistry C**, v. 123, n. 33, p. 19851-19861, 2019 (10213) - Fator de Impacto em 2018: 4,309.
179. COITINHO, J. B.; COSTA, M. A. F.; MELO, E. M. ; MORAIS, E. A. ; ANDRADE, L. G. A. DE ; ROCHA, A. M. DA ; MAGALHÃES, M. T. Q. DE ; FAVARO, D. C.; BLEICHER, L.; PEDROSO, E. R. P. ; GÓES, A. M. DE; NAGEM, R. A. P. Structural and immunological characterization of a new nucleotidyltransferase-like antigen from *Paracoccidioides brasiliensis*. **Molecular Immunology**, v. 112, p. 151-162, 2019 (10214) - Fator de Impacto em 2018: 3,064.
180. COSTA, J. A. S.; SARMENTO, V. H. V.; ROMÃO, L. P. C.; PARANHOS, C. M. Synthesis of functionalized mesoporous material from rice husk ash and its application in the removal of the polycyclic aromatic hydrocarbons. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, n. 25, p. 25476-25490, 2019 (10217) - Fator de Impacto em 2018: 2,914.
181. BAVA, Y.B.; GERONÉS, M.; GIOVANETTI, L. J.; ANDRINI, L. R.; ERBEN, M. F. Speciation of sulphur in asphaltenes and resins from Argentinian petroleum by using XANES spectroscopy. **Fuel**, v. 256, p. 115952, 2019 (10218) - Fator de Impacto em 2018: 5,128.
182. AVANSI JR., W.; CATTO, A. C.; SILVA, L. F. DA; FIORIDO, T.; BERNARDINI, S.; MASTELARO, V. R.; AGUIR, K.; ARENAL, R. One-Dimensional V2O5/TiO2 Heterostructures for Chemiresistive Ozone Sensors. **ACS Applied Nano Materials**, v. 2, n. 8, p. 4756-4764, 2019 (10224) - Fator de Impacto em 2018: 0,000.
183. SILVA, A. J. S. DA ; FREITAS, S. M. DE; NASCIMENTO, P. A. M.; CARVALHO, I. DA S. ; FREIRE, R. ; PASCHOAL, C. W. A.; SILVA, R. S. DA; REZENDE, M. V. DOS S. Non-stoichiometric Ce-doped LiAl5O8 phosphors: Synthesis, structural and optical properties. **Ceramics International**, v. 45, n. 15, p. 18994-19001, 2019 (10225) - Fator de Impacto em 2018: 3,450.
184. FERREIRA, C. H.; SIMON, A. P.; SANTOS, V. A. Q. ; RODRIGUES, A.; SANTOS, J. S. ; STRIXINO, FRANCISCO TRIVINHO; MARQUES, P. T. ; SIKORA, M. DE S. Nanotexturization of Ti-based implants in simulated body fluid: Influence of synthesis parameters on coating properties and kinetics of drug release. **Journal of Materials Research**, v. 34, n. 16, p. 2828-2836, 2019 (10226) - Fator de Impacto em 2018: 1,982.
185. CARDOSO, M. ; BARBOSA, R. DE F.; TORRENTE-VILARA, G. ; GUANAZ, G.; JESUS, E. F. O. DE; MÁRSICO, E. T.; RIBEIRO, R. O. R.; GUSMÃO, F. Multielemental composition and consumption risk characterization of three commercial marine fish species. **Environmental Pollution**, v. 25, p. 1026-1034, 2019 (10228) - Fator de Impacto em 2018: 5,714.

186. ÁVILA, J. A. ; CONDE, F. F.; PINTO, H. C.; RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, J.; GRIJALBA, F. A. F. Microstructural and Residuals Stress Analysis of Friction Stir Welding of X80 Pipeline Steel Plates Using Magnetic Barkhausen Noise. **Journal of Nondestructive Evaluation**, v. 34, n. 4, p. 86, 2019 (10230) - Fator de Impacto em 2018: 2,139.
187. FREITAS, D. S.; RODAK, B. W.; CARNEIRO, M. A C.; GUILHERME, L. R. G. How does Ni fertilization affect a responsive soybean genotype? A dose study. **Plant and Soil**, v. 441, n. 1-2, p. 567-586, 2019 (10235) - Fator de Impacto em 2018: 3,259.
188. ROCHA, D. B. ; ROSA, D. DOS S. Coupling effect of starch coated fibers for recycled polymer/wood composites. **Composites Part B-Engineering**, v. 172, p. 1-8, 2019 (10241) - Fator de Impacto em 2018: 6,864.
189. OLIVEIRA, V. B.; VIEIRA, L. R. ; LIMA, B. DE A; AVILA, P. R. T.; RÊGO, G. C. ; PINTO, H. C.; BASTOS, I. N. ; SILVA, E. P. DA Corrosion behavior of as-cast ZK60 alloy modified with rare earth addition in sodium sulfate medium. **Corrosion Science**, v. 158, p. UNSP 108092, 2019 (10242) - Fator de Impacto em 2018: 6,355.
190. GAUCHE, C. ; FELISBERTI, M. I. Colloidal Behavior of Cellulose Nanocrystals Grafted with Poly(2-alkyl-2-oxazoline)s. **ACS Omega**, v. 4, n. 7, p. 11893-11905, 2019 (10243) - Fator de Impacto em 2018: 2,584.
191. PALACIO, G. ; BOYER, D. ; THERIAS, S.; PULCINELLI, S. H.; MAHIOU, R. ; CHADEYRON, C. ; SANTILLI, C. V. Accelerated ultraviolet aging of structural and luminescent properties of the ureasil-polyether hybrid materials U-PEO:Eu<sup>3+</sup> and U-PPO:Eu<sup>3+</sup>. **Polymer**, v. 177, p. 102-110, 2019 (10244) - Fator de Impacto em 2018: 3,771.
192. PANCOTTI, A.; SIERVO, A. DE; CARAZZOLLE, M. F.; LANDERS, R.; NASCENTE, P. A. P. Ultra-thin films of In on Pd(111) characterized by X-ray photoelectron diffraction. **Thin Solid Films**, v. 688, n. Special, p. UNSP 137442, 2019 (10245) - Fator de Impacto em 2018: 1,888.
193. RASERA, J. R. S; SANT'ANNA NETO, A. ; MONTEIRO, R. T. R.; VAN GESTEL, C. A. M.; CARVALHO, H. W. P. Toxicity, bioaccumulation and biotransformation of Cu oxide nanoparticles in *Daphnia magna*. **Environmental Science-Nano**, v. 6, n. 9, p. 2897-2906, 2019 (10246) - Fator de Impacto em 2018: 7,704.
194. ANDRINI, L. R.; SOLDANO, G. J. ; MARISCAL, M. M. ; REQUEJO, F. G.; JOLY, Y. Structure stability of free copper nanoclusters: FSA-DFT Cu-building and FDM-XANES study. **Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena**, v. 235, p. 1-7, 2019 (10247) - Fator de Impacto em 2018: 1,343.
195. GONZÁLEZ-DURRUTY, M; SCANAVACHI, G; RIAL, R. ; LIU, Z. ; CORDEIRO, M. N. D. S. ; ITRI, R.; RUSO, J. N. Structural and energetic evolution of fibrinogen toward to the betablocker interactions. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 137, p. 405-419, 2019 (10248) - Fator de Impacto em 2018: 4,784.
196. JAIME, D. M. ; BOLZAN, C. A. ; ANDRADE, A. M. H.; SCHOFFEN, J. R. Structural and compositional analysis of GaSb nanofoams obtained by ion irradiation of sputtered films. **Thin Solid Films**, v. 687, p. UNSP 137447, 2019 (10249) - Fator de Impacto em 2018: 1,888.
197. KUMAR, A.; SELVA, J. S. G. ; GONÇALVES, J. M.; ARAKI, K.; BERTOTTI, M. Nanoporous gold-based dopamine sensor with sensitivity boosted by interferant ascorbic acid. **Electrochimica Acta**, v. 322, p. UNSP 134772, 2019 (10254) - Fator de Impacto em 2018: 5,383.
198. BARBOSA, E. A. A.; SERAPHIM, T. V.; GANDIN, C. A.; TEIXEIRA, L. F. ; SILVA, R. A. G. DA ; RIGHETTO, G. L.; GONÇALVES, K. DE A.; VASCONCELLOS, R. DE S.; ALMEIDA, M. R.; SILVA JR., A.; FIETTO, J. L. R.; KOBARG, J.; GILEADI, C.; MASSIRER, K. B.; BORGES, J. C.; OLIVEIRA NETO, M.; BRESSAN, G. C. Insights into the full-length SRPK2 structure and its hydrodynamic behavior. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 137, p. 205-214, 2019 (10256) - Fator de Impacto em 2018: 4,784.
199. MELLO, M. G. DE; SALVADOR, C. A. F.; FANTON, L.; CARAM JR., R. High strength biomedical Ti-13Mo-6Sn alloy: Processing routes, microstructural evolution and mechanical

behavior. **Materials Science and Engineering A-Structural Materials Properties Microstructure and Processing**, v. 764, p. 138190m 2019 (10259) - Fator de Impacto em 2018: 4,081.

200. ANTUNES, L. H. M.; HOYOS QUINTERO, J. J.; FONSECA, E. B. DA; BÉRES, M.; FARINA, P. F. DA S.; LOPES, E. S. N.; MACIEL FILHO, R.; JARDINI, A. L. Effect of phase transformation on ductility of additively manufactured Co-28Cr-6Mo alloy: An in situ synchrotron X-ray diffraction study during mechanical testing. **Materials Science and Engineering A-Structural Materials Properties Microstructure and Processing**, v. 764, p. 138262, 2019 (10261) - Fator de Impacto em 2018: 4,081.

201. COURY, F. G.; SANTANA, D. DE A.; GUO, Y.; COPLEY, J.; OTANI, L.; FONSECA, S. T.; ZEPON, G.; KIMINAMI, C. S.; KAUFMAN, M. J.; CLARKE, A. Design and in-situ characterization of a strong and ductile co-rich multicomponent alloy with transformation induced plasticity. **Scripta Materialia**, v. 173, p. 70-74, 2019 (10267) - Fator de Impacto em 2018: 4,539.

202. MODENES JÚNIOR, M. A.; ZITO, C. DE A.; PERFECTO, T. M.; VOLANTI, D. P. Ethanol detection using composite based on reduced graphene oxide and CuO hierarchical structure under wet atmosphere. **Materials Science and Engineering B-Advanced Functional Solid-State Materials**, v. 248, p. 114385, 2019 (10270) - Fator de Impacto em 2018: 3,507.

203. STAVALE, A. DE A.; FONSECA, G. O.; DUARTE, P. S.; MACEDO, L. C.; PERCEBOM, A. M. Nanoparticles of surfactant and block copolymers with high uptake of oily ingredients for cosmetic formulations. **Colloids and Surfaces A-Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 581, p. 123779, 2019 (10272) - Fator de Impacto em 2018: 3,131.

204. BECKER-KERBER, B.; SILVA, F. R. DA; AMORIM, K. N.; PACHECO, M. L. A. F.; LEME, J. DE M. Putting the cart before the horse: An example of how the lack of taphonomical approaches can mislead paleobiological inferences for the late Ediacaran. **Precambrian Research**, v. 332, p. 105385, 2019 (10273) - Fator de Impacto em 2018: 3,834.

205. ROJAS, J. E. U.; GERBELLI, B. B.; RIBEIRO, A. O.; NANTES-CARDOSO, I. L.; GIUNTINI, F.; ALVES, W. A. Silk fibroin hydrogels for potential applications in photodynamic therapy. **Biopolymers**, v. 110, n. 2, p. e23245, 2019 (10274) - Fator de Impacto em 2018: 1,845.

206. LINO, A. V. P.; ASSAF, E. M.; ASSAF, J. M. X-ZrO<sub>2</sub> addition (X = Ce, La, Y and Sm) on Ni/MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> applied to methane tri-reforming for syngas production. **Journal of CO<sub>2</sub> Utilization**, v. 33, p. 273-283, 2019 (10276) - Fator de Impacto em 2018: 5,189.

207. WETTER, N. U.; SILVA, D. S. DA; KASSAB, L. R. P.; JIMÉNEZ-VILLAR, E. Improving performance in ytterbium-erbium doped waveguide amplifiers through scattering by large silicon nanostructures. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 794, p. 120-126, 2019 (10277) - Fator de Impacto em 2018: 4,175.

208. ARAÚJO, P. R.; CALIXTO, G. M. F.; SILVA, I. C. DA; ZAGO, L. H. DE P.; OSHIRO JR., J. A.; PAVAN, F. R.; RIBEIRO, A. O.; FONTANA, C. R.; CHORILLI, M. Mucoadhesive In Situ Gelling Liquid Crystalline Precursor System to Improve the Vaginal Administration of Drug. **AAPS PharmSciTech**, v. 20, n. 6, p. 225, 2019 (10278) - Fator de Impacto em 2018: 2,608.

209. ÁVILA, Y.; PLASENCIA, Y.; OSIRY, H.; MARTINEZ-DLCRUZ; GONZALEZ, M.; REGUERA, E. Thermally Induced Spin Transition in a 2D Ferrous Nitroprusside. **European Journal of Inorganic Chemistry**, v. 2019, n. 47, p. 4966-4973, 2019 (10281) - Fator de Impacto em 2018: 2,578.

210. SILVA, D. DO C.; SAMPAIO, D. V.; SILVA, J. H. L.; RODRIGUES, A. M.; PENA, R. B.; MOULTON, B. J. A.; PIZANI, P. S.; RINO, J. P.; SILVA, R. S. DA Synthesis of PbO center dot SiO<sub>2</sub> glass by CO<sub>2</sub> laser melting method. **Journal of Non-Crystalline Solids**, v. 522, p. UNSP 119572, 2019 (10283) - Fator de Impacto em 2018: 2,600.

211. GU, B.; HE, S.; PERON, D. V.; PEDROLO, D. R. S.; MOLDOVAN, S.; RIBEIRO, M. C.; LOBATO, B.; CHERNAVSKII, P. A.; ORDOMSKY, V. V.; KHODAKOV, A. Y. Synergy of nanoconfinement and promotion in the design of efficient supported iron catalysts for direct olefin synthesis from syngas. **Journal of Catalysis**, v. 376, p. 1-16, 2019 (10285) - Fator de Impacto em 2018: 7,723.

212. SERODRE, T. ; OLIVEIRA, N. A. P. ; MIQUITA, D. R.; FERREIRA, M. P. ; SANTOS, A. P.; RESENDE, V. G. ; FURTADO, C. A. Surface Silanization of Graphene Oxide Under Mild Reaction Conditions. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 30, n. 11, p. 2488-2499, 2019 (10286) - Fator de Impacto em 2018: 1,335.
213. MARCOS, F. C. F.; ASSAF, J. M.; GIUDICI, R. ; ASSAF, E. M. Surface interaction of CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub> mixture on mesoporous ZrO<sub>2</sub>: Effect of crystalline polymorph phases. **Applied Surface Science**, v. 496, p. UNSP 143671, 2019 (10287) - Fator de Impacto em 2018: 5,155.
214. FERREIRA, R. A. R.; ÁVILA NETO, C. N.; NORONHA, F. B.; HORI, C. E. Study of LPG steam reform using Ni/Mg/Al hydrotalcite-type precursors. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 44, n. 45, p. 24471-24484, 2019 (10288) - Fator de Impacto em 2018: 4,084.
215. BRUM, L. F. W. ; SANTOS, C. DOS; GNOATTO, J. A. ; MOURA, D. J. ; SANTOS, J. H. Z. DOS; BRANDELLI, A. Silica xerogels as novel streptomycin delivery platforms. **Journal of Drug Delivery Science and Technology**, v. 83, p. UNSP 101210, 2019 (10291) - Fator de Impacto em 2018: 2,606.
216. BRAGA, J. P. ; MOISES,, L. A. ; GOZZI, G.; SANTOS, L. F. Prediction of the electrical response of solution-processed thin-film transistors using multifactorial analysis. **Journal of Materials Science-Materials in Electronics**, v. 30, n. 18, p. 16939-16948, 2019 (10293) - Fator de Impacto em 2018: 2,195.
217. GARCÍA-BLANCO, A. A. ; FURLONG, O. ; STACCHIOLA, D. J. ; SAPAG, K.; NAZZARRO, M. S. Porous MoxCy/SiO<sub>2</sub> Material for CO<sub>2</sub> Hydrogenation. **Topics in Catalysis**, v.62, n. 12-16, p. 1026-1034, 2019 (10294) - Fator de Impacto em 2018: 2,226.
218. BARROS, H. R.; SANTOS, M. C. DOS ; BARBOSA, L. R. S.; PIOVAN, L.; RIEGEL-VIDOTTI, I. C. Physicochemical Study of the Interaction between Gold Nanoparticles and Lipase from *Candida* sp. (CALB): Insights into the Nano-Bio Interface. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 30, n. 10, p. 2231-2242, 2019 (10295) - Fator de Impacto em 2018: 1,335.
219. NISHIKAWA, A. S.; MIYAMOTO, G. ; FURUHARA, T. ; TSCHIPTSCHIN, A. P.; GOLDENSTEIN, H. Phase transformation mechanisms during Quenching and Partitioning of a ductile cast iron. **Acta Materialia**, v. 179, p. 1-16, 2019 (10296) - Fator de Impacto em 2018: 7,293.
220. LOPES, J. H.; SOUZA, L. P. ; DOMINGUES, J. A. ; FERREIRA, F. V.; HAUSEN, M. DE A.; CAMILLI, J. A.; MARTIN, R. A. ; DUEK, E. A. DE R.; MAZALI, I. O.; BERTRAN, C.A. In vitro and in vivo osteogenic potential of niobium-doped 45S5 bioactive glass: A comparative study. **Journal of Biomedical Materials Research Part B-Applied Biomaterials**, v. 108, n. 4, p.1372-1387, 2019 (10303) - Fator de Impacto em 2018: 2,674.
221. KASSAB, L. R. P.; MIRANDA, M. M. ; KUMADA, D. K. ; BONTEMPO, L.; SILVA, D. M. DA; ARAUJO, C. B. DE Germanium oxide glass based metal-dielectric nanocomposites: fabrication and optical characterization: a review of new developments. **Journal of Materials Science-Materials in Electronics**, v. 30, n. 18, p. 16781-16788, 2019 (10305) - Fator de Impacto em 2018: 2,195.
222. BORGES, B. G. A. L.; ROMAN, L. S.; ROCCO, M. L. M. Femtosecond and Attosecond Electron Transfer Dynamics of Semiconductors Probed by the Core-Hole Clock Spectroscopy. **Topics in Catalysis**, v. 62, n. 12-16, p. 1004-1010, 2019 (10306) - Fator de Impacto em 2018: 2,226.
223. PASCHOAL, A. R.; COSTA, N. L. M. ; DOMINGUES, R. A.; SANTOS, E. B. Fabrication of patterned small blocks of nanogold-loaded PDMS and its potential as reproducible SERS substrate. **Materials Letters**, v. 255, p. UNSP 126557, 2019 (10307) - Fator de Impacto em 2018: 3,019.
224. VIDA, T. A.; LIMA, T. S.; SEPTIMIO, R. S.; BRITO, C. C.; CHEUNG, N.; GARCIA, A. Effects of Macrosegregation and Microstructure on the Corrosion Resistance and Hardness of a Directionally Solidified Zn-5.0wt.% Mg Alloy. **Materials Research-Ibero-american Journal of Materials**, v.22, n. 1, p. UNSP e20190009, 2019 (10309) - Fator de Impacto em 2018: 1,104.

225. FRANCISCO, L. H. C.; FELINTO, M. C. F. C.; BRITO, H. F.; TEOTÔNIO, E. E. DE S.; MALTA, O. L. Development of highly luminescent PMMA films doped with Eu<sup>3+</sup>+beta-diketonate coordinated on ancillary ligand. **Journal of Materials Science-Materials in Electronics**, v. 30, n. 18, p. 16922-16931, 2019 (10310) - Fator de Impacto em 2018: 2,195.
226. KUMAR, A.; GONÇALVES, J. M.; SELVA, J. S. G. ; ARAKI, K. Correlating Selective Electrocatalysis of Dopamine and Ascorbic Acid Electrooxidation at Nanoporous Gold Surfaces with Structural-Defects. **Journal of the Electrochemical Society**, v. 166, n. 14, p. H704-H711, 2019 (10311) - Fator de Impacto em 2018: 3,120.
227. WESTPHAL, E. ; GALLARDO, H.; POPPE, S. ; PREHM, M.; TSCHERSKE, C. Controlling the soft self-assembly of 1,3,4-oxadiazoles by carbosilane end-groups. **Journal of Molecular Liquids**, v. 292, p. UNSP 111362, 2019 (10312) - Fator de Impacto em 2018: 4,561.
228. TONCON-LEAL, C. F. ; AMAYA-RONCANCIO, S. ; GARCÍA-BLANCO, A. A. ; MORENO, M. S.; SAPAG, K. Confined Iron Nanoparticles on Mesoporous Ordered Silica for Fischer-Tropsch Synthesis. **Topics in Catalysis**, v. 62, n. 12-16, p. 1086-1095, 2019 (10313) - Fator de Impacto em 2018: 2,226.
229. SILVEIRA, N. P. DA; ZUCATTI, R. ; VAILATTI, A. D. ; LEITE, D. C. Acid Hydrolysis of Regular Corn Starch under External Electric Field. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 30, n. 12, p. 2567-2574, 2019 (10314) - Fator de Impacto em 2018: 1,335.
230. KATIC, V.; SANTOS, P. L.; SANTOS, M. F. DOS ; PIRES, B. M. ; LOUREIRO, H. C. ; LIMA, A. P. ; QUEIROZ, J. C. M. ; LANDERS, R.; MUNOZ, R. A. A.; BONACIN, J.A. 3D Printed Graphene Electrodes Modified with Prussian Blue: Emerging Electrochemical Sensing Platform for Peroxide Detection. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v.11, n. 38, p. 35068-35078, 2019 (10315) - Fator de Impacto em 2018: 8,456.
231. ALVAREZ, J. ; MUSTEATA, V.; MADHAVAN, P. ; GENOVESE, A.; BEHZAD, A. R.; SOUGRAT, R.; BOI, C. ; PEINEMANN, K. -V.; NUNES, S. P. 3D Analysis of Ordered Porous Polymeric Particles using Complementary Electron Microscopy Methods. **Scientific Reports**, v. 9, p. 13987, 2019 (10316) - Fator de Impacto em 2018: 4,011.
232. MOLINA, E. F.; JESUS, N. A. M. DE ; PAOFAL, S. ; HAMMER, P.; AMELA-CORTES, M.; ROBIN, M.; CORDIER, S. ; MOLARD, Y. When a Red-NIR-Emissive Cs<sub>2</sub>[Mo<sub>6</sub>Br<sub>14</sub>] Interacts with an Active Diureasil-PEO Matrix: Design of Tunable and White-Light-Emitting Hybrid Material. **Chemistry-A European Journal**, v. 25, n. 67, p.15248-15251, 2019 (10318) - Fator de Impacto em 2018: 5,160.
233. SILVA, L. F. DA; CATTO, A. C.; AVANSI JR., W.; MESQUITA, A.; MAIA, L. J. Q.; LOPES, O. F.; SIU LI, M. S.; MOREIRA, M. L.; LONGO, E.; ANDRÉS, J.; MASTELARO, V. R. Unveiling the efficiency of microwave-assisted hydrothermal treatment for the preparation of SrTiO<sub>3</sub> mesocrystals. **Physical Chemistry Chemical Physics**, v. 21, n. 39, p. 22031-22038, 2019 (10319) - Fator de Impacto em 2018: 3,567.
234. MACHADO, F. M. ; PASSOS, F. D. ; GIRIBET, G. The use of micro-computed tomography as a minimally invasive tool for anatomical study of bivalves (Mollusca: Bivalvia). **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 186, n. 1, p. 46-75, 2019 (10323) - Fator de Impacto em 2018: 2,909.
235. SILVA, A. DOS S. DA ; ROCHA, Z. N. DA; MIGNONI, M. L.; SANTOS, J. H. Z. DOS Solvent-free synthesis of modified zeolites using hybrid silicas as raw material. **Microporous and Mesoporous Materials**, v. 290, p. UNSP 109684, 2019 (10327) - Fator de Impacto em 2018: 4,182.
236. SILVA, A. DOS S. DA ; MORAES, D. P. DE; SANTOS, J. H. Z. DOS Sol-gel hybrid silicas as an useful tool to mercury removal. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 7, n. 5, p. UNSP 103428, 2019 (10328) - Fator de Impacto em 2018: 0,000.
237. FATICHI, A. Z. ; MELLO, M. G. DE; CARAM JR., R.; CREMASCO, A. Self-organized TiO<sub>2</sub> nanotube layer on Ti-Nb-Zr alloys: growth, characterization, and effect on corrosion behavior.

**Journal of Applied Electrochemistry**, v.49, n. 11, p. 1079-1089, 2019 (10331) - Fator de Impacto em 2018: 2,366.

238. FIORIO, J. L.; BRAGA, A. H.; GUEDES, C. L. B.; ROSSI, L. M. Reusable Heterogeneous Tungstophosphoric Acid-Derived Catalyst for Green Esterification of Carboxylic Acids. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 7, n. 19, p. 15874-15883, 2019 (10332) - Fator de Impacto em 2018: 6,970.

239. LOURENÇO, T. C. DA; HAMLEY, I. W.; CASTELLETTO, V.; GARCIA, B. B. M. ; HAN, S. W.; OLIVEIRA, C. L. P.; SILVA, E. R. DA Nanoscopic Structure of Complexes Formed between DNA and the Cell-Penetrating Peptide Penetratin. **Journal of Physical Chemistry B**, v. 123, n. 42, p. 8861-8871, 2019 (10336) - Fator de Impacto em 2018: 2,923.

240. VIEIRA, L. H.; POSSATO, L. G.; CHAVES, T. F.; LEE, J.; SULMONETTI, T. P. ; JONES, C. W. ; MARTINS, L. Insights into Redox Dynamics of Vanadium Species Impregnated in Layered Siliceous Zeolitic Structures during Methanol Oxidation Reactions. **ChemCatChem**, v. 12, n. 1, p. 141-151, 2019 (10341) - Fator de Impacto em 2018: 4,495.

241. PEDOTT, V. A. ; BORDIN, I. ; SILVA, A. DOS S. DA ; PETKOWICZ, D. I.; FINKLER, D. E. ; SANTOS, J. H. Z. DOS; DALLAGO, R. M.; MIGNONI, M. L. Hierarchical pore structure of zeolite/MCM obtained by supramolecular templating using ionic liquid (C16MI center dot Cl) as the structure-directing agent. **Journal of Materials Science**, v. 55, n. 6, p. 2343-2352, 2019 (10343) - Fator de Impacto em 2018: 3,442.

242. SIMON, A. P.; SANTOS, V. A. Q. ; RODRIGUES, A.; SANTOS, J. S. ; STRIXINO, FRANCISCO TRIVINHO; PEREIRA, B. L. ; LEPIENSKI, C. M.; SIKORA, M. DE S. Enhancement of Mechanical Properties and Wettability of TiO<sub>2</sub>NT Arrays Formed in Simulated Body Fluid-Based Electrolyte. **Advanced Energy Materials**, p. 1900813, 2019 (10347) - Fator de Impacto em 2018: 24,884.

243. FIORI, A. P. S. DE M.; CAMANI, P. H. ; ROSA, D. DOS S.; CARASTAN, D. J. Combined effects of clay minerals and polyethylene glycol in the mechanical and water barrier properties of carboxymethylcellulose films. **Industrial Crops and Products**, v. 140, p. UNSP 111644, 2019 (10349) - Fator de Impacto em 2018: 4,191.

244. CONDE, F. F.; ESCOBAR ATEHORTUA, J. D.; OLIVEIRA, J. P. DE ; JARDINI, A. L.; FILHO BOSE, W. W. ; ÁVILA, J. A. Austenite reversion kinetics and stability during tempering of an additively manufactured maraging 300 steel. **Additive Manufacturing**, v. 29, p. UNSP 100804, 2019 (10350) - Fator de Impacto em 2018: 7,173.

245. ROSA, M. A. A. ; VASCONCELLOS, J. Z. ; VIEIRA, L. H.; SANTILLI, C. V.; PULCINELLI, S. H. Sulfated tin oxide with macro- and mesopores controlled using an integrated sol-gel and surfactant template route. **Colloids and Surfaces A-Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 583, p. 124012, 2019 (10356) - Fator de Impacto em 2018: 3,131.

246. TOSCANI, L. M.; CURIK, P. A. ; ZIMICZ, M. G.; HALAC, E. B. ; SALETA, M. E.; LAMAS, D. G.; LARRONDO, S. A. Methane catalytic combustion over CeO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub>-Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mixed oxides. **APPLIED CATALYSIS A-GENERAL**, v. 587, p. 117235, 2019 (10364) - Fator de Impacto em 2018: 4,630.

247. MENDONÇA, V. R.; LOPES, O. F.; AVANSI JR., W.; ARENAL, R.; RIBEIRO, C. Insights into formation of anatase TiO<sub>2</sub> nanoparticles from peroxo titanium complex degradation under microwave-assisted hydrothermal treatment. **Ceramics International**, v. 45, n. 17, p. 22998-23006, 2019 (10369) - Fator de Impacto em 2018: 3,450.

248. TRENTIN, A.; HARB, S. V.; UVIDA, M. C.; PULCINELLI, S. H.; SANTILLI, C. V.; MARCOEN, K. ; PLETINCX, S. ; TERRYN, H; HAUFFMAN, T. ; HAMMER, P. Dual Role of Lithium on the Structure and Self-Healing Ability of PMMA-Silica Coatings on AA7075 Alloy. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v. 11, n. 43, p. 40629-40641, 2019 (10373) - Fator de Impacto em 2018: 8,456.

249. ULLMANN, M. A. ; SANTOS, J. H. Z. DOS Deactivation study of zirconocene immobilization into Lewis acid and dual-shell silicas prepared by a nonhydrolytic sol-gel method. **Journal of Catalysis**, v. 378, p. 226-237, 2019 (10374) - Fator de Impacto em 2018: 7,723.

250. ROLIM, G. K.; SOARES, G. V.; BOUDINOV, H.; RADTKE, C. Chemical Doping and Etching of Graphene: Tuning the Effects of NO Annealing. **Journal of Physical Chemistry C**, v. 123, n. 43, p. 26577-26582, 2019 (10375) - Fator de Impacto em 2018: 4,309.
251. ABARCA, G.; VIERA, M.; ALIAGA, C.; MARCO, J. F.; ORELLANA, W.; ZAGAL, J. H.; TASCA, F. In search of the most active MN4 catalyst for the oxygen reduction reaction. The case of perfluorinated Fe phthalocyanine. **Journal of Materials Chemistry A**, v. 7, n. 43, p. 24776-24783, 2019 (10380) - Fator de Impacto em 2018: 10,733.
252. LIBERATO, M. S.; MANCINI, R. S. N.; FACTORI, I. M.; FERREIRA, F. F.; OLIVEIRA, V. DE L.; CARNIELLI, J. B. T.; GUHA, S.; PERONI, L. A.; OLIVEIRA, M. A. L.; ALVES, W. A. Peptide-Based Assemblies on Electrospun Polyamide-6/Chitosan Nanofibers for Detecting Visceral Leishmaniasis Antibodies. **ACS Applied Electronic Materials**, v. 1, n. 10, p. 2086-2095, 2019 (10383) - Fator de Impacto em 2018: 0,000.
253. TARUTANI, N.; TOKUDOME, Y.; JOBBÁGY, M.; SOLER-ILLIA, G. J. A. A.; TAKAHASHI, M. Microparticles with hetero-nanointerfaces: controlled assembly of cobalt hydroxide and nickel hydroxide nanoclusters towards improved electrochemical functions. **Journal of Materials Chemistry A**, v. 7, n. 44, p. 25290-25296, 2019 (10455) - Fator de Impacto em 2018: 10,733.
254. LESSA, J. H. L.; ARAUJO, A. M.; FERREIRA, L. A.; SILVA JÚNIOR, E. C. DA; OLIVEIRA, C.; CORGUINHA, A. P. B.; MARTINS, F. A. D.; CARVALHO, H. W. P.; GUILHERME, L. R. G.; LOPES, G. Agronomic biofortification of rice (*Oryza sativa* L.) with selenium and its effect on element distributions in biofortified grains. **Plant and Soil**, v. 44, n. 1-2, p. 331-342, 2019 (10471) - Fator de Impacto em 2018: 3,259.
255. SILVA NETO, J. F.; TORRES, S. M.; GOMES, K. C.; LIMA FILHO, M. R. F.; GOMES, R. M. Chromium silica co-sputtered graded Cermet for solar thermal collectors. **Solar Energy**, v. 139, p. 212-219, 2019 (10472) - Fator de Impacto em 2018: 4,674.
256. CRUZ, C. B. DA; LIMA, T. S.; COSTA, T. A.; BRITO, C. C.; GARCIA, A.; CHEUNG, N. Sn-Mg lead-free solder alloy: Effect of solidification thermal parameters on microstructural features and microhardness. **Materials Research Express**, v. 6, n. 12, p.126562, 2019 (10475) - Fator de Impacto em 2018: 1,449.
257. CALO, C. M.; RIZZUTO, M. DE A.; WATLING, J.; FURQUIM, L. P.; SHOCK, M. P.; ANDRELLO, A. C.; APPOLONI, C. R.; FREITAS, F. DE O.; KISTLER, K.; ZIMPEL NETO, C. A.; HERMENEGILDO, T.; NEVES, E. G.; PUGLIESE JÚNIOR, F. A. Study of plant remains from a fluvial shellmound (Monte Castelo, RO, Brazil) using the X-ray MicroCT imaging technique. **Journal of Archaeological Science-Reports**, v. 26, p. 101902, 2019 (10476) - Fator de Impacto em 2018: 0,000.
258. MORAL, R. F.; BONATO, L. G.; GERMINO, J. C.; OLIVEIRA, W. X. C.; KAMAT, R.; XU, J.; TASSONE, C. J.; STRANKS, S. D.; TONEY, M. F.; NOGUEIRA, A. F. Synthesis of Polycrystalline Ruddlesden-Popper Organic Lead Halides and Their Growth Dynamics. **Chemistry of Materials**, v. 31, n. 22, p. 9472-9479, 2019 (10479) - Fator de Impacto em 2018: 10,159.
259. BOLZAN, C. A.; JAIME, D. M.; ANDRADE, A. M. H.; SCHOFFEN, J. R.; GIULIAN, R. Characterization of polycrystalline  $\text{In}(y)\text{Al}(x)\text{Sb}(1-x-y)$  films deposited by magnetron sputtering. **Thin Solid Films**, v. 692, p. 137630, 2019 (10481) - Fator de Impacto em 2018: 1,888.
260. MARTINEZ, E. D.; URBANO, R. R.; RETTORI, C. Thermoplasmonic Maskless Lithography on Upconverting Nanocomposites Assisted by Gold Nanostars. **ACS Applied Nano Materials**, v. 2, n. 11, p. 6889-6897, 2019 (10482) - Fator de Impacto em 2018: 0,000.
261. SOUZA, A. L. R.; FONSECA, M.; FERREIRA, L. M. B.; KUROKAWA, S. S. S.; KIILL, C.; FERREIRA, N. N.; PYRRHO, A. DOS S.; SARMENTO, V. H. V.; SILVA, A. M.; GREMIÃO, M. P. D.; RIBEIRO, C. A. Meglumine-based supra-amphiphile self-assembled in water as a skin drug delivery system: Influence of unfrozen bound water in the system bioadhesiveness. **Colloids and Surfaces B-Biointerfaces**, v. 184, p. 110523, 2019 (10490) - Fator de Impacto em 2018: 3,973.

262. SOUSA, T. DOS S. P.; COSTA, N. DE A. DA ; CORREA, D. R. N.; ROCHA, L. A. ; GRANDINI, C. R. Morphology, Crystalline Structure and Chemical Composition Of MAO Treated Ti-15Zr-Mo Surfaces Enriched with Bioactive Ions. **Materials Research-Ibero-american Journal of Materials**, v. 22, n, 6, p. e20190005, 2019 (10491) - Fator de Impacto em 2018: 1,104.
263. ZANDONADI, F. S.; SANTA CRUZ, E. C. ; KORVALA, J. New SDC function prediction based on protein-protein interaction using bioinformatics tools. **Computational Biology and Chemistry**, v. 83, p. UNSP 107087, 2019 (10492) - Fator de Impacto em 2018: 1,581.
264. BLACHECHEN, T. S. ; PETRI, D. F. S. Physicochemical and antimicrobial properties of in situ crosslinked alginate/hydroxypropyl methylcellulose/epsilon-polylysine films. **Journal of Applied Polymer Science**, p. 48832, 2019 (10493) - Fator de Impacto em 2018: 2,188.
265. FONSECA, R. M.; SOARES, R. B. ; CARVALHO, R. G. ; TENTARDINI, E. K. ; LINS, V. DE F. C. ; CASTRO, M. DAS M. R. Corrosion behavior of magnetron sputtered NbN and Nb<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>N coatings on AISI 316L stainless steel. **Surface & Coatings Technology**, v. 378, p. 124987, 2019 (10501) - Fator de Impacto em 2018: 3,192.
266. ESCOBAR ATEHORTUA, J. D.; OLIVEIRA, J. P. DE ; SALVADOR, C. A. F.; TSCHIPTSCHIN, A. P.; MEI, P. R.; LONDONO, A. J. R. Double-step inter-critical tempering of a supermartensitic stainless steel: Evolution of hardness, microstructure and elemental partitioning. **Materials Characterization**, v. 158, p. 109994, 2019 (10503) - Fator de Impacto em 2018: 3,220.
267. LIU, A. ; BONATO, L. G.; SESSA, F. ; ALMEIDA, D. B.; ISELE, E. ; NAGAMINE, G.; ZAGONEL, L. F.; NOGUEIRA, A. F.; PADILHA, L. A.; CUNDIFF, S. T. Effect of dimensionality on the optical absorption properties of CsPbI<sub>3</sub> perovskite nanocrystals. **Journal of Chemical Physics**, v. 151, n. 19, 191103, 2019 (10504) - Fator de Impacto em 2018: 2,997.
268. SOARES, J. C.; SOARES, A. C.; RODRIGUES, V. C.; MELENDEZ, M. E.; SANTOS, A. C. ; FARIA, E. F.; REIS, R. M. ; CARVALHO, A. L.; OLIVEIRA JR., O. N. DE Detection of the Prostate Cancer Biomarker PCA3 with Electrochemical and Impedance-Based Biosensors. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v. 11, n. 50, p. 46645-46650, 2019 (10524) - Fator de Impacto em 2018: 8,456.
269. NOVOTNÝ, L. ; BÉRES, M.; ABREU, H. F. G. DE; ZAJAC, J. ; BLECK, W. Thermal analysis and phase transformation behaviour during additive manufacturing of Ti-6Al-4V alloy. **Materials Science and Technology**, v. 35, n. 7, p. 846-855, 2019 (10527) - Fator de Impacto em 2018: 1,938.
270. GONZALEZ, G. G. ; ZONETTI, P. DA C.; SILVEIRA, E. B.; MENDES, F. M. T.; AVILLEZ, R. R. DE; RABELLO, C. R. K. ; ZOTIN, F. M. Z.; APPEL, L. G. Two mechanisms for acetic acid synthesis from ethanol and water. **Journal of Catalysis**, v. 380, p. 343-351, 2019 (10528) - Fator de Impacto em 2018: 7,723.
271. NEVES, M. F. F. DAS ; DAMASCENO, J. P. V.; HOLAKOEI, S. ; ROCCO, M. L. M.; ZARBIN, A. J. G.; OLIVEIRA, C. K. B. Q. M.; ROMAN, L. S. Enhancement of conductivity and transmittance of graphene oxide/PEDOT:PSS electrodes and the evaluation of charge transfer dynamics. **Journal of Applied Physics**, v. 126, n. 21, p. 215107, 2019 (10537) - Fator de Impacto em 2018: 2,328.
272. SOARES, M. C. P. ; GOMES, M. K. ; SCHENKEL, E. A.; RODRIGUES, M. DOS S.; SUZUKI, C. K.; DE LA TORRE, L. G.; FUJIWARA, E. Evaluation of Silica Nanoparticle Colloidal Stability with a Fiber Optic Quasi-Elastic Light Scattering Sensor. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v. 36, n. 4, p. 1519-1534, 2019 (10564) - Fator de Impacto em 2018: 0,790.
273. COPETTI, G.; NUNES, E. H.; FEIJÓ, T. O. ; GERLING, E. R. F. ; PITTHAN FILHO, E.; SOARES, G. V.; SEGALA, M. ; RADTKE, C. Tuning MoS<sub>2</sub> reactivity toward halogenation. **Journal of Materials Chemistry C**, v. 7, n. 46, p. 14672-14677, 2019 (10565) - Fator de Impacto em 2018: 6,641.
274. CARVALHO, I. DA S. ; SILVA, A. J. S. DA ; NASCIMENTO, P. A. M.; MOULTON, B. J. A.; REZENDE, M. V. DOS S. The effect of different chelating agent on the lattice stabilization, structural and luminescent properties of Gd<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Eu<sup>3+</sup> phosphors. **Optical Materials**, v. 98, p. UNSP 109449, 2019 (10566) - Fator de Impacto em 2018: 2,687.

275. FERREIRA, E. H. C. ; ANDRADE, R. J. E.; FECHINE, G. J. M. The "Superlubricity State" of Carbonaceous Fillers on Polyethylene-Based Composites in a Molten State. **Macromolecules**, v.52, n. 24, p. 9620-9631, 2019 (10567) - Fator de Impacto em 2018: 5,997.
276. TANCREDI, P.; RIVAS-ROJAS, P. C.; MOSCOSO- LONDOÑO, O.; MURACA, D.; KNOBEL, M.; SOCOLOVSKY, L.M. Significant coercivity enhancement at low temperatures in magnetically oriented cobalt ferrite nanoparticles. **Applied Physics Letters**, v. 11, n. 26, p. 263104, 2019 (10568) - Fator de Impacto em 2018: 3,521.
277. JORA, M. Z.; SOUZA, R. N. DE ; BARBOSA, T. M. ; TORMENA, C. F. ; SABADINI, E. Probing the Formation of Wormlike Micelles Formed by Cationic Surfactant with Chlorobenzoate Derivatives. **Langmuir**, v. 35, n. 52, p. 17046-17053, 2019 (10569) - Fator de Impacto em 2018: 3,683.
278. NASCIMENTO-DIAS, B. L. ; ANDRADE, M. B. B. DE Analysing the astrobiological aspects through the comparison of pyroxenes detected in meteorites and Martian environments. **International Journal of Astrobiology**, v. 18, n. 6, p. 547-551, 2019 (10668) - Fator de Impacto em 2018: 1,514.
279. SANTOS, P. O. DOS ; FERRAZ, C. G. ; RIBEIRO, P. R.; MIRANDA, F. M. ; SILVA, F. DA ; SOUZA, J. T. DE ; ROQUE, M. R DE A. ; SOARES, A. C. F. Antioxidant and antibacterial activities of the chlorine pigment sclerotiorin. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 86, p. UNSP 103915, 2019 (10757) - Fator de Impacto em 2018: 1,127.
280. SILVA, C. DA ; CHEUNG, N.; GARCIA, A.; REIS, D. A. P.; BRITO, C. C. Dendritic Spacing and Macroseggregation Affecting Microhardness of an Al-Si-Mg Alloy Solidified Under Unsteady State Conditions. **Materials Research-Ibero-american Journal of Materials**, v. 22, n. 6, p. e20190390, 2019 (10760) - Fator de Impacto em 2018: 1,104.
281. HURTARTE, I. C. C.; SOUZA FILHO, L. F.DA S.; SANTOS, W. O.; VERGUTZ, L.; PRIETZEL, J.; HESTERBERG, D. Optimization of Data Processing Minimizes Impact of Self-Absorption on Phosphorus Speciation Results by P K-Edge XANES. **Soil Systems**, v. 3, n. 3, p. 61, 2019 (10931) - Fator de Impacto em 2018: 0,000.
282. SILVA JR., R. B. DA ; RABELO NETO, R. C.; GOMES, R. S.; NORONHA, F. B.; FRETU, R. ; BRANDÃO, S. T Steam reforming of acetic acid over Ni-based catalysts derived from La-1 (-) xCa<sub>x</sub>NiO<sub>3</sub> perovskite type oxides. **Fuel**, v. 254, p. UNSP 115714, 2019 (10944) - Fator de Impacto em 2018: 5,128.
283. KAKITANI, R. ; CRUZ, C. B. DA; LIMA, T. S.; BRITO, C. C.; GARCIA, A.; CHEUNG, N. Transient directional solidification of a eutectic Al-Si-Ni alloy: Macrostructure, microstructure, dendritic growth and hardness. **Materialia**, v. 7, p. UNSP 100358, 2019 (10967) - Fator de Impacto em 2018: 0,000.
284. GALDINO, C. W. ; FREITAS, D. C. DE; MEDRANO, C. P. ; TARTAGLIA, R. ; RIGITANO, D. ; OLIVEIRA, J. F. ; MENDONÇA, A. A. ; GHIVELDER, L.; CONTINENTINO, M. A.; SANCHEZ, D. R. ; GRANADO, E. Magnetic, electronic, structural, and thermal properties of the Co<sub>3</sub>O<sub>2</sub>BO<sub>3</sub> ludwigite in the paramagnetic state. **Physical Review B**, v. 100, n. 16, p. 165138, 2019 (11144) - Fator de Impacto em 2018: 3,736.
285. SILVA, A. N. A. A. DE; LIMA, P. H. M. ; FERREIRA, W. C. ; SILVA, R. X. DA ; COSTA, N. L. M. ; PASCHOAL, A. R.; AYALA, A. P.; PASCHOAL, C. W. A. Pressure-induced structural phase transition in multiferroic KBiFe<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 787, p. 1195-1203, 2019 (11219) - Fator de Impacto em 2018: 4,175.

## 2020 - Artigo em Periódico Indexado - Interna

- MARTINS, L.; AMORIM, B. R.; SALMON, C. R.; PAES LEME, A. F.; KANTOVITZ, K. R.; NOCITI JR., F. H. Novel LRAP-binding partner revealing the plasminogen activation system as a regulator

of cementoblast differentiation and mineral nodule formation in vitro. **Journal of Cellular Physiology**, v. 235, n. 5, p. 4545-4558, 2020 (10335) - Fator de Impacto em 2019: 5,546.

2. BERNARDES, A. A.; CALIMAN, L. B.; SILVA, A. L.; BETTINI, J.; GUIMARÃES, K. L.; GOUVÊA, D. Li<sub>2</sub>O-doped MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanopowders: Energetics of interface segregation. **Journal of the American Ceramic Society**, v. 13, n. 4, p. 2835-2844, 2020 (10508) - Fator de Impacto em 2019: 3,502.

3. MANALI, I. F.; RODRIGUES, L. C. V.; BRAGA, A. H.; GALANTE, D.; TEIXEIRA, V. C. Structural and optical properties of europium- and titanium-doped Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles. **Luminescence**, v. 35, n. 4, p. 456-465, 2020 (10515) - Fator de Impacto em 2019: 1,855.

4. GOULART, E.; CAIRES JR., L. C.; SILVA, K. T. A. S.; ARAUJO, B. H. S.; ROCCO, S. A.; SFORÇA, M. L.; SOUSA, I. L.; KOBAYASHI, G. S.; MUSSO, C. M.; ASSONI, A. F.; OLIVEIRA, D. F. DE; CALDINI, E. G.; RAIA, S.; LELKES, P. I.; ZATZ, M. 3D bioprinting of liver spheroids derived from human induced pluripotent stem cells sustain liver function and viability in vitro. **Biofabrication**, v. 12, n. 1, p. 015010, 2020 (10571) - Fator de Impacto em 2019: 8,213.

5. OLEKSZYSZEN, D. N.; ALBUQUERQUE, B. L.; SILVA, D. O.; TRIPODI, G. L.; OLIVEIRA, D. C.; DOMINGOS, J. B. Core-shell PdCu bimetallic colloidal nanoparticles in Sonogashira cross-coupling reaction: mechanistic insights into the catalyst mode of action. **Nanoscale**, v. 12, n. 2, p. 1171-1179, 2020 (10580) - Fator de Impacto em 2019: 6,895.

6. GÓMEZ, A. M.; SACANELL, J. G.; HUCK-IRIART, C.; RAMOS, C. P.; LAMAS, D. G.; SOLDATI, A. L.; FIGUEROA, S. J. A.; TABACNIKS, M. H.; FANTINI, M. C. A.; CRAIEVICH, A. F. Crystal structure, cobalt and iron speciation and oxygen non-stoichiometry of La<sub>0.6</sub>Sr<sub>0.4</sub>Co<sub>(1-y)</sub>Fe<sub>(y)</sub>O<sub>(3-δ)</sub> nanorods for IT-SOFC cathodes. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 817, p. 153250, 2020 (10581) - Fator de Impacto em 2019: 4,650.

7. NANI, J. V. S.; FONSECA, M. DE C.; ENGI, S. A.; PERILLO, M. G.; DIAS, C. S. B.; GAZARINI, M. L.; KORTH, C.; CRUZ, F. C.; HAYASHI, M. A. Decreased nuclear distribution nudeE-like 1 enzyme activity in an animal model with dysfunctional disrupted-in-schizophrenia 1 signaling featuring aberrant neurodevelopment and amphetamine-supersensitivity. **Journal of Psychopharmacology**, v. 34, n. 4, p. 467-477, 2020 (10582) - Fator de Impacto em 2019: 3,121.

8. REUS, T. L.; MARCON, B. H.; PASCHOAL, A. C. C.; RIBEIRO, I. R.; CARDOSO, M. B.; DALLAGIOVANNA, B.; AGUIAR, A. M. DE Dose-dependent cell necrosis induced by silica nanoparticles. **Toxicology in Vitro**, v. 63, p. UNSP 104723, 2020 (10586) - Fator de Impacto em 2019: 2,959.

9. RUIZ, H. A.; CONRAD, M.; SUN, S.-N.; SANCHEZ, A.; ROCHA, G. J. M.; ROMANI, A.; CASTRO, E.; TORRES, A.; RODRÍGUEZ-JASSO, R. M.; ANDRADE, L. P.; SMIRNOVA, I.; SUN, R.-C.; MEYER, A. S. Engineering aspects of hydrothermal pretreatment: From batch to continuous operation, scale-up and pilot reactor under biorefinery concept. **Bioresource Technology**, v. 299, p. 122685, 2020 (10591) - Fator de Impacto em 2019: 7,539.

10. VALE, B. R. C.; SOCIE, E.; BURGOS-CARMINAL, A.; BETTINI, J.; SCHIAVON, M. A.; MOSER, J.-E. Exciton, Biexciton, and Hot Exciton Dynamics in CsPbBr<sub>3</sub> Colloidal Nanoplatelets. **Journal of Physical Chemistry Letters**, v. 11, n. 2, p. 387-394, 2020 (10594) - Fator de Impacto em 2019: 6,710.

11. DIAS, M. M.; ADAMOSKI, D.; REIS, L. M.; ASCENÇÃO, C. F. R.; OLIVEIRA, K. R. S.; MAFRA, A. C. P.; BASTOS, A. C. S.; QUINTERO ESCOBAR, M.; CASSAGO, C. A. DE G.; FERREIRA, I. M.; FIDELIS, C. H. DE V.; ROCCO, S. A.; BAJGELMAN, M. C.; STINE, Z.; BERINDAN-NEAGOE, I.; CALIN, G. A.; AMBROSIO, A. L. B.; DIAS, S. M. G. GLS2 is protumorigenic in breast cancers. **Oncogene**, v. 39, n. 3, p. 690-702, 2020 (10599) - Fator de Impacto em 2019: 7,971.

12. ES, I.; MONTEBUGNOLI, J.; FILIPPI, M. F. P.; MALFATTI GASPERINI, A. A. M.; RADAIC, A.; JESUS, M. B. DE; DE LA TORRE, L. G. High-throughput conventional and stealth cationic liposome synthesis using a chaotic advection-based microfluidic device combined with a centrifugal

vacuum concentrator. **Chemical Engineering Journal**, v. 382, p. 122821, 2020 (10600) - Fator de Impacto em 2019: 10,652.

13. BARRETT, D. H.; FORBES, R. P.; RODELLA, C. B. In situ and operando x-ray diffraction and x-ray absorption studies of Co-TiO<sub>2</sub> dry methane reforming catalysts. **Journal of Physics D-Applied Physics**, v. 53, n. 4, p. 044003, 2020 (10602) - Fator de Impacto em 2019: 3,169.

14. ANJOS, C. DOS; SELLERA, F. P.; FREITAS, L. M.; GARGANO, R. G.; TELLES, E. O.; FREITAS, R. O.; BAPTISTA, M. DA S.; RIBEIRO, M. S.; LINCOPAN, N.; POGLIANI, F. C.; SABINO, C. P. Inactivation of milk-borne pathogens by blue light exposure. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 2, p. 1261-1268, 2020 (10603) - Fator de Impacto em 2019: 3,333.

15. SOUZA, F. R. DE; FORNASIER, F.; SOUZA, L. M. P. DE; PEÑAFIEL, M. P.; NASCIMENTO, J. B.; MALFATTI GASPERINI, A. A. M.; PIMENTEL, A.S. Interaction of naringin and naringenin with DPPC monolayer at the air-water interface. **Colloids and Surfaces A-Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 584, p. 124024, 2020 (10606) - Fator de Impacto em 2019: 3,990.

16. MEDEIROS, A. M. Z. DE; COA, F.; ALVES, O. L.; MARTINEZ, D. S. T.; BARBIERI, E. Metabolic effects in the freshwater fish *Geophagus iporangensis* in response to single and combined exposure to graphene oxide and trace elements. **Chemosphere**, v. 243, p. UNSP 125316, 2020 (10608) - Fator de Impacto em 2019: 5,778.

17. SEO, S.; WANG, X.; THOMAS, S. M.; RAHN, M. C.; CARMO, DANUSA; RONNING, F.; BAUER, E. D.; REIS, R. D.; JANOSCHEK, M.; THOMPSON, J. D.; FERNANDES, R. M.; ROSA, P. F. S. Nematic State in CeAuSb<sub>2</sub>. **Physical Review X**, v. 10, n. 1, p. 011035, 2020 (10614) - Fator de Impacto em 2019: 12,577.

18. TELES, K. A.; FERNANDES, V. A.; SILVA, I.; LEITE, M. S. B.; GRISOLIA, C. K.; LOBBIA, V. R.; VAN INGEN, H.; HONORATO, R. V.; OLIVEIRA, P. S. L. DE; TREPTOW, W.; SANTOS, G. M. Nucleosome binding peptide presents laudable biophysical and in vivo effects. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 121, p. 109678, 2020 (10616) - Fator de Impacto em 2019: 4,545.

19. OLIVEIRA, G. J. G.; REIMOLD, W. U.; CROSTA, A. P.; HAUSER, N.; MOHR-WESTHEIDE, T.; TAGLE, R.; GALANTE, D.; KAUFMANN, F. Petrographic characterization of Archaean impact spherule layers from Fairview Gold Mine, northern Barberton Greenstone Belt, South Africa. **Journal of African Earth Sciences**, v. 162, p. 103718, 2020 (10618) - Fator de Impacto em 2019: 1,603.

20. OLIVEIRA, J. F. A.; SILVA, R. F. DA; RIBEIRO, I. R.; SAITO, A.; HANCHUK, T. D. M.; DIAS, M. M.; KOBARG, J.; CARDOSO, M. B. Selective Targeting of Lymphoma Cells by Monoclonal Antibody Grafted onto Zwitterionic-Functionalized Nanoparticles. **Particle & Particle Systems Characterization**, p. 1900446, 2020 (10626) - Fator de Impacto em 2019: 3,099.

21. RUBIO, M.; MERA, M. F.; CAZÓN, S.; RUBIO, M. E.; PÉREZ, C. A. SR micro-XRF to study Pb diffusion using a one-dimensional geometric model in leaves of *Brassica napus* for phytoremediation. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 167, p. 108291, 2020 (10627) - Fator de Impacto em 2019: 2,226.

22. FERRARI, V. C.; ALMEIDA, R. M. DE; SOUZA, J. DOS S. DE; SOUZA, F. L. DE; ALVES, W. A. Tailoring a Zinc Oxide Nanorod Surface by Adding an Earth-Abundant Cocatalyst for Induced Sunlight Water Oxidation. **ChemPhysChem**, v. 21, n. 6, p. 476-483, 2020 (10635) - Fator de Impacto em 2019: 3,144.

23. DOLCE, L. G.; OHBAYASHI, N.; SILVA, D. D. C. DA; FERRARI, A. J. R.; PIROLA, R. A. S.; SCHWARZER, A. C. DE A. P.; ZANPHORLIN, L. M.; CABRAL, L.; FIORAMONTE, M.; RAMOS, C. H. I.; GOZZO, F. C.; FUKUDA, M.; GIUSEPPE, P. O.; MURAKAMI, M. T. Unveiling the interaction between the molecular motor Myosin Vc and the small GTPase Rab3A. **Journal of Proteomics**, v. 212, p. 103549, 2020 (10639) - Fator de Impacto em 2019: 3,509.

24. NEVES, R. C.; KLEIN, B. C.; SILVA, R. J. DA; REZENDE, M. C. A. F.; FUNKE, A.; GÓMEZ, E. O.; BONOMI, A.M.F.L.J.; MACIEL FILHO, R. A vision on biomass-to-liquids (BTL) thermochemical routes in integrated sugarcane biorefineries for biojet fuel production. **Renewable &**

**Sustainable Energy Reviews**, v. 119, p. 109607, 2020 (10640) - Fator de Impacto em 2019: 12,110.

25. SAMANTA, K.; TARTAGLIA, R. ; KANEKO, U. F.; SOUZA NETO, N. M.; GRANADO, E. Anisotropic lattice compression and pressure-induced electronic phase transitions in Sr<sub>2</sub>IrO<sub>4</sub>. **Physical Review B**, v.1011, n. 7, p. 75121, 2020 (10642) - Fator de Impacto em 2019: 3,575.

26. SILVA, Y. R. DE O. ; CONTRERAS-MARTEL, C. ; MACHEBOEUF, P. ; DESSEN, A. Bacterial secretins: Mechanisms of assembly and membrane targeting. **Protein Science**, v. 24, n. 9, p. 893-904, 2020 (10645) - Fator de Impacto em 2019: 3,876.

27. RODRIGUES JR., G.; MARÇAL, L. A. B.; RIBEIRO, G. A. S.; RAPPL, P. H. DE O.; ABRAMOF, E.; SCIAMMARELLA, P. V.; GUIMARÃES, L. DE M. ; PÉREZ, C. A.; MALACHIAS, A. Direct observation of large strain through van der Waals gaps on epitaxial Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>/graphite: Pseudomorphic relaxation and the role of Bi-2 layers on the Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> topological insulator series. **Physical Review Materials**, v. 4, n. 2, p. 023602, 2020 (10647) - Fator de Impacto em 2019: 3,337.

28. NAWAZ, A. ; SILVA, L. DAS M.; ANDRADE, D. M. DE ; CAMARGO, D. H. S.; BOF BUFON, C. C. Edge-driven nanomembrane-based vertical organic transistors showing a multi-sensing capability. **Nature Communications**, v. 11, n. 1, p. 841, 2020 (10648) - Fator de Impacto em 2019: 12,121.

29. PEREIRA, A. H. M.; CARDOSO, A. C.; CONSONNI, S. R.; OLIVEIRA, R. R.; SAITO, A.; MATOS-SOUZA, J. R.; CARAZZOLLE, M. F.; GONÇALVES, A.; FERNANDES, J. L. ; RIBEIRO, G. C. A.; LOPES, M. M. ; MOKKENTIN, J. D. ; FRANCHINI, K. G.; VAGGIONE, M. L. B. MEF2C repressor variant deregulation leads to cell cycle re-entry and development of heart failure. **EBioMedicine**, v. 51, p. UNSP 102571, 2020 (10655) - Fator de Impacto em 2019: 5,736.

30. SOUZA JR., J. B.; SCHLEDER, G. R. ; COLOMBARI, F. M. ; FARIAS, M. A. DE; BETTINI, J.; VAN HEEL, M. G.; PORTUGAL, R. V.; FAZZIO, A.; LEITE, E. R. Pair Distribution Function from Electron Diffraction in Cryogenic Electron Microscopy: Revealing Glassy Water Structure. **Journal of Physical Chemistry Letters**, v. 11, n. 4, p. 1564-1569, 2020 (10662) - Fator de Impacto em 2019: 6,710.

31. HURTARTE, I. C. C.; AMORIM, H. C. S. ; KRUSE, J.; CEZAR, J. C.; KLYSUBUN, W. ; PRIETZEL, J. A Novel Approach for the Quantification of Different Inorganic and Organic Phosphorus Compounds in Environmental Samples by P L-2,L-3-Edge X-ray Absorption Near-Edge Structure (XANES) Spectroscopy. **Environmental Science & Technology**, v. 54, n, 5, p. 2812-2820, 2020 (10669) - Fator de Impacto em 2019: 7,864.

32. GALDINO, F. E.; PICCO, A. S.; SFORÇA, M. L.; CARDOSO, M. B.; LOH, W. Effect of particle functionalization and solution properties on the adsorption of bovine serum albumin and lysozyme onto silica nanoparticles. **Colloids and Surfaces B-Biointerfaces**, v. 186, p. 110677, 2020 (10678) - Fator de Impacto em 2019: 4,389.

33. ALBANO, L. G. S.; VELLO, T. P.; CAMARGO, D. H. S.; SILVA, R. M. L. ; PADILHA, A. C. M.; FAZZIO, A.; BOF BUFON, C. C. Ambipolar Resistive Switching in an Ultrathin Surface-Supported Metal-Organic Framework Vertical Heterojunction. **Nano Letters**, v.20, n. 2, p. 1080-1088, 2020 (10704) - Fator de Impacto em 2019: 11,238.

34. BORGHI, F. ; SILVA, C. ; SILVA, P. C. DA ; FERRUCCI, D. L. ; MORAIS, C. L. ; VERTAMATTI, A. G. C. ; CARVALHO, H. F. DE; FONSECA, M. DE C.; VIEIRA, A. S. ; KASSISSE, D. M. G. The influence of hypertensive environment on adipose tissue remodeling measured by fluorescence lifetime imaging in spontaneously hypertensive rats. **Molecular and Cellular Endocrinology**, v. 506, p. 110758, 2020 (10709) - Fator de Impacto em 2019: 3,871.

35. MIYAMOTO, R. Y. ; SOUSA, A. S. DE; VIEIRA, P. S.; MELO, R. R. DE; SCARPASSA, J. A. ; RAMOS, C. H. I.; MURAKAMI, M. T.; RULLER, R.; ZANPHORLIN, L. M. Crystal structure of a novel xylose isomerase from *Streptomyces* sp. F-1 revealed the presence of unique features that differ from conventional classes. **Biochimica et Biophysica Acta-General Subjects**, v. 1864, n. 5, p. 129549, 2020 (10710) - Fator de Impacto em 2019: 3,422.

36. SANTOS, E. S. DOS ; RAMOS, J. C. ; NORMANDO, A. G. C.; MARIANO, F. V. ; PAES LEME, A. F. Epigenetic alterations in salivary gland tumors. **Oral Diseases**, v.26, n. 8, p. 1610-1618, 2020 (10711) - Fator de Impacto em 2019: 2,613.
37. SILVA, O. A. ; RIBEIRO FILHO, H. V.; AVELINO, T. M. ; TITTANEGRO, T. H.; FIGUEIRA. A. C. M.; RABELO, L. A.; PITTA, I. DA R.; LAHLOU, S. ; DUARTE, G. P. GQ-130, a novel analogue of thiazolidinedione, improves obesity-induced metabolic alterations in rats: Evidence for the involvement of PPAR beta/delta pathway. **Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology**, v. 47, n. 5, p.798-808, 2020 (10712) - Fator de Impacto em 2019: 2,456.
38. COSTA, P. C. DE S. ; BARSOTTINI, M. R. DE O.; VIEIRA, M. L. L.; PIRES, B. A.; EVANGELISTA, J. S. ; ZERI, A. C. DE M.; NASCIMENTO, A. F. Z.; SILVA, J. S. ; CARAZZOLLE, M. F.; PEREIRA, G. A. G.; SFORÇA, M. L.; MIRANDA, P. C. M. L.; ROCCO, S. A. N-Phenylbenzamide derivatives as alternative oxidase inhibitors: Synthesis, molecular properties, 1H-STD NMR, and QSAR. **Journal of Molecular Structure**, v. 1208, p. 127903, 2020 (10719) - Fator de Impacto em 2019: 2,463.
39. ROCHA, G. J. M.; ANDRADE, L. P. ; MARTÍN, C.; ARAÚJO, G. T. ; MOUCHREK FILHO, V. E. ; CURVELO, A. A. S. Simultaneous obtaining of oxidized lignin and cellulosic pulp from steam-exploded sugarcane bagasse. **Industrial Crops and Products**, v. 147, p. 112227, 2020 (10721) - Fator de Impacto em 2019: 4,244.
40. PANDOLI, O. G. ; GOMES NETO, R. J. ; OLIVEIRA, N. R.; FINGOLO, A. C. ; CORRÊA, C. C.; GHAVAMI, K. ; STRAUSS, M.; SANTHIAGO, M. Ultra-highly conductive hollow channels guided by a bamboo bio-template for electric and electrochemical devices. **Journal of Materials Chemistry A**, v. 8, n. 7, p. 4030-4039, 2020 (10723) - Fator de Impacto em 2019: 11,301.
41. RODRIGUEZ, J. P. G. ; BERNARDI, D. I. ; GUBIANI, J. R. ; OLIVEIRA, J. M. DE ; URANO, R. P. DE M. ; BERTONHA, A. F. ; BANDEIRA, K. F. ; QUINTANA BULLA, J. I. ; SETTE, L. D.; FERREIRA, A. G. ; BATISTA JR., J. M. ; SILVA, T. DE S.; SANTOS, R. A. DOS ; MARTINS, C. H. G. ; LIRA, S. P. DE ; CUNHA, M. G. DA; TRIVELLA, D. B. B.; GRAZZIA, N.; GOMES, N. E. S. ; GADELHA, F. R.; MIGUEL, D. C. ; CAUZ, A. C. G. ; BROCCHI, M.; BERLINCK, R. G. S. Water-Soluble Glutamic Acid Derivatives Produced in Culture by *Penicillium solitum* IS1-A from King George Island, Maritime Antarctica. **Journal of Natural Products**, v. 83, n.1, p. 55-65, 2020 (10724) - Fator de Impacto em 2019: 3,779.
42. ANNESE, E.; MORI, T. J. A.; SCHIO, P.; RACHE SALLES, B.; CEZAR, J. C. Fe-Phthalocyanine Nanoclusters on La<sub>0.67</sub>Sr<sub>0.33</sub>MnO<sub>3</sub> Ferromagnetic Substrate for Spintronics Application. **ACS Applied Nano Materials**, v. 3, n. 2, p. 1516-1525, 2020 (10725) - Fator de Impacto em 2019: 0,000.
43. SILVA, G. S. DA ; OLIVEIRA, L. P. DE ; COSTA, G. F. ; GIORDANO, G. F.; NICOLICHE, C. Y. N. ; SILVA, A. A. DA ; KHAN, L. U.; SILVA, G. H. DA; GOBBI, A. L.; SILVEIRA, J. V.; SOUZA FILHO, A. G.; SCHLEDER, G. R. ; FAZZIO, A.; MARTINEZ, D. S. T.; LIMA, R. S. Ordinary microfluidic electrodes combined with bulk nanoprobe produce multidimensional electric double-layer capacitances towards metal ion recognition. **Sensors and Actuators B-Chemical**, v. 305, p. 127482, 2020 (10726) - Fator de Impacto em 2019: 7,100.
44. FONSECA, R. G. M. DA ; ALBERS, R. F. ; LEITE, E. R.; OLIVEIRA, A. J. A. DE Parallel magnetic anisotropy in few layers MoS<sub>2</sub> films. **Journal of Magnetism and Magnetic Materials**, v. 497, p. 165985, 2020 (10727) - Fator de Impacto em 2019: 2,717.
45. CARDOSO, A. C.; LAM, N. T. ; SAVLA, J. J. ; NAKADA, Y. ; PEREIRA, A. H. M.; ELNAWASANY, A. ; MENENDEZ-MONTES, I. ; ENSLEY, E. L. ; PETRIC, U. B. ; SHARMA, G. ; SHERRY, A. D. ; MALLOY, C. R. ; KHEMTONG, C. ; KINTER, M. ; TAN, W. L. W.; ANENE-NZELU, C. G. ; SIK-YIN FOO, R. ; NHI NGUYEN, N. U. ; LI, S. ; AHMED, M. S. ; ELHELALY, W. M. ; ABDISALAAM, S. ; ASAITHAMBY, A. ; XING, C; KANCHWALA, M. ; VALE, G. ; ECKERT, K. M. ; MITSCHKE, M. A. ; MCDONALD, J. G. ; HILL, J. A. ; HUANG, L. ; SHAUL, P. W. ; SZWEDA, L. I.; SADEK, H. A. Mitochondrial substrate utilization regulates cardiomyocyte cell-cycle progression. **Nature Metabolism**, v. 2, n. 2, p. 167, 2020 (10732) - Fator de Impacto em 2019: 0,000.

46. SCHWANKE, A. J. ; MELGUIZO, P. V. ; MENEAU, F.; MORGADO JR., E.; PERGHER, S. B. Nucleation and crystallization of the MWW-type lamellar zeolitic precursor. **Catalysis Today**, v. 344, p. 102-107, 2020 (10734) - Fator de Impacto em 2019: 5,825.
47. COSTA, D. ; GOMES, R. S.; RODELLA, C. B.; SILVA JR., R. B. DA ; FRETU, R. ; TEIXEIRA-NETO, E.; BRANDÃO, S. T Study of nickel, lanthanum and niobium-based catalysts applied in the partial oxidation of methane. **Catalysis Today**, v. 344, p. 15-23, 2020 (10738) - Fator de Impacto em 2019: 5,825.
48. FERREIRA, L. A. B.; REIS, S. B. DOS; SILVA, E. DO N. DA ; CADORE, S.; BERNARDES, J. S.; DURÁN, N.; JESUS, M. B. DE Thiol-antioxidants interfere with assessing silver nanoparticle cytotoxicity. **Nanomedicine-Nanotechnology Biology And Medicine**, v. 24, p. 102130, 2020 (10740) - Fator de Impacto em 2019: 5,182.
49. SCHLEDER, G. R. ; PADILHA, A. C. M.; ROCHA, A. R.; DALPIAN, G. M.; FAZZIO, A. Ab Initio Simulations and Materials Chemistry in the Age of Big Data. **Journal of Chemical Information and Modeling**, v. 60, n. 2, p. 452-459, 2020 (10741) - Fator de Impacto em 2019: 4,549.
50. BURATTO, S. C. ; LATOCHESKI, E. ; OLIVEIRA, D. C.; DOMINGOS, J. B. Influence of the Capping Agent PVP of the Outer Layer of Pd Nanocubes Surface on the Catalytic Hydrogenation of Unsaturated C-C Bonds. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 31, n. 5, p. 1078-1085, 2020 (10743) - Fator de Impacto em 2019: 1,399.
51. CUNHA, C. P. DA; ABREU, L. G. F. DE; GRASSI, M. C. B.; ARICETTI, J. A.; MACHADO, E. C.; PEREIRA, G. A. G.; OLIVEIRA, J. V. DE C. Metabolic Regulation and Development of Energy Cane Setts upon Auxin Stimulus. **Plant and Cell Physiology**, v. 61, n. 3, p. 606-615, 2020 (10744) - Fator de Impacto em 2019: 4,062.
52. ANTIQUEIRA, F. J. ; LEIVA, D. R.; ZEPON, G.; CUNHA, B. F. R. F. DE; FIGUEROA, S. J. A.; BOTTA FILHO, W. J. Fast hydrogen absorption/desorption kinetics in reactive milled Mg-8 mol% Fe nanocomposites. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 22, n. 41, p. 12408-12418, 2020 (10749) - Fator de Impacto em 2019: 4,939.
53. LINO, A. V. P.; RODELLA, C. B.; ASSAF, E. M.; ASSAF, J. M. Methane tri-reforming for synthesis gas production using Ni/CeZrO<sub>2</sub>/MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> catalysts: Effect of Zr/Ce molar ratio. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 45, n. 15, p. 8418-8432, 2020 (10752) - Fator de Impacto em 2019: 4,939.
54. SILVA, L. C. E.; CASSAGO, A.; BATTIROLA, L. C.; GONÇALVES, M. C.; PORTUGAL, R. V. Specimen preparation optimization for size and morphology characterization of nanocellulose by TEM. **Cellulose**, v. 27, n. 9, p. 5435-5444, 2020 (10754) - Fator de Impacto em 2019: 4,210.
55. TOFANELLO, A.; SHEN, S.; SOUZA, F. L. DE; VAYSSIERES, L. Strategies to improve the photoelectrochemical performance of hematite nanorod-based photoanodes. **APL Materials**, v. 8, n. 4, p. 040905, 2020 (10756) - Fator de Impacto em 2019: 3,819.
56. IJAZ, P. ; IMRAN, M. ; SOARES, M. M.; TOLENTINO, H. C. N.; MARTÍN-GARCÍA, B. ; GIANNINI, C.; MOREELS, I.; MANNA, L.; KRAHNE, R. Composition-, Size-, and Surface Functionalization-Dependent Optical Properties of Lead Bromide Perovskite Nanocrystals. **Journal of Physical Chemistry Letters**, v. 11, n. 6, p. 2079-2085, 2020 (10763) - Fator de Impacto em 2019: 6,710.
57. RICILUCA, K. C. T. ; BORGES, A. C.; MELLO, J. F. ; OLIVEIRA, U. C. DE ; SERDAN, D. C.; FLOREZ-ARIZA, A. J.; CHAPARRO, E.; NISHIYAMA JR., M. Y. ; CASSAGO, A.; JUNQUEIRA-DE-AZEVEDO, I. L. M.; VAN HEEL, M. G.; SILVA JR., P. I. ; PORTUGAL, R. V. Myriapod haemocyanin: the first three-dimensional reconstruction of Scolopendra subspinipes and preliminary structural analysis of S. viridicornis. **Open Biology**, v. 10, n. 4, p. 190258, 2020 (10770) - Fator de Impacto em 2019: 4,931.
58. HANSEN, H. P. ; PAES LEME, A. F.; HALLEK, M. Role of ADAM10 as a CD30 Sheddase in Classical Hodgkin Lymphoma. **Frontiers in Immunology**, v. 11, p. 398, 2020 (10771) - Fator de Impacto em 2019: 5,085.

59. MANDELLI, F.; MORAIS, M. A. B. DE ; LIMA, E. A. DE; OLIVEIRA, L. ; PERSINOTI, G. F.; MURAKAMI, M. T. Spatially remote motifs cooperatively affect substrate preference of a ruminal GH26-type endo-beta-1,4-mannanase. **Journal of Biological Chemistry**, v. 295, n. 15, p. 5012-5021, 2020 (10772) - Fator de Impacto em 2019: 4,238.
60. GRIGOLETTO, D. F. ; TRIVELLA, D. B. B.; TEMPONE, A. G. ; RODRIGUES, A. ; CORREIA, A. M. L. ; LIRA, S. P. DE Antifungal compounds with anticancer potential from *Trichoderma* sp. P8BDA1F1, an endophytic fungus from *Begonia venosa*. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 51, p. 989–997, 2020 (10789) - Fator de Impacto em 2019: 2,428.
61. POZZOLI, G. L. ; SILVA, L. DAS M.; YASSITEPE, E.; MORAIS, V. B. DE; CAMARGO, D. H. S.; BOF BUFON, C. C. Charge Transport and Gradient Doping in Nanostructured Polypyrrole Films for Applications in Photocurrent Generation. **ACS Applied Nano Materials**, v. 3, n. 3, p. 3060-3070, 2020 (10790) - Fator de Impacto em 2019: 0,000.
62. SOUZA, F. L. DE; VAYSSIERES, L. ; MATHUR, S. ; MAO, S. S. Latest Advances in Solar Fuels. **Solar Energy Materials and Solar Cells**, v. 211, p. 110537, 2020 (10795) - Fator de Impacto em 2019: 6,984.
63. CARDOSO, A. C.; PEREIRA, A. H. M.; SADEK, H. A. Mechanisms of Neonatal Heart Regeneration. **Current Cardiology Reports**, v. 22, n. 5, p. 33, 2020 (10796) - Fator de Impacto em 2019: 2,434.
64. VASCONCELOS, M. H.; MENDES, F. M.; RAMOS, L. ; DIAS, M. O. DE S.; BONOMI, A.M.F.L.J.; JESUS, C.D.F. DE; WATANABE, M. D. B.; JUNQUEIRA, T.L.; MILAGRES, A. M. F.; FERRAZ, A.; SANTOS, J. C. DOS Techno-economic assessment of bioenergy and biofuel production in integrated sugarcane biorefinery: Identification of technological bottlenecks and economic feasibility of dilute acid pretreatment. **Energy**, v. 199, p. 117422, 2020 (10799) - Fator de Impacto em 2019: 6,082.
65. ROBLEDO, J. I.; PÉREZ, C. A.; SÁNCHEZ, H. J. A compact high-resolution spectrometer based on a segmented conical crystal analyzer. **Review of Scientific Instruments**, v. 91, n. 4, 2020 (10804) - Fator de Impacto em 2019: 1,480.
66. VELLO, T. P.; STRAUSS, M.; COSTA, C. A. R.; CORRÊA, C. C.; BOF BUFON, C. C. Deterministic control of surface mounted metal-organic framework growth orientation on metallic and insulating surfaces. **Physical Chemistry Chemical Physics**, v. 22, n. 10, p. 5839-5846, 2020 (10807) - Fator de Impacto em 2019: 3,430.
67. ODA, C. M. R.; MALFATTI GASPERINI, A. A. M.; MALACHIAS, A.; POUND-LANA, G.; MOSQUEIRA, V. C. F.; FERNANDES, R. S.; OLIVEIRA, M. C. DE; BARROS, A. L. B.; LEITE, E. A. Physical and biological effects of paclitaxel encapsulation on disteraroylphosphatidylethanolamine-polyethyleneglycol polymeric micelles. **Colloids and Surfaces B-Biointerfaces**, v. 188, p. 110760, 2020 (10813) - Fator de Impacto em 2019: 4,389.
68. REIS, R. D.; ZAVAREH, M. G. ; KUTELAK, L. O. ; AJEESH, M. O. ; SUKHANOV, A. S. ; SINGH, S. ; NOKY, J. ; SUN, Y. ; FISCHER, J. E.; MANNA, K. ; FELSER, C.; NIKLASSON, G. A. Pressure tuning of the anomalous Hall effect in the chiral antiferromagnet Mn<sub>3</sub>Ge. **Physical Review Materials**, v. 4, n. 5, p. 051401, 2020 (10815) - Fator de Impacto em 2019: 3,337.
69. BASBUS, J. F.; ARCE, M. D.; NAPOLITANO, F. R.; TROIANI, H. E.; ALONSO, J. A.; SALETA, M. E.; GONZÁLEZ, M. A. ; CUELLO, G. J. ; FERNÁNDEZ-DÍAZ, M. T. ; SAINZ, M. P. ; BONANOS, N. ; JIMENEZ, C. E. ; GIEBELER, L. ; FIGUEROA, S. J. A.; CANEIRO, A.; SERQUIS, A.; MOGNI, L. V. Revisiting the Crystal Structure of BaCe<sub>0.4</sub>Zr<sub>0.4</sub>Y<sub>0.2</sub>O<sub>3-δ</sub> Proton Conducting Perovskite and Its Correlation with Transport Properties. **ACS Applied Energy Materials**, v. 3, n. 2, p. 2881-2892, 2020 (10818) - Fator de Impacto em 2019: 4,473.
70. VERBENO, C. H. ; KROHLING, A. C. ; PASCHOA, A. ; BUENO, T. E. P.; SOARES, M. M.; MORI, T. J. A.; LARICA, C.; NASCIMENTO, V. P.; VAN LIEROP, J. ; CAETANO, E. P. Cobalt nanowire arrays grown on vicinal sapphire templates by DC magnetron sputtering. **Journal of Magnetism and Magnetic Materials**, v. 507, p. 166854, 2020 (10823) - Fator de Impacto em 2019: 2,717.

71. CASTRO, A.; DUFT, R. G.; ZERI, A. C. DE M.; CAVAGLIERI, C. R.; CHACON-MIKAHIL, M. P. T. Commentary: Metabolomics-Based Studies Assessing Exercise-Induced Alterations of the Human Metabolome: A Systematic Review. **Frontiers in Physiology**, v. 11, p. 353, 2020 (10824) - Fator de Impacto em 2019: 3,367.
72. ANNESE, E.; MORI, T. J. A.; SCHIO, P.; BONFIM, R. DE P. F. ; RACHE SALLES, B.; PEÑA SERNA, J. D.; CEZAR, J. C. Magnetic properties of La<sub>0.67</sub>Sr<sub>0.33</sub>MnO<sub>3</sub> epitaxial thin films grown on SrTiO<sub>3</sub>(001). **Journal of Magnetism and Magnetic Materials**, v. 507, p.166812, 2020 (10830) - Fator de Impacto em 2019: 2,717.
73. LEMOS, F. DE O. ; FRANÇA, A.; LIMA FILHO, A. C. M. ; FLORENTINO, R. M. ; SANTOS, M. L. DOS ; MISSIAGGIA, D. G.; RODRIGUES, G. O. L.; DIAS, F. F. ; PASSOS, I. B. S. ; TEIXEIRA, M. M. ; ANDRADE, A, M. DE F. ; LIMA, C. X. ; VIDIGAL, P. T. ; COSTA, V. V.; FONSECA, M. DE C.; NATHANSON, M. H.; LEITE, M. DE F. Molecular Mechanism for Protection Against Liver Failure in Human Yellow Fever Infection. **Hepatology Communications**, v. 4, n. 5, p. 657-669, 2020 (10831) - Fator de Impacto em 2019: 0,000.
74. DONIDA, B.; RAABE, M.; TAUFFNER, B. ; FARIAS, M. A. DE; MACHADO, A. Z. ; TIMM, F; KESSLER, R. G. ; HAMMERSCHMIDT, T. G. ; REINHARDT, L. S. ; BRITO, V. B. ; PORTUGAL, R. V.; BERNARDI, A.; FROZZA, R. L.; MOURA, D. J. ; GIUGLIANI, R. ; POLETTO, F. S.; VARGAS, C. R. Nanoparticles containing beta-cyclodextrin potentially useful for the treatment of Niemann-Pick C. **Journal of Inherited Metabolic Disease**, v. 43, n. 3, p. 586-601, 2020 (10833) - Fator de Impacto em 2019: 4,036.
75. WATANABE, M. D. B.; MORAIS, E. R. DE; CARDOSO, T. DE F.; CHAGAS, M. F.; JUNQUEIRA, T.L.; CARVALHO, D. J. ; BONOMI, A.M.F.L.J. Process simulation of renewable electricity from sugarcane straw: Techno-economic assessment of retrofit scenarios in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 254, p. 120081, 2020 (10837) - Fator de Impacto em 2019: 7,246.
76. CARVALHO, V. S. DE; MIRANDA, A. N. DE ; NUNES, W. G. ; COSTA, L. H. ; MARQUE, A. M. P. DE ; RODELLA, C. B.; ZANIN, H. G.; DOUBEK, G. Radially ordered carbon nanotubes performance for Li-O<sub>2</sub> batteries: Pre- treatment influence on capacity and discharge products. **Catalysis Today**, v. 348, p. 299-306, 2020 (10849) - Fator de Impacto em 2019: 5,825.
77. OKURO, P. K.; MALFATTI GASPERINI, A. A. M.; FASOLIN, L. H.; VICENTE, A. A.; CUNHA, R. L. DA Self-Organizing Structures of Phosphatidylcholine in Nonaqueous Solvents: Tailoring Gel-like Systems. **Journal of Surfactants and Detergents**, v. 23, n. 4, p. 725-735, 2020 (10850) - Fator de Impacto em 2019: 1,654.
78. BONI, F. R. ; FERREIRA, F. V.; PINHEIRO, I. F.; ROCCO, S. A.; SFORÇA, M. L.; LONA, L. M. F. Synthesis and analysis of phase segregation of polystyrene-block-poly(methyl methacrylate) copolymer obtained by Steglich esterification from semitelechelic blocks of polystyrene and poly(methyl methacrylate). **Journal of Applied Polymer Science**, p. e49416, 2020 (10851) - Fator de Impacto em 2019: 2,520.
79. RADE, L. L.; SILVA, M. N. P. DA ; MILAN, N; SOUZA, C. M. ; MELO, R. R. DE; KLEIN, B. C.; BONOMI, A.M.F.L.J.; CASTRO, H. F. DE ; MURAKAMI, M. T.; ZANPHORLIN, L. M. A Novel Fungal Lipase With Methanol Tolerance and Preference for Macaw Palm Oil. **Frontiers in Bioengineering and Biotechnology**, v. 8, p. 304, 2020 (10857) - Fator de Impacto em 2019: 3,644.
80. MARIUTTI, R. B.; HERNÁNDEZ GONZÁLEZ, J. E. ; NASCIMENTO, A. F. Z.; MORAIS, M. A. B.DE ; MURAKAMI, M. T.; CARARETO, C. M. A. ; ARNI, R. K. A single P115Q mutation modulates specificity in the *Corynebacterium pseudotuberculosis* arginine repressor. **Biochimica et Biophysica Acta-General Subjects**, v. 1864, n. 7, p. 129597, 2020 (10858) - Fator de Impacto em 2019: 3,422.
81. HIGA, L. H.; SCHILRREFF, P. ; BRISKI, A. M. ; JEREZ, H. E.; FARIAS, M. A. DE; PORTUGAL, R. V.; ROMERO, E. L.; MORILLA, M. J. Bacterioruberin from Haloarchaea plus dexamethasone in ultra-small macrophage-targeted nanoparticles as potential intestinal repairing agent. **Colloids**

**and Surfaces B-Biointerfaces**, v. 191, p. 110961, 2020 (10859) - Fator de Impacto em 2019: 4,389.

82. FINGOLO, A. C. ; BETTINI, J.; CAVALCANTE, M. DA S.; PEREIRA, M. P.; BOF BUFON, C. C.; SANTHIAGO, M.; STRAUSS, M. Boosting Electrical Conductivity of Sugarcane Cellulose and Lignin Biocarbons through Annealing under Isopropanol Vapor. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v.8, n.18, p. 7002-7010, 2020 (10860) - Fator de Impacto em 2019: 7,632.

83. MARCHEZI, P. E.; TEREZIO, E. M. ; SZOSTAK, R.; LOUREIRO, H. C. ; BRUENING, K; GOLD-PARKER, A. ; MELO JR., M. A. DE; TASSONE, C. J. ; TOLENTINO, H. C. N.; TONEY, M. F. ; NOGUEIRA, A. F. Degradation mechanisms in mixed-cation and mixed-halide Cs(x)FA(1-x)Pb(BryI1-y)(3) perovskite films under ambient conditions. **Journal of Materials Chemistry A**, v.8, n.18, p. 9302-9312, 2020 (10862) - Fator de Impacto em 2019: 11,301.

84. SILVA, C. E. DE P. DA; TAM, K. C.; BERNARDES, J. S.; LOH, W. Double stabilization mechanism of O/W Pickering emulsions using cationic nanofibrillated cellulose. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 574, p.207-216, 2020 (10863) - Fator de Impacto em 2019: 7,489.

85. SCHLEDER, G. R. ; ACOSTA, C. M.; FAZZIO, A. Exploring Two-Dimensional Materials Thermodynamic Stability via Machine Learning. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v.12, n.18, p. 20149-20157, 2020 (10866) - Fator de Impacto em 2019: 8,758.

86. SUTANTO, A. A. ; SZOSTAK, R.; DRIGO, N. ; QUELOZ, V. I. E. ; MARCHEZI, P. E.; GERMINO, J. C. ; TOLENTINO, H. C. N.; NAZEERUDDIN, M. K. ; NOGUEIRA, A. F.; GRANCINI, G. In Situ Analysis Reveals the Role of 2D Perovskite in Preventing Thermal-Induced Degradation in 2D/3D Perovskite Interfaces. **Nano Letters**, v.20, n.5, p. 3992-3998, 2020 (10871) - Fator de Impacto em 2019: 11,238.

87. LOPES, C. S. ; SILVA, L. DAS M.; OLIVEIRA, R. F. DE; CAMARGO, D. H. S.; BOF BUFON, C. C. Rectification ratio and direction controlled by temperature in copper phthalocyanine ensemble molecular diodes. **Nanoscale**, v.12, n. 18, p.10001-10009, 2020 (10874) - Fator de Impacto em 2019: 6,895.

88. SANTOS, C. R. DOS; COSTA, P. A. C. R. DA; VIEIRA, P. S.; GONZALEZ, S.T. ; CORRÊA, T. L. R.; LIMA, E. A. DE; MANDELLI, F.; PIROLLA, R. A. S. ; DOMINGUES, M. N.; CABRAL, L. ; MARTINS, M. P. ; CORDEIRO, R. L.; TOMAZINI JR., A.; SOUZA, B. P. DE; PRATES, E. T.; GOZZO, F. C.; PERSINOTI, G. F.; SKAF, M. S.; MURAKAMI, M. T. Structural insights into beta-1,3-glucan cleavage by a glycoside hydrolase family. **Nature Chemical Biology**, v. 16, p. 920–929, 2020 (10877) - Fator de Impacto em 2019: 12,587.

89. ASSIS, M. DE; RIBEIRO, R. A. P. ; CARVALHO, M. H. ; TEIXEIRA, M. M. ; GOBATO, Y. G. ; PRANDO, G. A. ; MENDONÇA, C. R. ; DE BONI, L.; OLIVEIRA, A. J. A. DE; BETTINI, J.; ANDRÉS, J.; LONGO, E. Unconventional Magnetization Generated from Electron Beam and Femtosecond Irradiation on alpha-Ag2WO4: A Quantum Chemical Investigation. **ACS Omega**, v. 5, n.17, p. 10052-10067, 2020 (10880) - Fator de Impacto em 2019: 2,870.

90. MORAIS, M. A. B. DE ; POLO, C. C.; DOMINGUES, M. N.; PERSINOTI, G. F.; PIROLLA, R. A. S. ; SOUZA, F. H. M. DE; CORREA, J. B. DE L. ; SANTOS, C. R. DOS; MURAKAMI, M. T. Exploring the Molecular Basis for Substrate Affinity and Structural Stability in Bacterial GH39 beta-Xylosidases. **Frontiers in Bioengineering and Biotechnology**, v. 8, p. 419, 2020 (10887) - Fator de Impacto em 2019: 3,644.

91. MOREIRA, N. S. ; CHAGAS, C. L. S.; OLIVEIRA, K. A.; DUARTE JR., G. F.; SOUZA, F. R. DE; SANTHIAGO, M.; GARCIA, C. D.; KUBOTA, L.T.; COLTRO, W. K. T. Fabrication of microwell plates and microfluidic devices in polyester films using a cutting printer. **Analytica Chimica Acta**, v. 110, p. 1-10, 2020 (10888) - Fator de Impacto em 2019: 5,977.

92. TEIXEIRA, V. C.; MANALI, I. F. ; GALANTE, D.; BARBOSA, D. A. B.; PASCHOAL, C. W. A.; SILVA, R. S. DA; REZENDE, M. V. DOS S. Luminescent properties of Li(Ga(1-x)Cr<sub>x</sub>)(5)O-8 (LGCO)

phosphors. **Ceramics International**, v. 46, n. 10, p. 15779-15785, 2020 (10892) - Fator de Impacto em 2019: 3,830.

93. LI, S. ; NHI NGUYEN, N. U. ; MENENDEZ-MONTES, I. ; NAKADA, Y. ; TAN, W. L. W. ; ANENE-NZELU, C. G. ; SIK-YIN FOO, R. ; THET, S. ; CARDOSO, A. C. ; WANG, P. ; ELHELALY, W. M. ; LAM, N. T. ; PEREIRA, A. H. M. ; HILL, J. A. ; SADEK, H. A. Mechanism of Eccentric Cardiomyocyte Hypertrophy Secondary to Severe Mitral Regurgitation. **Circulation**, v. 141, n. 22, p. 1787-1799, 2020 (10893) - Fator de Impacto em 2019: 23,603.

94. BORGES, B. M. M. N. ; STRAUSS, M. ; ALVES, P. C. ; SOHI, S. P. ; FRANCO, H. C. J. Re-use of sugarcane residue as a novel biochar fertiliser - Increased phosphorus use efficiency and plant yield. **Journal of Cleaner Production**, v. 262, p. 121406, 2020 (10899) - Fator de Impacto em 2019: 7,246.

95. CUNHA, A. C. DA ; SANTOS, R. A. C. DE ; RIAÑO-PACHÓN, D. M. ; SQUINA, F. M. ; OLIVEIRA, J. V. DE C. ; GOLDMAN, G. H. ; SOUZA, A. T. DE ; GOMES, L. S. ; SANTOS, F. G. ; TEIXEIRA, J. A. ; OLIVEIRA, F. F. ; ROSSE, I. C. ; CASTRO, I. M. ; LUCAS, C. ; BRANDÃO, R. L. Draft genome sequence of *Wickerhamomyces anomalus* LBCM1105, isolated from cachaça fermentation. **Genetics and Molecular Biology**, v. 43, n. 3, p. UNSP e20190122, 2020 (10905) - Fator de Impacto em 2019: 1,876.

96. COSTA, F. R. DA ; SLIVINSKI, J. ; IOCÁ, L. P. ; BERTONHA, A. F. ; FELÍCIO, R. DE ; CUNHA, M. G. DA ; MADEIRA, P. V. M. ; CAUZ, A. C. G. ; TRINDADE, D. M. ; FREIRE, V. F. ; ROPKE, C. D. ; GALES, A. C. ; BROCCHI, M. ; FERREIRA, A. G. ; GUEIROS FILHO, F. J. ; TRIVELLA, D. B. B. ; BERLINCK, R. G. S. ; DESSEN, A. Merulinic acid C overcomes gentamicin resistance in *Enterococcus faecium*. **Bioorganic Chemistry**, v. 110, p. 103921, 2020 (10915) - Fator de Impacto em 2019: 4,831.

97. MALDANIS, L. ; LEWIS, K. H. ; VEREZHAK, M. ; GUERIAU, P. ; GUIZAR-SICAÍROS, M. ; JAQUETO, P. F. ; TRINDADE, R. I. F. DA ; ROSSI, A. L. ; BERENQUER, F. ; WESTALL, F. ; BERTRAND, L. ; GALANTE, D. Nanoscale 3D quantitative imaging of 1.88 Ga Gunflint microfossils reveals novel insights into taphonomic and biogenic characters. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, 2020 (10917) - Fator de Impacto em 2019: 3,998.

98. MARTINS, P. M. M ; ANDRADE, M. DE O. ; BENEDETTI, C. E. ; SOUZA, A. A. *Xanthomonas citri* subsp. *citri*: host interaction and control strategies. **Tropical Plant Pathology**, v. 45, p. 213–236, 2020 (10926) - Fator de Impacto em 2019: 1,338.

99. FONSECA, L. M. ; PARREIRAS, L. S. ; MURAKAMI, M. T. Rational engineering of the *Trichoderma reesei* RUT-C30 strain into an industrially relevant platform for cellulase production. **Biotechnology for Biofuels**, v. 13, n. 1, p. 93, 2020 (10932) - Fator de Impacto em 2019: 4,815.

100. BARSOTTINI, M. R. DE O. ; COPSEY, A. ; YOUNG, L. ; BARONI, R. M. ; CORDEIRO, A. T. ; PEREIRA, G. A. G. ; MOORE, A. L. Biochemical characterization and inhibition of the alternative oxidase enzyme from the fungal phytopathogen *Moniliophthora perniciosa*. **Communications Biology**, v. 3, n. 1, p. 263, 2020 (10933) - Fator de Impacto em 2019: 4,165.

101. VARGHESE, S. ; RAHMANI, R. ; RUSSEL, S. ; DEORA, G. S. ; FERRINS, L. ; TOYNTON, A. ; JONES, A. ; SYKES, M. ; KESSLER, A. ; EUFRASIO, A. E. ; CORDEIRO, A. T. ; SHERMAN, J. ; RODRIGUEZ, A. ; AVERY, V. M. ; PIGGOTT, M. J. ; BAELL, J. B. Discovery of Potent N-Ethylurea Pyrazole Derivatives as Dual Inhibitors of *Trypanosoma brucei* and *Trypanosoma cruzi*. **ACS Medicinal Chemistry Letters**, v. 11, n. 3, p. 278-285, 2020 (10934) - Fator de Impacto em 2019: 3,975.

102. GENARO, L. M. ; COSER, L. DE O. ; JUSTO JUNIOR, A. DA S. ; CASTRO, L. F. DE ; BARRETO, A. K. F. ; RIZZATO, A. E. ; TRABASSO, P. ; MAMONI, R. L. ; PEREIRA, R. M. ; CINTRA, M. L. ; SANTOS, L. N. ; CARVALHO, M. DE ; RUAS, L. P. ; BLOTTA, M. H. DE S. L. Association between IL-27 and Tr1 cells in severe form of paracoccidiodomycosis. **Cytokine**, v. 127, p.154962, 2020 (10935) - Fator de Impacto em 2019: 2,952.

103. TELLO, A. C. M. ; ASSIS, M. DE; MENASCE, R. ; GOUVEIA, A. F.; TEODORO, V. ; JACOMACI, N. ; ZAGHETE, M. A.; ANDRÉS, J.; MARQUES, G. E.; TEODORO, M. D.; SILVA, A. B. F. DA; BETTINI, J.; LONGO, E. Microwave-Driven Hexagonal-to-Monoclinic Transition in BiPO<sub>4</sub>: An In-Depth Experimental Investigation and First-Principles Study. **Inorganic Chemistry**, v. 59, n. 11, p. 7453-7468, 2020 (10936) - Fator de Impacto em 2019: 4,825.
104. FERES, F. H. ; MAYER, R. A.; BARCELOS, I. D.; FREITAS, R. O.; MAIA, F. C. B. Acceleration of Subwavelength Polaritons by Engineering Dielectric-Metallic Substrates. **ACS Photonics**, v. 7, n. 6, p. 1396-1402, 2020 (10945) - Fator de Impacto em 2019: 6,864.
105. DOMINGOS, R. M.; TEIXEIRA, R. D.; ZEIDA, A.; AGUDELO, W. A.; ALEGRIA, T. G. P.; SILVA NETO, J. F. DA S. ; VIEIRA, P. S.; MURAKAMI, M. T.; FARAH, C. S.; ESTRIN, D. A.; SOARES NETTO, L. E. S. Substrate and Product-Assisted Catalysis: Molecular Aspects behind Structural Switches along Organic Hydroperoxide Resistance Protein Catalytic Cycle. **ACS Catalysis**, v. 10, n. 12, p. 6587-6602, 2020 (10947) - Fator de Impacto em 2019: 12,350.
106. PAK, T.; LUZ JR., L. F. DE L. ; TOSCO, T. ; COSTA, G. S. R.; ROSA, P. R. R. ; ARCHILHA, N.L. Pore-scale investigation of the use of reactive nanoparticles for in situ remediation of contaminated groundwater source. **Proceedings of The National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 117, n. 24, p. 13366-13373, 2020 (10956) - Fator de Impacto em 2019: 9,412.
107. HANNONA, J. R. ; LYND, L. R. ; ANDRADE, O. ; BENAVIDES, P. T. ; BECKHAM, G. T. ; BIDDY, M. J. ; BROWN, N. ; CHAGAS, M. F.; DAVISON, B. H. ; FOUST, T. ; JUNQUEIRA, T.L.; LASER, M. S. ; LI, Z. ; RICHARD, T. ; TUSKAN, G. A. ; WANG, M.; WOODS, J. ; WYMAN, C. E. Technoeconomic and life-cycle analysis of single-step catalytic conversion of wet ethanol into fungible fuel blendstocks. **Proceedings of The National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 117, n. 23, p.12576-12583, 2020 (10958) - Fator de Impacto em 2019: 9,412.
108. FINGOLO, A. C. ; KLEIN, B. C.; REZENDE, M. C. A. F.; SILVA, C. A. S. E ; YUAN, J. ; YIN, G. ; BONOMI, A.M.F.L.J.; MARTINEZ, D. S. T.; STRAUSS, M. Techno-Economic Assessment and Critical Properties Tuning of Activated Carbons from Pyrolyzed Sugarcane Bagasse. **Waste and Biomass Valorization**, v. 11, n. 8, p. 4521-4533, 2020 (10959) - Fator de Impacto em 2019: 2,851.
109. PEÑA ROMÁN, R. J.; AUAD, Y. M. ; GRASSO, L. ; ALVAREZ, F.; BARCELOS, I. D.; ZAGONEL, L. F. Tunneling-current-induced local excitonic luminescence in p-doped WSe<sub>2</sub> monolayers. **Nanoscale**, v. 12, n. 25, p. 13460-13470, 2020 (10961) - Fator de Impacto em 2019: 6,895.
110. SILVA, R. M. L. ; SILVA, L. DAS M.; BOF BUFON, C. C. Temperature-Independent Polarization of Ultrathin Phthalocyanine- Based Hybrid Organic/Inorganic Heterojun. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v. 12, p. 26, p. 29556-29565, 2020 (10975) - Fator de Impacto em 2019: 8,758.
111. KLYATSKAYA, S. ; KANJ, A. B. ; MOLINA-JIRÓN C. ; HEIDRICH, S. ; VELASCO, L.; NATZECK, C. ; GLIEMANN, H. ; HEISLER, S. ; WEIDLER, P. G.; WENZEL, W. ; BOF BUFON, C. C.; HEINKE, L. ; WÖLL, C. ; RUBEN, M. Conductive Metal-Organic Framework Thin Film Hybrids by Electropolymerization of Monosubstituted Acetylenes. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v. 12, n. 27, p.30972-30979, 2020 (10979) - Fator de Impacto em 2019: 8,758.
112. POLO, C. C.; PEREIRA, L.; MAZZAFERA, P.; FLORES-BORGES, D. N. A.; MAYER, J. L. S.; GUIZAR-SICAÍROS, M.; HOLLER, M. ; ANDREETA, M. B. ; WESTFAHL JR., H.; MENEAU, F. Correlations between lignin content and structural robustness in plants revealed by X-ray ptychography. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 6023, 2020 (10980) - Fator de Impacto em 2019: 3,998.
113. FOCASSIO, B. ; SCHLEDER, G. R. ; PEZO, A. ; COSTA, M.; FAZZIO, A. Dual topological insulator device with disorder robustness. **Physical Review B**, v. 102, n. 4, p. 045414, 2020 (10981) - Fator de Impacto em 2019: 3,575.
114. FARIA, K. M. ; SILVA, W. G. ; FONTES, E. K.; ALVES, C. G. B. ; KOWALSKI, L. P.; RIBEIRO, A. C. P.; VECHIATO FILHO, A. J. ; LOPES, M. A.; MARTA, G. N. ; CASTRO JR., G. DE ; PAES LEME, A. F. ;

MIGLIORATI, C. A. ; SANTOS- SILVA, A. R.; BRANDÃO, T. B. Impact of pandemic COVID-19 outbreak on oral mucositis preventive and treatment protocols: new perspectives for extraoral photobiomodulation therapy. **Supportive Care in Cancer**, v. 28, p. 4545–4548, 2020 (10984) - Fator de Impacto em 2019: 2,635.

115. ACOSTA, C. M.; OGOSHI, E. ; FAZZIO, A.; DALPIAN, G. M.; ZUNGER, A. The Rashba Scale: Emergence of Band Anti-crossing as a Design Principle for Materials with Large Rashba Coefficient. **Matter**, v. 3, n. 1, p. 145-165, 2020 (10993) - Fator de Impacto em 2019: 0,000.

116. BERTRAND, Q. ; JOB, V.; MAILLARD, A. P. ; IMBERT, L. ; TEULON, J.-M.; FAVIER, A. ; PELLEQUER, J.-L. ; HUBER, P.; ATTREE, I.; DESSEN, A. Exolysin (ExIA) from *Pseudomonas aeruginosa* Punctures Holes into Target Membranes Using a Molten Globule Domain. **Journal of Molecular Biology**, v. 432, n.16, p. 4466-4480, 2020 (11001) - Fator de Impacto em 2019: 4,760.

117. MARQUES, F.; PINTO, H. C.; FIGUEROA, S. J. A.; WINKELMANN, F. ; FELDERHOFF, M. ; BOTTA FILHO, W. J.; ZEPON, G. Mg-containing multi-principal element alloys for hydrogen storage: A study of the MgTiNbCr0.5Mn0.5Ni0.5 and Mg0.68TiNbNi0.55 compositions. **International Journal of Hydrogen Energy**, v.45, n.38, p.19539-19552, 2020 (11007) - Fator de Impacto em 2019: 4,939.

118. BRUDER, M. ; INFANTE, G. P. ; TRIVELLA, D. B. B. Natural allosteric modulators and their biological targets: molecular signatures and mechanisms†. **Natural Product Reports**, v. 37, n. 4, p. 488-514, 2020 (11008) - Fator de Impacto em 2019: 12,000.

119. SILVA, A. G. M. DA; FERNANDES, C. G. ; HOOD, Z. D. ; PENG, R. ; WU, Z.; DOURADO, A. H. B.; PARREIRA, L. S.; OLIVEIRA, D. C.; CAMARGO, P. H. C. ; TORRESI, S. I. C. DE PdPt-TiO<sub>2</sub> nanowires: correlating composition, electronic effects and Ovacancies with activities towards water splitting and oxygen reduction. **Applied Catalysis B-Environmental**, v. 277, p.119177, 2020 (11009) - Fator de Impacto em 2019: 16,683.

120. RIGOTTO, A. ; COTTA, S. R. ; DIAS, A. C. F. ; CARVALHO, J. L. N.; ANDREOTE, F. D. Shifting abundances of communities associated with nitrogen cycling in soils promoted by sugarcane harvest systems. **Letters in Applied Microbiology**, v. 71, n. 5, p. 444-450, 2020 (11014) - Fator de Impacto em 2019: 2,173.

121. BOLIN, A. P. ; SOUSA FILHO, C. P. B. ; SANTOS, G. T. N. DOS; FERREIRA, L. T. ; ANDRADE, P. B. M. DE ; FIGUEIRA. A. C. M.; BATISTA, F. A. H.; OTTON, R. Adipogenic commitment induced by green tea polyphenols remodel adipocytes to a thermogenic phenotype. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 83, p. 108429, 2020 (11020) - Fator de Impacto em 2019: 4,873.

122. CASTELUCCI, B. G. ; PEREIRA, A. H. M.; FIORAMONTE, M.; CARAZZOLLE, M. F.; OLIVEIRA, P. S. L. DE; FRANCHINI, K. G.; KOBARG, J.; SOUZA, D. M. DE ; JOAZEIRO, P. P.; CONSONNI, S. R. Evidence of macrophage modulation in the mouse pubic symphysis remodeling during the end of first pregnancy and postpartum. **Scientific Reports**, v. 10, n.1, p.12403, 2020 (11025) - Fator de Impacto em 2019: 3,998.

123. PICCOLI, R. A. M. ; QUIROZ, L. H. C. ; FLEURY, A. DE T; OLIVEIRA, V.; MARTELETO, N. B.; BONOMI, A.M.F.L.J. Optimization of polyhydroxyalkanoates bioproduction, based on a cybernetic mathematical model. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v.37, n. 4, p. 643-652, 2020 (11032) - Fator de Impacto em 2019: 1,027.

124. RUEDA ORDOÑEZ, D. A. ; LEAL, M. R. L. V.; BONOMI, A.M.F.L.J.; CORTEZ, L. A. B.; CAVALETT, O.; RINCÓN, J. M. Simulating scenarios for compost and vinasse use to improve the economics and environmental aspects of representative Colombian sugarcane production systems. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 35, n. 5, p. 579-593, 2020 (11034) - Fator de Impacto em 2019: 2,188.

125. SOUSA, A. S. DE; MELO, R. R. DE; MIYAMOTO, R. Y. ; MORAIS, M. A. B. DE ; ANDRADE, L. P. ; MILAN, N; ÀVILA, M. C. DE ; SOUZA, C. M. ; ADÃO, R. C.; SCARPASSA, J. A. ; VIEIRA, P. S.; SANTOS, L. V. DOS; RAMOS, C. H. I.; MURAKAMI, M. T.; ZANPHORLIN, L. M. A rationally identified marine GH1  $\beta$ -glucosidase has distinguishing functional features for simultaneous

- saccharification and fermentation. **Biofuels Bioproducts & Biorefining-Biofpr**, v.14, n.6, p. 1163-1179, 2020 (11035) - Fator de Impacto em 2019: 4,528.
126. POLDI, E. H. DE T.; ESCANHOELA JR., C. A.; FONSECA JR., J.; ELEOTÉRIO, M. A. S.; REIS, R. D.; LANG, J. C.; HASKEL, D.; SOUZA NETO, N. M. A versatile X-ray phase retarder for lock-in XMCD measurements. **Journal of Synchrotron Radiation**, v. 27, n. 5, p. 1240-1246, 2020 (11036) - Fator de Impacto em 2019: 2,251.
127. MELGUIZO, P. V. ; MELLO, M. S. ; MENEAU, F.; COSTA, I. C. M.; MORGADO JR., E.; PERGHER, S. B. Effect of mother liquor addition on (P)MCM-22 synthesis. **Microporous and Mesoporous Materials**, v. 306, p. 110370, 2020 (11052) - Fator de Impacto em 2019: 4,551.
128. MOROZESK, M. ; FRANQUI, L. S.; PINHEIRO, F. C.; NÓBREGA, J. A.; MARTINEZ, D. S. T.; FERNANDES, M. N. Effects of multiwalled carbon nanotubes co-exposure with cadmium on zebrafish cell line: Metal uptake and accumulation, oxidative stress, genotoxicity and cell cycle. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 2020, p. 110892, 2020 (11054) - Fator de Impacto em 2019: 4,872.
129. TOFANELLO, A.; DIAO, Z. ; DJATOUBAI, E.; SU, J. ; SHEN, S.; SOUZA, F. L. DE; VAYSSIERES, L. Engineering hematite/plasmonic nanoparticle interfaces for efficient photoelectrochemical water splitting. **Journal of Applied Physics**, v. 128, n. 6, p. 063103, 2020 (11057) - Fator de Impacto em 2019: 2,286.
130. FAVARO, W. J.; SOUZA, J. G. DE; FERREIRA, L. A. B.; JESUS, M. B. DE; DURÁN, M.; BOCKELMANN, P. K. ; BERNARDES, J. S.; DURÁN, N. Hybrid graphene oxide as carrier of doxorubicin: cytotoxicity and preliminary in vivo assays against bladder cancer. **Advances in Natural Sciences-Nanoscience and Nanotechnology**, v. 11, n. 2, p. 025016, 2020 (11065) - Fator de Impacto em 2019: 0,000.
131. SANTOS, C. I. L. DOS ; MACHADO, W. S. ; WEGNER, K. D.; GONTIJO, L. A. P.; BETTINI, J.; SCHIAVON, M. A.; REISS, P. Hydrothermal Synthesis of Aqueous-Soluble Copper Indium Sulfide Nanocrystals and Their Use in Quantum Dot Sensitized Solar Cells. **Nanomaterials**, v. 10, n. 7, p.1252, 2020 (11067) - Fator de Impacto em 2019: 4,324.
132. VASCONCELLOS, A. F. G. ; PALMIER, N. R. ; RIBEIRO, A. C. P.; NORMANDO, A. G. C.; FARIA, K. M. ; SILVA, W. G. ; VECHIATO FILHO, A. J. ; GOES, M. F. DE ; PAES LEME, A. F.; BRANDÃO, T. B.; LOPES, M. A.; MARSH, P. D. ; SANTOS- SILVA, A. R. Impact of Clustering Oral Symptoms in the Pathogenesis of Radiation Caries: A Systematic Review. **Caries Research**, v. 54, n.2, p. 113-126, 2020 (11068) - Fator de Impacto em 2019: 2,186.
133. LOBO JUNIOR, E. DE O.; CHAGAS, C. L. S.; DUARTE, L. DA C.; CARDOSO, T. M. G. ; SOUZA, F. R. DE; LIMA, R. S.; COLTRO, W. K. T. Inexpensive and nonconventional fabrication of microfluidic devices in PMMA based on a soft-embossing protocol. **Electrophoresis**, v. 41, n. 18-19, p.1641-1650, 2020 (11069) - Fator de Impacto em 2019: 3,081.
134. FREITAS, A. L. M. DE ; MUCHE, D. N. F. ; LEITE, E. R.; SOUZA, F. L. DE Interface engineering of nanoceramic hematite photoelectrode for solar energy conversion. **Journal of the American Ceramic Society**, v. 103, n. 12, p. 6833-6846, 2020 (11071) - Fator de Impacto em 2019: 3,502.
135. BUENO, J. G. R. ; BORELLI, G. ; CORRÊA, T. L. R.; FIAMENGHI, M. B. ; JOSÉ, J.; CARVALHO, M. DE; OLIVEIRA, L. C. DE; PEREIRA, G. A. G.; SANTOS, L. V. DOS Novel xylose transporter Cs4130 expands the sugar uptake repertoire in recombinant *Saccharomyces cerevisiae* strains at high xylose concentrations. **Biotechnology for Biofuels**, v. 13, n. 1, p. 145, 2020 (11078) - Fator de Impacto em 2019: 4,815.
136. BOTT NETO, J. L.; RODRIGUES, M. V. F.; SILVA, M. C. ; CARNEIRO NETTO, E. B. ; WOSIAK, G. ; MAURICIO, J. C.; PEREIRA, E. C. ; FIGUEROA, S. J. A.; FERNÁNDEZ, P. S. Versatile Spectroelectrochemical Cell for in Situ Experiments: Development, Applications and Electrochemical Behavior. **ChemElectroChem**, v.7, n. 21, p. 4306-4313, 2020 (11095) - Fator de Impacto em 2019: 4,154.

137. FERREIRA, T. A.; SARTORI, L. M. ; RODRIGUES, F.; AVELLAR, M. G.; GALANTE, D. Natural Radioactive Environments As Sources of Local Disequilibrium for the Emergence of Life. **Astrobiology**, v.20, n.12, p. 1489-1497, 2020 (11110) - Fator de Impacto em 2019: 4,091.
138. PASSOS, A. R.; LA FONTAINE, C.; PULCINELLI, S. H.; SANTILLI, C. V.; BRIOIS, V. Quick-EXAFS and Raman monitoring of activation, reaction and deactivation of NiCu catalysts obtained from hydrotalcite-like precursors. **Physical Chemistry Chemical Physics**, v. 22, n. 34, p. 18835-18848, 2020 (11112) - Fator de Impacto em 2019: 3,430.
139. BRESSANIN, J. M. ; KLEIN, B. C.; CHAGAS, M. F.; WATANABE, M. D. B.; SAMPAIO, I. L. DE M.; BONOMI, A.M.F.L.J.; MORAIS, E. R. DE; CAVALETT, O. Techno-Economic and Environmental Assessment of Biomass Gasification and Fischer–Tropsch Synthesis Integrated to Sugarcane Biorefineries. **Energies**, v 13, n. 17, p. 4576, 2020 (11116) - Fator de Impacto em 2019: 2,702.
140. OLIVEIRA, T. N. T.; ZITO, C. DE A.; PERFECTO, T. M.; AZEVEDO, G. DE M.; VOLANTI, D. P. ZnO twin-rods decorated with Pt nanoparticles for butanone detection. **New Journal of Chemistry**, v. 44, n. 36, p. 15574-15583, 2020 (11126) - Fator de Impacto em 2019: 3,288.
141. ANDRADE, E. P. DE; BRUM, S. M. ; POLICARPO, E. M. C. ; GAUTAM, S. K. ; PLANTEVIN, O. ; LARA, L. R. S.; STUMPF, H. O.; AZEVEDO, G. DE M.; MAZZONI, M. S. C.; CURY, L. A. ; MALACHIAS, A.; PIM, W. D. DO; SÁFAR, G. A. M. All-perylene-derivative for white light emitting diodes. **Physical Chemistry Chemical Physics**, v. 22, n. 36, p. 20744-20750, 2020 (11131) - Fator de Impacto em 2019: 3,430.
142. NICOLICHE, C. Y. N. ; OLIVEIRA, R. A. G. ; SILVA, G. S. DA ; FERREIRA, L. F.; RODRIGUES, I. L.; FARIA, R. C.; FAZZIO, A.; CARRILHO, E.; PONTES, L. G.; SCHLEDER, G. R. ; LIMA, R. S. Converging Multidimensional Sensor and Machine Learning Toward High-Throughput and Biorecognition Element-Free Multidetermination of Extracellular Vesicle Biomarkers. **ACS Sensors**, v. 5, n. 7, p. 1864-1871, 2020 (11133) - Fator de Impacto em 2019: 7,333.
143. NEITZEL, T. ; LIMA, C. S. ; BIAZI, L. E.; COLLOGRAI, K. C. ; COSTA, A. C. DA; SANTOS, L. V. DOS; IENCZAK, J. L. Impact of the Melle-Boinot process on the enhancement of secondgeneration ethanol production by *Spathaspora passalidarum*. **Renewable Energy**, v. 160, p.1206-1216, 2020 (11136) - Fator de Impacto em 2019: 6,274.
144. PAGLIONI, M. DE P. ; MIGLIORATI, C. A. ; FAUSTINO, I. S. P.; MARIZ, B. A. L. A. ; ROZA, A. L. O. C. ; VARGAS, P. A.; PAES LEME, A. F.; BRANDÃO, T. B.; RIBEIRO, A. C. P.; LOPES, M. A.; SANTOS- SILVA, A. R. Laser excision of oral leukoplakia: Does it affect recurrence and malignant transformation? A systematic review and meta-analysis. **Oral Oncology**, v. 109, p. 104850, 2020 (11138) - Fator de Impacto em 2019: 3,979.
145. SCHEFFER, F. R.; SILVEIRA, C. P.; MORAIS, J.; BETTINI, J.; CARDOSO, M. B. Tailoring Pseudo-Zwitterionic Bifunctionalized Silica Nanoparticles: From Colloidal Stability to Biological Interactions. **Langmuir**, v. 36, n. 36, p. 10756-10763, 2020 (11142) - Fator de Impacto em 2019: 3,557.
146. PENNAFIRME, S.; MACHADO, A. DE C.; MACHADO, A. S. ; PÉREZ, C. A.; PEREIRA, D. DA C. ; LIMA, I.C. B.; LOPES, R. T.; CRAPEZ, M. A. C. Unveiling the role of bioturbation on bacterial activity in metal-contaminated sediments. **Science of the Total Environment**, v. 744, p. 140988, 2020 (11143) - Fator de Impacto em 2019: 6,551.
147. CALO, C. M. ; RIZZUTO, M. DE A.; GUERREIRO, S. M. C.; DIAS, C. S. B.; WATLING, J. ; SHOCK, M. P. ; ZIMPEL NETO, C. A.; FURQUIM, L. P. ; PUGLIESE JÚNIOR, F. A. ; NEVES, E. G. A correlation analysis of Light Microscopy and X-ray MicroCT imaging methods applied to archaeological plant remains' morphological attributes visualization. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 15105, 2020 (11146) - Fator de Impacto em 2019: 3,998.
148. SEMIONATTO, I. F. ; PALAMETA, S.; TOSCARO, J. M.; MANRIQUE-RINCÓN, A. J.; RUAS, L. P. ; PAES LEME, A. F.; BAJGELMAN, M. C. Extracellular vesicles produced by immunomodulatory cells harboring OX40 ligand and 4-1BB ligand enhance antitumor immunity. **Scientific Reports**, v. 10, n.1, p. 15160, 2020 (11154) - Fator de Impacto em 2019: 3,998.

149. FERRO, L. M. M. ; BARROS, A. DE ; FALSETTI, L. O. Z. ; CORRÊA, C. C.; SILVA, L. DAS M.; BOF BUFON, C. C. Highly efficient electrochemical energy conversion in a 3D hollow microenvironment: towards on-a-chip sensor applications. **Journal of Materials Chemistry A**, v. 38, n. 8, p. 19855-19865, 2020 (11156) - Fator de Impacto em 2019: 11,301.
150. LIMA FILHO, A. C. M. ; FRANÇA, A.; FLORENTINO, R. M. ; SANTOS, M. L. DOS ; LEMOS, F. DE O. ; MISSIAGGIA, D. G.; FONSECA, R. C. ; OLIVEIRA, A. G. DE; ANANTHANARAYANAM, M. ; GUERRA, M. T. ; FONSECA, M. DE C.; VIDIGAL, P. T. ; LIMA, C. X. ; LEITE, M. DE F. Inositol 1,4,5-trisphosphate receptor type 3 plays a protective role in hepatocytes during hepatic ischemia-reperfusion injury. **Cell Calcium**, v.91, p. 102264, 2020 (11157) - Fator de Impacto em 2019: 4,874.
151. LIMA, F. C. DE ; FAZZIO, A.; MCLEAN, A. B. ; MIWA, R. H. Simulations of X-ray absorption spectroscopy and energetic conformation of N-heterocyclic carbenes on Au(111). **Physical Chemistry Chemical Physics**, v. 22, n. 37, p. 21504-21511, 2020 (11165) - Fator de Impacto em 2019: 3,430.
152. PASSOS, A. R.; ROCHET, A.; MANENTE, L. M. ; SUZANA, A. F.; HARDER, R. ; CHA, W. ; MENEAU, F. Three-dimensional strain dynamics govern the hysteresis in heterogeneous catalysis. **Nature Communications**, v. 11, n. 1, p. 4733, 2020 (11168) - Fator de Impacto em 2019: 12,121.
153. ACOSTA, C. M.; FAZZIO, A.; DALPIAN, G. M.; ZUNGER, A. Inverse design of compounds that have simultaneously ferroelectric and Rashba cofunctionality. **Physical Review B**, v.102, n. 14, p. 144106, 2020 (11171) - Fator de Impacto em 2019: 3,575.
154. DESTRO, F. B. ; SCZANCOSKI, J. C.; SOARES, M. R. S.; LEITE, E. R. Influence of SnO<sub>2</sub> concentration on electrical response of α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sintered with different thermal history conditions. **Ceramics International**, v. 46, n. 17, p. 27877-27883, 2020 (11172) - Fator de Impacto em 2019: 3,830.
155. CODO, A. C.; DAVANZO, G. G. ; MONTEIRO, L. DE B.; SOUZA, G. F. DE ; MURARO, S. P. ; SILVA, J. V. V. DA ; PRODONOFF, J. S. ; CARREGARI, V. C. ; BIAGI JUNIOR, C. A. DE O. ; CRUNFLI, F. ; RESTREPO, J. L. J. ; VENDRAMINI, P. H. ; OLIVEIRA, G. R. DE ; SANTOS, K. B. DOS ; TEIXEIRA, D. A. T.; PARISE, P. L. ; MARTINI, M. C. ; MARQUES, R. E.; CARMO, H. R. P. DO; BORIN, A.; COIMBRA, L. D. ; BOLDRINI, V. DE O. ; BRUNETTI, N. S. ; VIEIRA, A. S. ; MANSOUR, E. ; ULAF, R. G. ; FERNANDES, A. F.; NUNES, T. A. ; RIBEIRO, L. C. ; PALMA, A. C. ; AGRELA, M. V. R. DE ; MORETTI, M. L.; SPOSITO, A. C. ; PEREIRA, F. B. ; VELLOSO, L. A.; VINOLO, M. A. R. ; DAMÁSIO, A. R. DE L.; MÓDENA, J. L. P. ; CARVALHO, R. F. ; MORI, M. A.; SOUZA, D. M. DE ; NAKAYA, H. I.; FARIAS, A. S.; VIEIRA, P. M. M. Elevated Glucose Levels Favor SARS-CoV-2 Infection and Monocyte Response through a HIF-1α/ Glycolysis-Dependent Axis. **Cell Metabolism**, v. 32, n. 3, p. 437, 2020 (11179) - Fator de Impacto em 2019: 21,567.
156. MELO, C. M. L. DE ; CRUZ FILHO, I. J. DA ; SOUSA, G. F. DE ; SILVA, G. A. DE S. ; SANTOS, K. K. D. DO N.; SILVA, R. S. DA ; SOUSA, B. R. DE ; LIMA NETO, R. G. DE L. ; LIMA, M. DO C. A.; ROCHA, G. J. M. Lignin isolated from *Caesalpinia pulcherrima* leaves has antioxidant, antifungal and immunostimulatory activities. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 162, p. 1725-1733, 2020 (11182) - Fator de Impacto em 2019: 5,162.
157. ARAUJO, G. G. DE; RODRIGUES, F.; GALANTE, D. Probing the response of *Deinococcus radiodurans* exposed to simulated space conditions. **International Journal of Astrobiology**, v. 19, n. 3, p. 203-209, 2020 (11184) - Fator de Impacto em 2019: 2,026.
158. ANDRADE, M. DE O.; SFORÇA, M. L.; BATISTA, F. A. H.; FIGUEIRA, A. C. M.; BENEDETTI, C. E. The MAF1 Phosphoregulatory Region Controls MAF1 Interaction with the RNA Polymerase III C34 Subunit and Transcriptional Repression in Plants. **Plant Cell**, v. 32, n.9, p.3019-3035, 2020 (11189) - Fator de Impacto em 2019: 9,618.
159. SCHNEID, A. DA C. ; SILVEIRA, C. P.; GALDINO, F. E.; FERREIRA, L. F.; BOUCHMELLA, K.; CARDOSO, M. B. Colloidal Stability and Redispersibility of Mesoporous Silica Nanoparticles in

Biological Media. **Langmuir**, v. 36, n.39, p. 11442-11449, 2020 (11223) - Fator de Impacto em 2019: 3,557.

160. MARTINEZ, D. S. T.; SILVA, G. H. DA; MEDEIROS, A. M. Z. DE; KHAN, L. U.; PAPADIAMANTIS, A. G. ; LYNCH, I. Effect of the Albumin Corona on the Toxicity of Combined Graphene Oxide and Cadmium to *Daphnia magna* and Integration of the Datasets into the NanoCommons Knowledge Base. **Nanomaterials**, v.10, n.10, p. 1936, 2020 (11224) - Fator de Impacto em 2019: 4,324.

161. ASSIS, G. L. ; GONÇALVES, J. M.; BERNARDES, J. S.; ARAKI, K. Nickel-Cerium Layered Double Hydroxide as Electrocatalyst for Glycerol Oxidation. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 31, n. 11, p. 2351-2359, 2020 (11235) - Fator de Impacto em 2019: 1,399.

162. SILVA, A. B. DA; SILVA, C. D. F. DA ; SOUZA, F. L. DE; LUCAS, F. W. S. ; LIMA, F. H. B. DE All-electrochemically synthesized tin and nickel oxide-modified hematite as photo-electrocatalyst anodes for solar-driven water splitting. **Journal of Catalysis**, v. 391, p. 273-281, 2020 (11248) - Fator de Impacto em 2019: 7,888.

163. ABREU, L. G. F. DE; GRASSI, M. C. B.; CARVALHO, L. M.; SILVA, J. J. B. DA ; OLIVEIRA, J. V. DE C.; BRESSIANI, J. A. ; PEREIRA, G. A. G. Energy cane vs sugarcane: Watching the race in plant development. **Industrial Crops and Products**, v. 156, p. 112868, 2020 (11252) - Fator de Impacto em 2019: 4,244.

164. CIOCAN-CARTITA, C. A. ; JURJ, A. ; ZANOAGA, O. ; COJOCNEANU, R. ; POP, L.-A.; MOLDOVAN, A. ; MOLDOVAN, C.; ZIMTA, A. A.; RADULY, L. ; POP-BICA, C. ; BUSE, M. ; BUDISAN, L. ; VIRAG, P. ; DIAS, S. M. G.; BERINDAN-NEAGOE, I.; BRAICU, C. New insights in gene expression alteration as effect of doxorubicin drug resistance in triple negative breast cancer cells. **Journal of Experimental & Clinical Cancer Research**, v. 39, n. 1, p. 241, 2020 (11257) - Fator de Impacto em 2019: 7,068.

165. OTTO, R.; PEREIRA, G. L. ; TENELLI, S. ; CARVALHO, J. L. N.; LAVRES JR., J.; CASTRO, S. A. Q.; LISBOA, I. P. ; SERMARINI, R. A. Planting legume cover crop as a strategy to replace synthetic N fertilizer applied for sugarcane production. **Industrial Crops and Products**, v. 156, p.112853, 2020 (11258) - Fator de Impacto em 2019: 4,244.

166. ALBERS, R. F. ; YAN, W. ; ROMIO, M. ; LEITE, E. R.; SPENCER, N. D. ; MATYJASZEWSKI, K. ; BENETTI, E. M. Mechanism and application of surface-initiated ATRP in the presence of a ZnO plate. **Polymer Chemistry**, v. 11, n. 44, p. 7009-7014, 2020 (11288) - Fator de Impacto em 2019: 5,342.

167. FREITAS, M. N. ; GUERRA, M.B.B.; ADAME, A. ; MORAES, T. F. DE ; LAVRES JR., J.; PÉREZ, C. A.; ABDALA, D. B.; CICERO, S. M. A first glance at the micro-ZnO coating of maize (*Zea mays* L.) seeds: a study of the elemental spatial distribution and Zn speciation analysis. **Journal of Analytical Atomic Spectrometry**, v. 35, n.12, p. 3021-3031, 2020 (11299) - Fator de Impacto em 2019: 3,498.

168. SANTOS, D. O. A. DOS; GIORDANO, L. ; BARBARÁ, M. A. S. G. ; PORTES, M. C. ; PEDROSO, C. C. S.; TEIXEIRA, V. C.; LASTUSAARI, M.; RODRIGUES, L. C. V. Abnormal co-doping effect on the red persistent luminescence SrS:Eu<sup>2+</sup>, RE<sup>3+</sup> materials. **Dalton Transactions**, v.49, n.45, p.16386-16393, 2020 (11300) - Fator de Impacto em 2019: 4,174.

169. BARALDI, G. L.; DIAS, C. S. B.; SILVA, F. M. C. DA ; TOLENTINO, H. C. N.; MIQUELES, E. X. Fast reconstruction tools for ptychography at Sirius, the fourth-generation Brazilian synchrotron. **Journal of Applied Crystallography**, v.53, n.6, p. 1550-1558, 2020 (11304) - Fator de Impacto em 2019: 2,995.

170. SILVA, M. G. S. DA ; LEITE, C. M. ; CORDEIRO, M. A. L.; MASTELARO, V. R.; LEITE, E. R. One-Step Synthesis of Nickel Sulfides and Their Electrocatalytic Activities for Hydrogen Evolution Reaction: A Case Study of Crystalline h-NiS and o-Ni<sub>9</sub>S<sub>8</sub> Nanoparticles. **ACS Applied Energy Materials**, v.3, n. 10, p. 9498-9503, 2020 (11311) - Fator de Impacto em 2019: 4,473.

171. DIAS, M. N. G. ; BATISTA, F. A. H.; TITTANEGRO, T. H.; OLIVEIRA, A. G. DE; LE MAIRE, A.; TORRES, F. R. ; RIBEIRO FILHO, H. V.; SILVEIRA, L. R. ; FIGUEIRA, A. C. M. PPAR gamma S273 Phosphorylation Modifies the Dynamics of Coregulator Proteins Recruitment. **Frontiers in Endocrinology**, v.11, p. 561256, 2020 (11312) - Fator de Impacto em 2019: 3,644.
172. PRIMO, J. DE O. ; BITTENCOURT, C. ; ACOSTA, S. ; SIERRA-CASTILLO, A.; COLOMER, J.-F.; JAERGER, S. ; TEIXEIRA, V. C.; ANAISSI, F. J. Synthesis of Zinc Oxide Nanoparticles by Ecofriendly Routes: Adsorbent for Copper Removal From Wastewater. **Frontiers in Chemistry**, v.8, p.571790, 2020 (11313) - Fator de Impacto em 2019: 3,693.
173. BORGES, D. DE A.; ALBORGHETTI, M. R.; PAES LEME, A. F.; DOMINGUES, R. R.; DUARTE, B. ; VEIGA, M. ; FERRER, M. T. ; WANZELER, A. C. V.; ARIETA, C. E. L. ; ALVES, M. Tear proteomic profile in three distinct ocular surface diseases: keratoconus, pterygium, and dry eye related to graft-versus-host disease. **Clinical Proteomics**, v.17, n.1, p. 42, 2020 (11315) - Fator de Impacto em 2019: 2,568.
174. LIMA, F. C. DE ; MIWA, R. H.; FAZZIO, A. Jacutingaite-family: A class of topological materials. **Physical Review B**, v.102, n.23, p. 235153, 2020 (11334) - Fator de Impacto em 2019: 3,575.
175. ANSCHAU, V. ; FERRER-SUETA, G. ; SILVA, R. L. A. ; BANNITZ-FERNANDES, R. ; TAIRUM JR., C. A.; TONOLI, C. C. C.; MURAKAMI, M. T.; OLIVEIRA, M. A. DE; SOARES NETTO, L. E. S. Reduction of sulfenic acids by ascorbate in proteins, connecting thioldependent to alternative redox pathways. **Free Radical Biology and Medicine**, v.156, p. 207-216, 2020 (11336) - Fator de Impacto em 2019: 6,170.
176. CARVALHO, M. C. DE; TOMAZINI JR., A.; AMARAL, D. T. DO; MURAKAMI, M. T.; VIVIANI, V.R. Luciferase isozymes from the Brazilian *Aspisma lineatum* (Lampyridae) firefly: origin of efficient pH-sensitive lantern luciferases from fat body pH-insensitive ancestors. **Photochemical & Photobiological Sciences**, v.19, n.12, p. 1750-1764, 2020 (11342) - Fator de Impacto em 2019: 2,831.
177. GUERRA, J. V. S.; RIBEIRO FILHO, H. V.; BORTOT, L. O. ; HONORATO, R. V.; PEREIRA, J. G. C.; OLIVEIRA, P. S. L. DE ParKVFinder: A thread-level parallel approach in biomolecular cavity detection. **SoftwareX**, v.12, p. 100606, 2020 (11344) - Fator de Impacto em 2019: 0,000.

1. FURTADO, L. M. ; ANDO, R. A.; PETRI, D. F. S. Polydopamine-coated cellulose acetate butyrate microbeads for caffeine removal. **Journal of Materials Science**, v. 55, n. 8, p. 3243-3258, 2020 (10361) - Fator de Impacto em 2019: 3,553.
2. COSTA, J. A. S.; SARMENTO, V. H. V.; ROMÃO, L. P. C.; PARANHOS, C. M. Performance of the MCM-41-NH<sub>2</sub> Functionalized Mesoporous Material Synthetized from the Rice Husk Ash on the Removal of the Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. **Silicon**, v. 12, n. 8, p. 1913-1923, 2020 (10458) - Fator de Impacto em 2019: 1,499.
3. REZENDE, A. C. DA S. A.; WANG, J. ; LI, Y.; CARVALHO, A. M. G.; SOUZA, M. V. DE B; SANTOS JUNIOR, S. ; MARTINS, A.; COSTA, A. M. DA S. ; CREMASCO, A.; LANDERS, R.; MACHADO, D.; PANCOTTI, A. Using thermochemical treatment for facilitating apatite formation on Ti-Nb-Sn alloys. **Journal of Materials Science**, v. 55, n. 10, p. 4395-4407, 2020 (10518) - Fator de Impacto em 2019: 3,553.
4. SOUZA, C. A. S. DE; VALIENSE, H.; MAVROPOULOS, E.; MARTINEZ-ZELAYA, V. R. ; COSTA, A. M. ; ALVES, A. T. N. N.; LONGUINHO, M. M.; RESENDE, R. F. B.; MOURÃO, C. F. DE A. B; GRANJEIRO, J. M.; LEÃO, M. H. M. DE R.; ROSSI, A. M.; CALASANS-MAIA, M. D. Doxycycline containing hydroxyapatite ceramic microspheres as a bone-targeting drug delivery system. **Journal of Biomedical Materials Research Part B-Applied Biomaterials**, v. 108, n. 4, p. 1351-1362, 2020 (10531) - Fator de Impacto em 2019: 2,831.
5. KUMAR, A.; FURTADO, V. L. ; GONÇALVES, J. M.; BANNITZ-FERNANDES, R. ; SOARES NETTO, L. E. S.; ARAKI, K.; BERTOTTI, M. Amperometric microsensor based on nanoporous gold for ascorbic acid detection in highly acidic biological extracts. **Analytica Chimica Acta**, v. 1095, p. 61-70, 2020 (10574) - Fator de Impacto em 2019: 5,977.
6. GIRÃO, D. DE C. ; BÉRES, M.; JARDINI, A. L.; MACIEL FILHO, R.; SILVA, C. C.; SIERVO, A. DE; ABREU, H. F. G. DE; ARAÚJO, W. S. An assessment of biomedical CoCrMo alloy fabricated by direct metal laser sintering technique for implant applications. **Materials Science & Engineering C-Materials for Biological Applications**, v. 107, p. 110305, 2020 (10575) - Fator de Impacto em 2019: 5,880.
7. AMADO, C. M. ; MINAHK, C. J. ; CILLI, E. M.; OLIVEIRA, R. G.; DUPUY, F. G. Bacteriocin enterocin CRL35 is a modular peptide that induces non-bilayer states in bacterial model membranes. **Biochimica et Biophysica Acta-Biomembranes**, v. 1862, n. 2, p. 183135, 2020 (10578) - Fator de Impacto em 2019: 3,411.
8. YELPO, C. ; FAVRE, S. ; ARIOSA, D. Detection by XRD of hidden defects in epitaxial Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>CaCu<sub>2</sub>O<sub>8</sub> thin films grown by PLD. **Materials Chemistry and Physics**, v. 239, p. 122020, 2020 (10583) - Fator de Impacto em 2019: 3,408.
9. OLIVEIRA, A. F. DE; ISAAC, A. C.; VITORINO, L. S.; OLIVEIRA, P. C. DE ; ORÉFICE, R. L.; BRITO, P. P. Development and application of a miniaturized tensile testing device for in situ synchrotron microtomography experiments. **Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering**, v. 42, n. 2, p. 94, 2020 (10584) - Fator de Impacto em 2019: 1,755.
10. ECHEVERRI- ARIZA, E. A.; MASOUMI, M.; MESA, D. H.; MARQUEZ-ROSSY, A. E. ; TSCHIPTSCHIN, A. P. Development of a new generation of quench and partitioning steels: Influence of processing parameters on texture, nanoindentation, and mechanical properties. **Materials & Design**, v. 186, p. 108329, 2020 (10585) - Fator de Impacto em 2019: 6,289.
11. CRUZ, C. B. DA; LIMA, T. S.; SOARES, M. C. P. ; FREITAS, E. S.; FUJIWARA, E.; GARCIA, A.; CHEUNG, N. Effect of Microstructure Features on the Corrosion Behavior of the Sn-2.1 wt%Mg Solder Alloy. **Electronic Materials Letters**, v. 16, n. 3, p. 276-292, 2020 (10588) - Fator de Impacto em 2019: 1,894.

12. SOUZA FILHO, E. A. DE ; PIERETTI, E. F.; BENTO, R. T. ; PILLIS, M. F. Effect of nitrogen-doping on the surface chemistry and corrosion stability of TiO<sub>2</sub> films. **Journal of Materials Research and Technology-JMR&T**, v. 9, n. 1, p. 922-934, 2020 (10589) - Fator de Impacto em 2019: 5,289.
13. HARB, S. V.; TRENTIN, A.; SOUZA, T. A. C. DE ; MAGNANI, M.; PULCINELLI, S. H.; SANTILLI, C. V.; HAMMER, P. Effective corrosion protection by eco-friendly self-healing PMMA-cerium oxide coatings. **Chemical Engineering Journal**, v. 383, p. 123219, 2020 (10590) - Fator de Impacto em 2019: 10,652.
14. TORRES, J. A.; NOGUEIRA, A. E.; SILVA, G. T. S. T.; LOPES, O. F.; WANG, Y.; HE, T. ; RIBEIRO, C. Enhancing TiO<sub>2</sub> activity for CO<sub>2</sub> photoreduction through MgO decoration. **Journal of CO<sub>2</sub> Utilization**, v. 35, p. 101-114, 2020 (10592) - Fator de Impacto em 2019: 5,993.
15. CAMPOS NETO, N. D. DE ; SOARES, C. ; PEREIRA, F. S. ; BERGAMASCHI, V. S.; ANTONIO, S. G.; KAUFMAN, M. J.; OLIVEIRA, M. F. DE Glass forming ability and continuous-cooling-transformation (CCT) diagrams of Vitreloy 105 as function of cooling rate and oxygen concentration. **Journal of Non-Crystalline Solids**, v. 528, p. 119762, 2020 (10598) - Fator de Impacto em 2019: 2,929.
16. FABIAN, F. A.; BARBOSA, C. C. S. ; SANTOS, J. G. ; CARABALLO VIVAS, R. J.; GARCIA, F.; DUQUE, J. G. S.; MENESES, C. T. DE In-situ XANES and XRD studies of the phase transition of RCrO<sub>3</sub>+gamma (R = Y, Pr, Nd, Gd and Dy; gamma=0 or 1) compounds. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 815, p. 152427, 2020 (10604) - Fator de Impacto em 2019: 4,650.
17. CASTELLETTO, V.; EDWARDS-GAYLE, C. J. C.; HAMLEY, I. W.; BARRETT, G. ; RUOKOLAINEN, J.; LOURENÇO, T. C. DA; SILVA, E. R. DA Model self-assembling arginine-based tripeptides show selective activity against Pseudomonas bacteria. **Chemical Communications**, v. 56, n. 4, p. 615-618, 2020 (10610) - Fator de Impacto em 2019: 5,996.
18. GREIN-IANKOVSKI, A.; LOH, W. Modulating the interfacial properties of magnetic nanoparticles through surface modification with a binary polymer mixture towards stabilization of double emulsions. **Colloids and Surfaces A-Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 586, p. 124208, 2020 (10611) - Fator de Impacto em 2019: 3,990.
19. LIMA, L. F. DE; MACIEL, C. C. ; FERREIRA, A. L. ; ALMEIDA, J. C. DE ; FERREIRA, M. Nickel (II) phthalocyanine-tetrasulfonic-Au nanoparticles nanocomposite film for tartrazine electrochemical sensing. **Materials Letters**, v. 262, p. 127186, 2020 (10615) - Fator de Impacto em 2019: 3,204.
20. CUSTÓDIO, J. M. F.; VAZ, W. F.; FARIA, E. C. M.; ANJOS, M. M. DOS; CAMPOS, C. E. M.; OLIVEIRA, G.R.; MARTINS, F. T.; SILVA, C. C. DA ; VALVERDE, C.; OSÓRIO, F. A. P. ; BASEIA, B.; NAPOLITANO, H. B. On the potential as nonlinear optical material of a new chalcone derivative and its crystal and topological analysis. **Journal of Molecular Structure**, v. 1201, p. UNSP 127131, 2020 (10617) - Fator de Impacto em 2019: 2,463.
21. CARVALHO, E. V. ; PAULA, D. M. DE; ANDRADE NETO, D. M.; COSTA, L. S. DA; DIAS, D. F. ; FEITOSA, V. P. ; FECHINE, P. B. A. Radiopacity and mechanical properties of dental adhesives with strontium hydroxyapatite nanofillers. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, v. 101, p. UNSP 103447, 2020 (10623) - Fator de Impacto em 2019: 3,372.
22. SILVA, N. S. M. DA; BERTOLINO-REIS, D. E. ; SILVA, P. R. DAS D. DA ; ANNETTA, F. B. P. ; SERAPHIM, T. V.; BARBOSA, L. R. S.; BORGES, J. C. Structural studies of the Hsp70/Hsp90 organizing protein of Plasmodium falciparum and its modulation of Hsp70 and Hsp90 ATPase activities. **BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA-PROTEINS AND PROTEOMICS**, v. 1868, n. 1, p. 140282, 2020 (10628) - Fator de Impacto em 2019: 2,371.
23. RICHENA, M.; REZENDE, C. A. DE Structure of photo-damaged white and naturally pigmented human hair. **Journal of Photochemistry and Photobiology B-Biology**, v. 202, p. 111673, 2020 (10629) - Fator de Impacto em 2019: 4,383.

24. SALES, E. ; SILVA, C. E. R. DA ; LETICHEVSKY, S. ; SANTOS, R. S. DOS ; PINTO, L. A. L. T ; SANTOS, C. T. DOS ; DE OLIVEIRA, L. F.; AVILLEZ, R. R. DE; MONTEIRO, M.; PACIORNIK, S. ; ANJOS, M. J. DOS Study of composition and structure of demineralized bone using X-ray techniques. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 167, p. 108310, 2020 (10630) - Fator de Impacto em 2019: 2,226.
25. BERNARDES, A. A.; SCHEFFLER, G. L. ; RADTKE, C.; POZEBON, D. ; SANTOS, J. H. Z. DOS; ROCHA, Z. N. DA Supported metallocenes produced by a non-hydrolytic sol-gel process: Application in ethylene polymerization. **Colloids and Surfaces A-Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 584, p. 124020, 2020 (10631) - Fator de Impacto em 2019: 3,990.
26. CRAIEVICH, A. F. Synchrotron radiation in Brazil. Past, present and future. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 167, p. 108253, 2020 (10632) - Fator de Impacto em 2019: 2,226.
27. LUIZON FILHO, R. A.; POSSATO, L. G.; SANTISTEBAN, O. A. N. ; VASCONCELLOS, A. DE; SILVA, D. A. DA; LIMA, M. F. DE; MARTINS, L.; NERY, J. G. Synthesis and characterization of chromium silicate catalyst and its application in the gas phase glycerol transformation into acetaldehyde. **Inorganic Chemistry Communications**, v. 112, p. 107710, 2020 (10633) - Fator de Impacto em 2019: 1,943.
28. ANDRADE, A. B.; BISPO, G. F. C.; MACEDO, Z. S.; VALERIO, M. E. G. Synthesis and characterization of luminescent Ln(3+) (Ln = Eu, Tb and Dy)-doped LiYF<sub>4</sub> microcrystals produced by a facile microwave-assisted hydrothermal method. **Journal of Luminescence**, v. 219, p. 116843, 2020 (10634) - Fator de Impacto em 2019: 3,280.
29. MEIRELLES, A. D. ; COSTA, A. L. R.; CUNHA, R. L. DA The stabilizing effect of cellulose crystals in O/W emulsions obtained by ultrasound process. **Food Research International**, v. 128, p. 108746, 2020 (10637) - Fator de Impacto em 2019: 4,972.
30. GALVÃO, E. S. ; ORLANDO, M. T. D.; SANTOS, J. M. ; LIMA, A. T. Uncommon chemical species in PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> and its potential use as industrial and vehicular markers for source apportionment studies. **Chemosphere**, v. 240, p. UNSP 124953, 2020 (10638) - Fator de Impacto em 2019: 5,778.
31. BORATTO, F. A. ; FRANCO, M. S. ; BARROS, A. L. B.; CASSALI, G. D. ; MALACHIAS, A.; FERREIRA, L. A. M. Alpha-tocopheryl succinate improves encapsulation, pH-sensitivity, antitumor activity and reduces toxicity of doxorubicin-loaded liposomes. **European Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 144, p. 105205, 2020 (10641) - Fator de Impacto em 2019: 3,616.
32. MACEDO, L. J. A. DE ; HASSAN, A.; SEDENHO, G. C.; CRESPILO, F. N. Assessing electron transfer reactions and catalysis in multicopper oxidases with operando X-ray absorption spectroscopy. **Nature Communications**, v. 11, n. 1, p. 316, 2020 (10644) - Fator de Impacto em 2019: 12,121.
33. JIMENEZ, M. M. J.; ANTUNES, V. G.; ZAGONEL, L. F.; FIGUEROA, C. A.; WISNIVESKY, D.; ALVAREZ, F. Effect of the period of the substrate oscillation in the dynamic glancing angle deposition technique: A columnar periodic nanostructure formation. **Surface & Coatings Technology**, v. 383, p. 125237, 2020 (10649) - Fator de Impacto em 2019: 3,784.
34. CAMPO, K. N.; FANTON, L.; MELLO, M. G. DE; MOON, S.-C.; DIPPENAAR, R. ; CARAM JR., R. Exploring the Ti-5553 phase transformations utilizing in-situ high-temperature laser-scanning confocal microscopy. **Materials Characterization**, v. 159, p. 110013, 2020 (10650) - Fator de Impacto em 2019: 3,562.
35. OLIVEIRA, G. C. M. DE; CARVALHO, J. H. DE S.; BRAZACA, L. C. ; VIEIRA, N. C. S.; JANEGITZ, B. C. Flexible platinum electrodes as electrochemical sensor and immunosensor for Parkinson's disease biomarkers. **Biosensors & Bioelectronics**, v. 152, p. 112016, 2020 (10651) - Fator de Impacto em 2019: 10,257.
36. LILGE, T. S.; STIGGER, A. R. DAS; FERNANDES, C. D. ; GULARTE, L. T.; RAUBACH, C. W.; CAVA, S. DA S.; JARDIM, P. L. G.; VALERIO, M. E. G.; MOREIRA, M. L. Increase of V-oc using

heterojunctions of BaTiO<sub>3</sub> without sensitization. **Ceramics International**, v. 46, n. 4, p. 4907-4913, 2020 (10652) - Fator de Impacto em 2019: 3,830.

37. LIMA, L. F. DE; DAIKUZONO, C. M.; MIYAZAKI, C. M.; PEREIRA, E. A.; FERREIRA, M. Layer-by-Layer nanostructured films of magnetite nanoparticles and polypyrrole towards synergistic effect on methylparaben electrochemical detection. **Applied Surface Science**, v. 505, p. 144278, 2020 (10653) - Fator de Impacto em 2019: 6,182.

38. SILVEIRA, W. S.; NASCIMENTO, P. A. M.; SILVA, A. J. S. DA; REZENDE, M. V. DOS S. Luminescent properties and energy transfer mechanism from Tb<sup>3+</sup> to Eu<sup>3+</sup> doped in Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub> phosphors. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 822, p. 153651, 2020 (10654) - Fator de Impacto em 2019: 4,650.

39. MUBIAYI, K. P.; GUILHERMITTI NETO, D. M.; MORAIS, A. DE; NOGUEIRA, H. P.; SANTOS, T. E. DE A.; MAZON, T.; MOLOTO, N.; MOLOTO, M. J.; FREITAS, J. N. DE Microwave assisted synthesis of CuInGaSe<sub>2</sub> quantum dots and spray deposition of their composites with graphene oxide derivatives. **Materials Chemistry and Physics**, v. 242, p. 122449, 2020 (10657) - Fator de Impacto em 2019: 3,408.

40. OESTREICHER, V.; HUCK-IRIART, C.; SOLER-ILLIA, G. J. A. A.; ANGELOMÉ, P. C.; JOBBÁGY, M. Mild Homogeneous Synthesis of Gold Nanoparticles through the Epoxide Route: Kinetics, Mechanisms, and Related One-Pot Composites. **Chemistry-A European Journal**, v. 26, n. 14, p. 3157-3165, 2020 (10658) - Fator de Impacto em 2019: 4,857.

41. SOUSA, H. T. DA S.; OLIVEIRA, S. A. DE A.; SOUZA, J. DOS S. DE Modulating the photocatalytic activity of Ag nanoparticles-titanate nanotubes heterojunctions through control of microwave-assisted synthesis conditions. **Journal of Photochemistry and Photobiology A-Chemistry**, v. 390, p. 112264, 2020 (10659) - Fator de Impacto em 2019: 3,306.

42. BONATTINI, V. H.; PAULA, L. A. L.; JESUS, N. A. M. DE; TAVARES, D. C.; NICOLELLA, H. D.; MAGALHÃES, L. G.; MOLINA, E. F. One-step formation of polyurea gel as a multifunctional approach for biological and environmental applications. **Polymer International**, v. 69, n. 5, p. 476-484, 2020 (10661) - Fator de Impacto em 2019: 2,574.

43. CALHEIROS, T. DE F.; FURTADO, L. M.; CARMONA-RIBEIRO, A. M.; ANDO, R. A.; PETRI, D. F. S. Physicochemical and antifungal properties of waterborne polymer nanoparticles synthesized with caffeine. **Colloid and Polymer Science**, v. 298, n. 4-5, p. 341-353, 2020 (10663) - Fator de Impacto em 2019: 1,536.

44. FIUZA, T. E. R.; ZANCHET, D. Supported AuCu Alloy Nanoparticles for the Preferential Oxidation of CO (CO-PROX). **ACS Applied Nano Materials**, v. 3, n. 1, p. 923-934, 2020 (10664) - Fator de Impacto em 2019: 0,000.

45. FREITAS NETO, D. B.; XAVIER, F. F. S.; MATSUBARA, E. Y.; PARMAR, R.; GUNNELLA, R.; ROSOLEN, J. M. The role of nanoparticle concentration and CNT coating in high-performance polymer-free micro/nanostructured carbon nanotube-nanoparticle composite electrode for Li intercalation. **Journal of Electroanalytical Chemistry**, v. 858, p. 113826, 2020 (10665) - Fator de Impacto em 2019: 3,807.

46. TEIXEIRA, M. M.; GOBATO, Y. G.; GRACIA, L.; SILVA, L. F. DA; AVANSI JR., W.; ASSIS, M. DE; OLIVEIRA, R. C. DE; PRANDO, G. A.; ANDRÉS, J.; LONGO, E. Towards a white-emitting phosphor Ca<sub>10</sub>V<sub>6</sub>O<sub>25</sub> based material. **Journal of Luminescence**, v.220, p. 116990, 2020 (10666) - Fator de Impacto em 2019: 3,280.

47. BARBOSA, L. A. P.; FERRAZ, A. C. DE O. Which evidence attests for soil aggregate rupture? A new criterion to determine aggregate tensile strength. **Soil & Tillage Research**, v. 197, p. 104530, 2020 (10667) - Fator de Impacto em 2019: 4,601.

48. POSSATO, L. G.; ACEVEDO, M. D.; PADRÓ, C. L.; BRIOIS, V.; PASSOS, A. R.; PULCINELLI, S. H.; SANTILLI, C. V.; MARTINS, L. Activation of Mo and V oxides supported on ZSM-5 zeolite catalysts followed by in situ XAS and XRD and their uses in oxydehydration of glycerol. **Molecular Catalysis**, v. 481, p. 110158, 2020 (10670) - Fator de Impacto em 2019: 3,687.

49. RODRÍGUEZ-GUTIÉRREZ, I. ; DJATOUBAI, E.; SU, J. ; VEGA-POOT, A.; RODRÍGUEZ-GATTORNO, G. ; SOUZA, F. L. DE; OSKAM, G. An intensity-modulated photocurrent spectroscopy study of the charge carrier dynamics of WO<sub>3</sub>/BiVO<sub>4</sub> heterojunction systems. **Solar Energy Materials and Solar Cells**, v. 2018, p. 110378, 2020 (10672) - Fator de Impacto em 2019: 6,984.
50. SILVA, L. B. S.; SERQUIS, A.; HELLSTROM, E. E. ; RODRIGUES JR., D. Artificial pinning centers in MgB<sub>2</sub> superconducting bulks. **Superconductor Science & Technology**, v. 33, n. 4, p. 045013, 2020 (10674) - Fator de Impacto em 2019: 3,067.
51. HERNANDEZ, M. E. G.; ANTOLINI, E.; PEREZ, J. CO tolerance and stability of PtRu and PtRuMo electrocatalysts supported on N-doped graphene nanoplatelets for polymer electrolyte membrane fuel cells. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 45, n. 8, p. 5276-5284, 2020 (10675) - Fator de Impacto em 2019: 4,939.
52. MUCHE, D. N. F. ; CARMINATI, S. A.; NOGUEIRA, A. F.; SOUZA, F. L. DE Engineering interfacial modification on nanocrystalline hematite photoanodes: A close look into the efficiency parameters. **Solar Energy Materials and Solar Cells**, v. 208, p. 110377, 2020 (10679) - Fator de Impacto em 2019: 6,984.
53. LUCAS, T. T. A. ; MELO JR., M. A. DE; FREITAS, A. L. M. DE ; SOUZA, F. L. DE; GONÇALVES, R. V. Enhancing the solar water splitting activity of TiO<sub>2</sub> nanotube-array photoanode by surface coating with La-doped SrTiO<sub>3</sub>. **Solar Energy Materials and Solar Cells**, v. 208, p. 110428, 2020 (10680) - Fator de Impacto em 2019: 6,984.
54. CARR, O. ; RAYMUNDO- PEREIRA, P. A.; SHIMIZU, F. M.; SORROCHE, B. P. ; MELENDEZ, M. E.; PEDRO, R. DE O. ; MIRANDA, P. B.; CARVALHO, A. L.; REIS, R. M. ; ARANTES, L. M. R. B. ; OLIVEIRA JR., O. N. DE Genosensor made with a self-assembled monolayer matrix to detect MGMT gene methylation in head and neck cancer cell lines. **Talanta**, v. 210, p. 120609, 2020 (10682) - Fator de Impacto em 2019: 5,339.
55. SILVA, C. B. DA ; SILVA FILHO, J. G.; PINHEIRO, G. DE S. ; TEIXEIRA, A. M. R. ; SOUSA, F. F. DE; FREIRE, P. DE T. C. High-pressure studies on L,L-dileucine crystals by Raman spectroscopy and synchrotron X-ray diffraction combined with DFT calculations. **Spectrochimica Acta Part A-Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v. 229, p. 117899, 2020 (10684) - Fator de Impacto em 2019: 3,232.
56. CARDOSO, F. F. ; GOMES, A. A. S. ; FONTES, M. R. DE M.; DREYER, T. R.; CAVALCANTE, W. L. G.; DAL PAI, M.; GALLACCI, M. Neutralization of a bothropic PLA(2)-like protein by caftaric acid, a novel potent inhibitor of ophidian myotoxicity. **Biochimie**, v. 170, p. 163-172, 2020 (10686) - Fator de Impacto em 2019: 3,413.
57. FONSECA, R. O. DE ; RABELO NETO, R. C.; SIMÕES, R. DE C. C. ; MATTOS, L. V.; NORONHA, F. B. Pt supported on doped CeO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> as catalyst for dry reforming of methane. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 45, n. 8, p. 5182-5191, 2020 (10689) - Fator de Impacto em 2019: 4,939.
58. BARBOSA, J. R. ; LEON, M. N. ; FERNANDES, C. M. ; ANTONIASSI, R. M.; ALVES, O. C.; PONZIO, E. A.; SILVA, J.C.M. PtSnO<sub>2</sub>/C and Pt/C with preferential (100) orientation: High active electrocatalysts for ammonia electro-oxidation reaction. **Applied Catalysis B-Environmental**, v. 264, p. 118458, 2020 (10690) - Fator de Impacto em 2019: 16,683.
59. GIROTO, A. S. ; GARCIA, R. H. S. ; COLNAGO, L. A.; KLAMCZYNSKI, A. ; GLENN, G. ; RIBEIRO, C. Role of urea and melamine as synergic co-plasticizers for starch composites for fertilizer application. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. p. 143-150, 2020 (10691) - Fator de Impacto em 2019: 5,162.
60. CARDOSO, A. R. ; ROMERO, G. R.; OSÉS, G. L.; NOGUEIRA, A. C. R. Taphonomy of lacustrine fish fossils of the Parnaíba Basin, northeastern Brazil: Spatial and causative relations of Konservat Lagerstätten in West Gondwana during Jurassic-Cretaceous. **Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology**, v. 542, p. 109602, 2020 (10692) - Fator de Impacto em 2019: 2,833.

61. BOM, N. M.; USUDA, E. O.; GIGLIOTTI, M. DA S. ; AGUIAR, D. J. M. DE ; IMAMURA, W.; PAIXÃO, L. S. ; CARVALHO, A. M. G. Waste Tire Rubber-based Refrigerants for Solid-state Cooling Devices. **Chinese Journal of Polymer Science**, v. 38, n. 7, p. 769-775, 2020 (10693) - Fator de Impacto em 2019: 3,154.
62. NOGUEIRA, A. E.; SILVA, G. T. S. T.; OLIVEIRA, J. A. DE; TORRES, J. A.; SILVA, M. G. S. DA ; CARMO, M. ; RIBEIRO, C. Unveiling CuO role in CO<sub>2</sub> photoreduction process - Catalyst or reactant?. **Catalysis Communications**, v.136, p. 105929, 2020 (10694) - Fator de Impacto em 2019: 3,612.
63. CANEDA, C. M. ; FOGAGNOLO, J. B.; KIMINAMI, C. S.; AFONSO, C. R. M. Ultrafine eutectic coatings from Fe-Nb-B powder using laser cladding. **Materials Characterization**, v. 160, p. 110080, 2020 (10695) - Fator de Impacto em 2019: 3,562.
64. SOUZA, J. G. S. ; BERTOLINI, M. ; COSTA, R. C. ; CORDEIRO, J. M. ; NAGAY, B. E. ; ALMEIDA, A. B. DE; RETAMAL-VALDES, B. S.; NOCITI JR., F. H.; FERES, M.; RANGEL, E. C.; BARÃO, V. A. R. Targeting Pathogenic Biofilms: Newly Developed Superhydrophobic Coating Favors a Host-Compatible Microbial Profile on the Titanium Surface. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v. 12, n. 9, p. 10118-10129, 2020 (10696) - Fator de Impacto em 2019: 8,758.
65. MUÑOZ-BATISTA, M. J. ; ANDRINI, L. R.; REQUEJO, F. G.; GÓMEZ-CEREZO, M. N. ; FERNÁNDEZ-GARCÍA, M.; KUBACKA, A. Sunlight active g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-based Mn<sup>+</sup> (M=Cu, Ni, Zn, Mn) - promoted catalysts: Sharing of nitrogen atoms as a door for optimizing photo-activity. **Molecular Catalysis**, v. 484, p. 110725, 2020 (10697) - Fator de Impacto em 2019: 3,687.
66. CLAUDINO, C. H.; KUZNETSOVA, M. ; RODRIGUES, B. S.; CHEN, C. ; WANG, Z. ; SARDELA, M. ; SOUZA, J. DOS S. DE Facile one-pot microwave-assisted synthesis of tungsten-doped BiVO<sub>4</sub>/WO<sub>3</sub> heterojunctions with enhanced photocatalytic activity. **Materials Research Bulletin**, v. 125, p. 110783, 2020 (10699) - Fator de Impacto em 2019: 4,019.
67. LIMA, L. F. DE; PEREIRA, E. A. ; FERREIRA, M. Electrochemical sensor for propylparaben using hybrid Layer-by-Layer films composed of gold nanoparticles, poly(ethylene imine) and nickel(II) phthalocyanine tetrasulfonate. **Sensors and Actuators B-Chemical**, v. 310, p. 127893, 2020 (10700) - Fator de Impacto em 2019: 7,100.
68. PAREDES MELLONE, O. A. ; KOSKELO, J. ; CEPPI, S.A.; STUTZ, G. E. Dynamic Structure Factor and Dielectric Function of Valence Electrons in Lithium Hydride: An Inelastic X-Ray Scattering Study at Finite Momentum Transfer. **Physica Status Solidi B-Basic Solid State Physics**, p. 1900780, 2020 (10701) - Fator de Impacto em 2019: 1,481.
69. FERREIRA, R. C. H.; MOREIRA, M. H. M. ; RIUL JR., A.; OLIVEIRA JR., O. N. DE; RODRIGUES, V.; HILLENKAMP, M. Monitoring the dispersion and agglomeration of silver nanoparticles in polymer thin films using localized surface plasmons and Ferrell plasmons. **Applied Physics Letters**, v. 116, n. 10, p. 103105, 2020 (10705) - Fator de Impacto em 2019: 3,597.
70. PASTORELLO, M.; SIGOLI, F. A.; SANTOS, D. P. DOS ; MAZALI, I. O. On the use of Au@Ag core-shell nanorods for SERS detection of Thiram diluted solutions. **Spectrochimica Acta Part A-Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v. 231, p. 118113, 2020 (10706) - Fator de Impacto em 2019: 3,232.
71. COSTA, J. A. S.; SARMENTO, V. H. V.; ROMÃO, L. P. C.; PARANHOS, C. M. Removal of polycyclic aromatic hydrocarbons from aqueous media with polysulfone/MCM-41 mixed matrix membranes. **Journal of Membrane Science**, v. 601, p. 117912, 2020 (10707) - Fator de Impacto em 2019: 7,183.
72. RIBEIRO, M. C.; GNANAMANI, M. K.; GARCIA, R. ; JACOBS, G.; RABELO NETO, R. C.; NORONHA, F. B.; GOMES, I. F. ; DAVIS, B. H. Tailoring the product selectivity of Co/SiO<sub>2</sub> Fischer-Tropsch synthesis catalysts by lanthanide doping. **Catalysis Today**, v. 343, p. 80-90, 2020 (10708) - Fator de Impacto em 2019: 5,825.

73. CHAVES, T. F.; POSSATO, L. G.; SANTILLI, C. V.; PÉREZ-PARIENTE, J. A new synthetic smectite-like vanadosilicate containing V<sup>3+</sup> in the framework. **Applied Clay Science**, v. 186, p. 105452, 2020 (10713) - Fator de Impacto em 2019: 4,605.
74. MARINHO, A. L. A.; RABELO NETO, R. C.; EPRON, F.; BION, N.; TONIOLO, F. S. ; NORONHA, F. B. Embedded Ni nanoparticles in CeZrO<sub>2</sub> as stable catalyst for dry reforming of methane. **APPLIED CATALYSIS A-GENERAL**, v. 268, p. 118387, 2020 (10715) - Fator de Impacto em 2019: 5,006.
75. VALDEBENITO, C. ; PINTO, J.; NAZARKOVSKY, M. ; CHACÓN, G.; MARTÍNEZ-FERRATÉ, O.; WRIGHTON- ARANEDA, K. ; CORTÉS-ARRIAGA, D. ; CAMARADA, M. B. ; FERNANDES, J. A.; ABARCA, G. Highly modulated supported triazolium-based ionic liquids: direct control of the electronic environment on Cu nanoparticles. **Nanoscale Advances**, v. 2, n. 3, p. 1325-1332, 2020 (10717) - Fator de Impacto em 2019: 0,000.
76. CONCEIÇÃO, A. L. C.; PERLICH, P.; HAAS, S. ; FUNARI, S. S. SAXS-CT: a nanostructure resolving microscopy for macroscopic biologic specimens. **Biomedical Physics & Engineering Express**, v. 6, n. 3, p. 035012, 2020 (10720) - Fator de Impacto em 2019: 0,000.
77. SOUZA, F. DE M. ; NANDENHA, J. ; OLIVEIRA, V. H. A. ; PAZ, E. C. DA ; PINHEIRO, V. S. ; AVEIRO, L. R.; PARREIRA, L. S.; SILVA, J.C.M.; BATISTA, B. L.; NETO, A. O.; SANTOS, M.C. DOS The effect of support on Pd<sub>1</sub>Nb<sub>1</sub> electrocatalysts for ethanol fuel cells. **Renewable Energy**, v. 150, p. 293-306, 2020 (10722) - Fator de Impacto em 2019: 6,274.
78. HARB, S. V.; TRENTIN, A.; UVIDA, M. C.; MAGNANI, M.; PULCINELLI, S. H.; SANTILLI, C. V.; HAMMER, P. A comparative study on PMMA-TiO<sub>2</sub> and PMMA-ZrO<sub>2</sub> protective coatings. **Progress in Organic Coatings**, v. 14, p. 105477, 2020 (10728) - Fator de Impacto em 2019: 4,469.
79. BATHOMARCO, C. G. ; FRANKE, K. N. ; PEREIRA, A. P. Aspects of the interaction between Au and Fe in supported catalysts applied to the preferential CO oxidation. **Catalysis Today**, v. 344, p. 176-189, 2020 (10729) - Fator de Impacto em 2019: 5,825.
80. SILVA, A. DOS S. DA ; LIVOTTO, P. R.; SANTOS, J. H. Z. DOS Hybrid silica as cues for understanding the role of water in dry zeolite synthesis. **Applied Surface Science**, v. 508, p. 145305, 2020 (10730) - Fator de Impacto em 2019: 6,182.
81. AUGUSTO, B. L. ; RIBEIRO, M. C.; AIRES, F. J. C. S. ; SILVA, V. T. DA; NORONHA, F. B. Hydrogen production by the steam reforming of ethanol over cobalt catalysts supported on different carbon nanostructures. **Catalysis Today**, v. 344, p. 66-74, 2020 (10731) - Fator de Impacto em 2019: 5,825.
82. MILAGRE, L. E.; ALMEIDA, V. F. DE ; VIEIRA, S. S.; SANTOS, T. A. R.; CASTRO, M. C. M. DE ; ARAUJO, M. A.; TEIXEIRA, A. P. C. Nitrogen-doped carbonaceous materials obtained by CVD process from mesoporous silica for sulfides oxidation. **Catalysis Today**, v.344, p. 32-40, 2020 (10733) - Fator de Impacto em 2019: 5,825.
83. ARCINIEGAS VACA, M. L. ; PASQUEVICH, G. A.; MYKHAYLYK, O.; MELE, N. G. ; GOYA, R. G.; SÁNCHEZ, F. H. Physics of in vitro magnetofection. Effect of magnetic transport and redistribution of nanoparticles. **Journal of Magnetism and Magnetic Materials**, v. 503, p. 166606, 2020 (10736) - Fator de Impacto em 2019: 2,717.
84. BRAGA, A. H.; COSTA, N. J. DA S.; PHILIPPOT, K.; GONÇALVES, R. V.; SZANYI, J.; ROSSI, L. M. Structure and activity of supported bimetallic NiPd nanoparticles: influence of preparation method on CO<sub>2</sub> reduction. **ChemCatChem**, v. 12, n. 11, p. 2967-2976, 2020 (10737) - Fator de Impacto em 2019: 4,853.
85. CAMPOS, A. F. P. DE; FERREIRA, A. R. O.; SILVA, L. L.; MODESTO NETO, P. P. ; CARDOSO, D. Synthesis and properties of hybrid silicas containing alkylammonium surfactants. **Catalysis Today**, v. 344, p. 41-51, 2020 (10739) - Fator de Impacto em 2019: 5,825.
86. TORRENTO, J. E. ; GRANDINI, C. R.; SOUSA, T. DOS S. P.; ROCHA, L. A. ; GONÇALVES, T. M.; SOTTOVIA, L. ; RANGEL, E. C.; CRUZ, N. C. DA; CORREA, D. R. N. Bulk and surface design of

MAO-treated Ti-15Zr-15Mo-Ag alloys for potential use as biofunctional implants. **Materials Letters**, v. 269, p. 127661, 2020 (10742) - Fator de Impacto em 2019: 3,204.

87. PATTA, A. C. M. F. ; MATHEWS, P. D.; MADRID, R. R. ; RIGONI, V. L. S. ; SILVA, E. R. DA; MERTINS, O. Polyionic complexes of chitosan-N-arginine with alginate as pH responsive and mucoadhesive particles for oral drug delivery applications. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 148, p. 550-564, 2020 (10745) - Fator de Impacto em 2019: 5,162.

88. VIEIRA, L. H. S.; SABINO, C. M. S. ; SOARES JR., H. S. ; ROCHA, J. S. ; CASTRO, M. O. ; ALENCAR, R. S.; COSTA, L. S. DA; VIANA, B.C.; PAULA, A. J. DE; SOARES, J. M.; SOUZA FILHO, A. G.; OTUBO, L.; FECHINE, P. B. A.; GHOSH, A.; FERREIRA, O.P. Strategic design of magnetic carbonaceous nanocomposites and its application as multifunctional adsorbent. **Carbon**, v. 161, p. 758-771, 2020 (10747) - Fator de Impacto em 2019: 8,821.

89. RESENDE, K. A.; NORONHA, F. B.; HORI, C. E. Hydrodeoxygenation of phenol over metal supported niobia catalysts. **Renewable Energy**, v. 149, p. 198-207, 2020 (10750) - Fator de Impacto em 2019: 6,274.

90. MOREIRA, A. F. L.; PAULA, F. L. O.; CAMPOS, A. F. C.; DEPEYROT, J. Local structure investigation of cobalt ferrite-based nanoparticles by synchrotron X-ray diffraction and absorption spectroscopy. **Journal of Solid State Chemistry**, v. 268, p. 121269, 2020 (10751) - Fator de Impacto em 2019: 2,726.

91. VEIGA, L. S. I.; MARDEGAN, J. R. L.; ZIMMERMANN, M. V. ; MAIMONE, D. T. ; CARNEIRO, F. B. ; FONTES, M. B. ; STREMPFER, J. ; GRANADO, E.; PAGLIUSO, P. G.; BITTAR, E. M. Possible quantum fluctuations in the vicinity of the quantum critical point of  $(\text{Sr}, \text{Ca})_3\text{Ir}_4\text{Sn}_{13}$  revealed by high-energy x-ray diffraction. **Physical Review B**, v. 101, n. 10, p. 104511, 2020 (10753) - Fator de Impacto em 2019: 3,575.

92. RAMOS, E. ; CARDONA-RODRÍGUEZ, A. ; CARRANZA-CELIS, D. ; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, R. ; MURACA, D.; RAMÍREZ, J. G. Strain-controlled ferromagnetism in BiFeO<sub>3</sub> nanoparticles. **Journal of Physics-Condensed Matter**, v. 32, n. 18, p. 185703, 2020 (10755) - Fator de Impacto em 2019: 2,707.

93. LOURENÇO, T. C. DA; AGUIAR, R. B. DE; YAMADA, R. Y. ; MORAES, J. Z. DE ; HAMLEY, I. W.; ALVES, W. A.; REZA, M.; RUOKOLAINEN, J.; SILVA, E. R. DA Amphipathic design dictates self-assembly, cytotoxicity and cell uptake of arginine-rich surfactant-like peptides. **Journal of Materials Chemistry B**, v. 8, n. 12, p. 2495-2507, 2020 (10762) - Fator de Impacto em 2019: 5,344.

94. SILVA, B. P. G. ; TOSCO, B. ; FLORIO, D. Z. DE; STEPANENKO, V. ; WÜRTHNER, F. ; REY, J. F. Q.; BROCHSZTAIN, S. Efficient Electronic Coupling in Perylene-dimide Multilayered Films on Indium Tin Oxide. **Journal of Physical Chemistry C**, v. 124, n. 10, p. 5541-5551, 2020 (10764) - Fator de Impacto em 2019: 4,189.

95. TOFANELLO, A.; FREITAS, A. L. M. DE ; CARVALHO JÚNIOR, W. M. DE; SALMINEN, T. ; NIEMI, T. ; SOUZA, F. L. DE Hematite Surface Modification toward Efficient Sunlight-Driven Water Splitting Activity: The Role of Gold Nanoparticle Addition. **Journal of Physical Chemistry C**, v. 124, n. 11, p. 6171-6179, 2020 (10767) - Fator de Impacto em 2019: 4,189.

96. ZITO, C. DE A.; PERFECTO, T. M.; DIPPEL, A.- C.; VOLANTI, D. P.; KOZIEJ, D. Low-Temperature Carbon Dioxide Gas Sensor Based on Yolk-Shell Ceria Nanospheres. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v. 12, n. 15, p. 17757-17763, 2020 (10768) - Fator de Impacto em 2019: 8,758.

97. OLZON-DIONYSIO, D. ; FABRIS, J. D.; MARTINS, M. D.; TAVARES, M. A. B.; ARDISSON, J. D. Magnetic and Fe-57 hyperfine structural features of nitrated austenitic stainless steel. **Surface & Coatings Technology**, v. 388, p. 125544, 2020 (10769) - Fator de Impacto em 2019: 3,784.

98. KURODA, P. A. B.; QUADROS, F. DE F. ; AFONSO, C. R. M.; GRANDINI, C. R. The Effect of Solution Heat Treatment Temperature on Phase Transformations, Microstructure and

- Properties of Ti-25Ta-xZr Alloys Used as a Biomaterial. **Journal of Materials Engineering and Performance**, v. 29, n. 4, p. 2410-2417, 2020 (10773) - Fator de Impacto em 2019: 1,652.
99. PEREIRA, C. I.; ONOFRE, Y. I.; MAGON, C. J.; RODRIGUES, A. D.; GODOY, M. P. F. DE The interplay between Mn valence and the optical response of ZnMnO thin films. **Applied Physics A-Materials Science & Processing**, v. 126, n. 5, p. 337, 2020 (10774) - Fator de Impacto em 2019: 1,810.
100. LONGHI, M. A.; RODRÍGUEZ, E. D.; WALKLEY, B.; ZHANG, Z.; KIRCHHEIM, A. P. Metakaolin-based geopolymers: Relation between formulation, physicochemical properties and efflorescence formation. **Composites Part B-Engineering**, v. 182, p. 107671, 2020 (10786) - Fator de Impacto em 2019: 7,635.
101. MOURA, L. S.; VITÓRIA, G. D.; GABRIEL, A. H. G.; FONSECA, E. B. DA; GABRIEL, L. P.; WEBSTER, T. J.; LOPES, E. S. N. A highly accurate methodology for the prediction and correlation of mechanical properties based on the slimmness ratio of additively manufactured tensile test specimens. **Journal of Materials Science**, v. 29, n. 4, p. 2410-2417, 2020 (10787) - Fator de Impacto em 2019: 3,553.
102. CAMPOS NETO, N. D. DE; ROCHA, R. F. DE C. L.; PEREIRA, F. S.; SOARES, C.; SANTA MARIA, F. H.; OLIVEIRA, M. F. DE Effective Method to Enhance the Glass-Forming Ability of Vitreloy 105 Containing High Oxygen Concentrations. **Metallurgical and Materials Transactions A-Physical Metallurgy and Materials Science**, v. 51, n. 7, p. 3518-3525, 2020 (10792) - Fator de Impacto em 2019: 2,050.
103. LÓPEZ-CABALLERO, P.; RAMALLO-LÓPEZ, J. M.; GIOVANETTI, L. J.; BUCETA, D.; MIRET-ARTÉS, S.; LÓPEZ-QUINTELA, M. A.; REQUEJO, F. G.; CASTELLS, M. P. L. Exploring the properties of Ag-5-TiO<sub>2</sub> interfaces: stable surface polaron formation, UV-Vis optical response, and CO<sub>2</sub> photoactivation. **Journal of Materials Chemistry A**, v.8, n. 14, p. 6842-6853, 2020 (10793) - Fator de Impacto em 2019: 11,301.
104. SOUZA, J. DOS S. DE; ALVES, W. A. Influence of Preparation Methodology on the Photocatalytic Activity of Nitrogen Doped Titanate and TiO<sub>2</sub> Nanotubes. **Journal of Nanoscience and Nanotechnology**, v. 20, n. 9, p. 5390-5401, 2020 (10794) - Fator de Impacto em 2019: 1,134.
105. TEIXEIRA, C. A.; SILVA, R. V. DA; PEREIRA, L. T.; OLIVEIRA, M. F. DE Oxygen effect on bending behavior of a zirconium based bulk metallic glass. **Journal of Non-Crystalline Solids**, v. 535, p. 119966, 2010 (10797) - Fator de Impacto em 2019: 2,929.
106. CALDERON, Y. N. C.; CORRER, W. R.; MASTELARO, V. R. The effect of morphology on the ozone-gas sensing properties of zinc oxide sputtered films. **Thin Solid Films**, v. 703, p. 137975, 2020 (10800) - Fator de Impacto em 2019: 2,030.
107. MARCILLI, R. H. M.; PETZOLD, C. L.; FELISBERTI, M. I. Triblock Copolymers Based on Sucrose Methacrylate and Methyl Methacrylate: RAFT Polymerization and Self-Assembly. **Macromolecular Chemistry and Physics**, p. 1900561, 2020 (10801) - Fator de Impacto em 2019: 2,335.
108. FARES, H.; CASTRO, T.; FRANCO, D. F.; FUCIKOVA, A.; SILVA, R. R. DA; VALENTA, J.; RIBEIRO, S. J. L.; NALIN, M. Tuning multicolor emission in AgNCs/Tm<sup>3+</sup>/Mn<sup>2+</sup>-doped fluorophosphate glasses. **Journal of Non-Crystalline Solids**, v. 535, p. 119968, 2020 (10802) - Fator de Impacto em 2019: 2,929.
109. DINI, C.; NAGAY, B. E.; CORDEIRO, J. M.; CRUZ, N. C. DA; RANGEL, E. C.; RICOMINI FILHO, A. P.; AVILA, E. D. DE; BARÃO, V. A. R. UV-photofunctionalization of a biomimetic coating for dental implants application. **Materials Science & Engineering C-Materials for Biological Applications**, v. 110, p. 110657, 2020 (10803) - Fator de Impacto em 2019: 5,880.
110. SCANAVACHI, G.; ESPINOSA, Y. R.; YONEDA, J. S.; RIAL, R.; RUSO, J. N.; ITRI, R. Aggregation features of partially unfolded bovine serum albumin modulated by hydrogenated and fluorinated surfactants: Molecular dynamics insights and experimental approaches. **Journal**

of **Colloid and Interface Science**, v. 572, p. 9-21, 2020 (10805) - Fator de Impacto em 2019: 7,489.

111. BERNARDES, N. E. ; FUKUDA, C. A. ; SILVA, T. D. DA ; OLIVEIRA, H. C. DE ; BARROS, A.C. DE; DREYER, T. R.; BERTOLINI, M. C.; FONTES, M. R. DE M. Comparative study of the interactions between fungal transcription factor nuclear localization sequences with mammalian and fungal importin $\alpha$ . **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, 2020 (10806) - Fator de Impacto em 2019: 3,998.

112. SANTOS, J. C. A. DOS; SILVA, E. P. ; SAMPAIO, D. V.; SILVA, D. C. ; SOUZA, N. R. S.; KUCERA, C.; BALLATO, J.; SILVA, R. S. DA Effect of the Ce<sup>3+</sup> concentration on laser-sintered YAG ceramics for white LEDs applications. **Journal of the European Ceramic Society**, v. 40, n. 10, p. 3673-3678, 2020 (10808) - Fator de Impacto em 2019: 4,495.

113. MIKHRALIEVA, A. ; ZAITSEV, V. ; XING, Y. T.; COELHO-JU'NIOR, H. ; SOMMER, R. L. Excitation-Independent Blue-Emitting Carbon Dots from Mesoporous Aminosilica Nanoreactor for Bioanalytical Application. **ACS Applied Nano Materials**, v. 3, n. 4, p. 3652-3664, 2020 (10809) - Fator de Impacto em 2019: 0,000.

114. ARAUJO, G. R. S. DE ; PORFÍRIO, L. DE O. ; SILVA, L. A. S.; SANTANA, D. G. ; BARBOSA, P. F.; SANTOS, C. P. DOS ; NARAIN, N.; SARMENTO, V. H. V.; NUNES, R. S.; TING, E. ; LIRA, A. A. M. In situ microemulsion-gel obtained from bioadhesive hydroxypropyl methylcellulose films for transdermal administration of zidovudine. **Colloids and Surfaces B-Biointerfaces**, v. 188, p. 110739, 2020 (10810) - Fator de Impacto em 2019: 4,389.

115. MARIANO, M.; BERNARDINELLI, O. D.; OLIVEIRA, R. P. DE ; FERREIRA, G. A.; LOH, W. Inclusion Complexation between  $\alpha$ -Cyclodextrin and Oligo(ethylene glycol) Methyl Ether Methacrylate. **ACS Omega**, v. 5, n. 16, p. 9517-9528, 2020 (10811) - Fator de Impacto em 2019: 2,870.

116. 116 QUEIROZ, T. B. DE; CABRERA-BAEZ, M. ; MENEGASSO, P. ; MARTINEZ, E. D.; GARCIA-FLORES, A. F.; RETTORI, C.; URBANO, R. R. Probing Surface Effects on  $\alpha$ -NaYF<sub>4</sub> Nanoparticles by Nuclear Magnetic Resonance. **Journal of Physical Chemistry C**, v. 124, n. 17, p. 523-9535, 2020 (10816) - Fator de Impacto em 2019: 4,189.

117. BONATO, L. G.; MORAL, R. F. ; NAGAMINE, G.; ALO, A.; GERMINO, J. C. ; SILVA, D. S. DA; ALMEIDA, D. B.; ZAGONEL, L. F.; GALEMBECK, F.; PADILHA, L. A.; NOGUEIRA, A. F. Revealing the Role of Tin(IV) Halides in the Anisotropic Growth of CsPbX<sub>3</sub> Perovskite Nanoplates. **Angewandte Chemie-International Edition**, v. 59, n. 28, p. 11501-11509, 2020 (10817) - Fator de Impacto em 2019: 12,959.

118. NUNES, W. G. ; PIRES, B. M. ; OLIVEIRA, F. E. R.; MARQUE, A. M. P. DE ; CREMASCO, L. F. ; VICENTINI, R. ; DOUBEK, G. ; SILVA, L. M. DA ; ZANIN, H. G. Study of the aging process of nanostructured porous carbon-based electrodes in electrochemical capacitors filled with aqueous or organic electrolytes. **Journal of Energy Storage**, v. 28, p. 101249, 2020 (10819) - Fator de Impacto em 2019: 3,762.

119. SANTOS, D. B. L. DOS; NORONHA, F. B.; HORI, C. E. Bi-reforming of methane for hydrogen production using LaNiO<sub>3</sub>/CexZr<sub>1-x</sub>O<sub>2</sub> as precursor material. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 47, n. 25, p. 13947-13959, 2020 (10821) - Fator de Impacto em 2019: 4,939.

120. ANZORENA, R. S. ; TOSCANI, L. M.; LARRONDO, S. A. Ce<sub>0.9</sub>Zr<sub>0.1</sub>O<sub>2</sub> Mixed Oxide Prepared by the Citrate Route: Impact of Synthesis Conditions on Physicochemical and Redox Properties. **European Journal of Inorganic Chemistry**, v. 2020, n. 20, p. 2014-2021, 2020 (10822) - Fator de Impacto em 2019: 2,529.

121. FUKS-JANCZAREK, I.; MIEDZINSKI, R.; KASSAB, L. R. P.; BORDON, C. D. DA S. Effect of annealing time on the linear and nonlinear optical properties of PbOGeO<sub>2</sub>Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> glasses doped with Er<sup>3+</sup> and Yb<sup>3+</sup>, Au<sup>3+</sup> ions. **Optical Materials**, v. 102, p. UNSP 109794, 2020 (10827) - Fator de Impacto em 2019: 2,779.

122. DOURADO, T. DE A.; GEMEINER, H. ; GOMES, A. C. F. ; ALMEIDA, E. DE; SILVA, A. C. DA ; VALADÃO, N. ; MENEGÁRIO, A.A.; GOVONE, J. S. ; GASTMANS, D. Elemental Composition of

Particulate Matter in the Southeastern Brazilian Ceramic Pole by Synchrotron Radiation X-ray Fluorescence Technique (SR-XRF). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 31,n. 6, p. 1203-1215, 2020 (10828) - Fator de Impacto em 2019: 1,399.

123. QUEIROZ, C. A. DE ; MATOS, K. DA S. ; LOBO, I. K. C. ; SOUSA, S. B. DE ; MUNIZ, C. R. ; YAMAGISHI, M. E. B. ; ZOLOCO, G. J. ; HANADA, R. E. ; GASPAROTTO, L. ; SOUSA, N. R. ; ANDRADE, E. V.; CORDEIRO, I. B.; MELO, A. A. M. ; SILVA, G. F. DA Morpho-Anatomical and Molecular Characterization of the Oversprouting Symptoms Caused by *Fusarium decemcellulare* in Guarana Plants (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*). **Tropical Plant Biology**, v. 13, p. 274–286, 2020 (10832) - Fator de Impacto em 2019: 1,563.

124. HERNANDEZ, H. L. H. ; SANTOS, I. J. B.; OLIVEIRA, E. B. DE; TEÓFILO, R. F.; COIMBRA, J. S. DOS R.; SOARES, N. DE F. F. Nanostructured conjugates from tara gum and alpha-lactalbumin. Part 1. Structural characterization. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 153, p. 995-1004, 2020 (10834) - Fator de Impacto em 2019: 5,162.

125. AMARAL, M. J. DO ; ARAUJO, T. S.; DIAZ, N. C. ; ACCORNERO, F.; POLYCARPO, C. R. ; CORDEIRO, Y.; CABRAL, K. M. S.; ALMEIDA, M. S. DA Phase Separation and Disorder-to-Order Transition of Human Brain Expressed X-Linked 3 (hBEX3) in the Presence of Small Fragments of tRNA. **Journal of Molecular Biology**, v. 432, n. 7, p. 2319-2348, 2020 (10836) - Fator de Impacto em 2019: 4,760.

126. JESUS, A. C. B. DE ; JESUS, J. R.; LIMA, R. J. S.; MOURA, K. O.; ALMEIDA, J. M. DE A.; DUQUE, J. G. S.; MENESES, C. T. DE Synthesis and magnetic interaction on concentrated Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles obtained by the co-precipitation and hydrothermal chemical methods. **Ceramics International**, v. 46, n. 8, p. 11149-11153, 2020 (10838) - Fator de Impacto em 2019: 3,830.

127. SILVA, R. C. F; ARDISSON, J. D.; COTTA, A. A. C.; ARAUJO, M. A.; TEIXEIRA, A. P. DE C. Use of iron mining tailings from dams for carbon nanotubes synthesis in fluidized bed for 17 alpha-ethinylestradiol removal. **Environmental Pollution**, v. 260, p. 114099, 2020 (10839) - Fator de Impacto em 2019: 6,792.

128. ALVES, J. R. DA C.; LIMA, M. S. F. DE ; BERTAZZOLI, R. Corrosion Susceptibility and Functionally Graded Properties of Ti-35Nb-4Sn Alloy Processed by Laser Remelting. **Materials Research-Ibero-american Journal of Materials**, v. 23, n. 1, p. e20190399, 2020 (10847) - Fator de Impacto em 2019: 1,468.

129. GUNNEWIEK, R. F. K. ; PERDOMO, C. P. F. ; CANCELLIERI, I. C. ; CARDOSO, A. L. F; KIMINAMI, R. H. G. A. Microwave sintering of a nanostructured low-level additive ZnO-based varistor. **Ceramics International**, v. 46, n. 10, p. 15044-15053, 2020 (10848) - Fator de Impacto em 2019: 3,830.

130. SOUSA, A. A.; KNITTEL, L. L.; ZHAO, H.; MIRANDA, A. DE; NGUYEN, A. ; SCHUCK, P. Ultrasmall Gold Nanoparticles Coated with Zwitterionic Glutathione Monoethyl Ester: A Model Platform for the Incorporation of Functional Peptides. **Journal of Physical Chemistry B**, v. 124, n. 19, p. 3892-3902 (10853) - Fator de Impacto em 2019: 2,857.

131. CARNEIRO, F. B. ; VEIGA, L. S. I.; MARDEGAN, J. R. L.; KHAN, R. ; MACCHIUTTI, C. ; LÓPEZ, A. ; BITTAR, E. M. Unveiling charge density wave quantum phase transitions by x-ray diffraction. **Physical Review B**, v. 101, n.19, p. 195135, 2020 (10854) - Fator de Impacto em 2019: 3,575.

132. MORAIS, E. C.; SCHROEDER, H. T. ; SOUZA, C. S.; RODRIGUES, S. R.; RODRIGUES, M. I. L. ; BITTENCOURT JR., P. I. DE ; SANTOS, J. H. Z. DOS Comparative study on the influence of the content and functionalization of alginate matrices on K-562 cell viability and differentiation. **Journal of Materials Research**, v.35, n.10, p. 1249-1261, 2020 (10861) - Fator de Impacto em 2019: 2,502.

133. VAZQUEZ-SAMPERIO, J. ; ACEVEDO-PEÑA, P. ; GONZÁLEZ, M. M. ; OLIVER-TOLENTINO, M. ; PADILLA-MARTÍNEZ, I. ; GUZMÁN-VARGAS, A. ; REGUERA, E. Fast kinetic redox process in layered cobaltous terephthalate MOF-type for aqueous hybrid devices. Magnetic properties as

sensor of Co–Co interactions. **Electrochimica Acta**, v.346, p.136253, 2020 (10867) - Fator de Impacto em 2019: 6,215.

134. FIOROTO, A. M. ; ALBUQUERQUE , L. G. R. ; CARVALHO, A. A. COSTA; OLIVEIRA, A. P DE; RODRIGUES, F.; OLIVEIRA, P. V. Hydroponic growth test of maize sprouts to evaluate As, Cd, Cr and Pb translocation from mineral fertilizer and As and Cr speciation. **Environmental Pollution**, v. 262, p.114216, 2020 (10869) - Fator de Impacto em 2019: 6,792.

135. SILVA, I. DE C.; REINALDO, A. C.; SIGOLI, F. A.; MAZALI, I. O. Raman spectroscopy-in situ characterization of reversibly intercalated oxygen vacancies in alpha-MoO<sub>3</sub>. **RSC Advances**, v.10. n. 31, p. 18512-18518, 2020 (10873) - Fator de Impacto em 2019: 3,119.

136. LOURENÇO, T. C. DA; HAMLEY, I. W.; CASTELLETTO, V.; GARCIA, B. B. M. ; LOURENÇO, T. C. ; VASSILIADES, S. V. ; ALVES, W. A.; HAN, S. W.; SILVA, E. R. DA Self-assembly and intracellular delivery of DNA by a truncated fragment derived from the Trojan peptide Penetratin. **Soft Matter**, v.16, n.20, p.4746-4755, 2020 (10876) - Fator de Impacto em 2019: 3,140.

137. MUÑOZ MEDINA, G. A. ; VAN RAAP, M. B. F.; CORAL, D. F.; MURACA, D.; SÁNCHEZ, F. H. Synthesis of highly stable Fe/FeOx@citrate colloids with strong magnetic response by mechanochemistry and coprecipitation for biomedical and environmental applications. **Journal of Magnetism and Magnetic Materials**, v. 508, p. 166759, 2020 (10878) - Fator de Impacto em 2019: 2,717.

138. TAKETA, T. B.; ROCHA NETO, J. B. M. ; FIAMINGO, A. ; BEPPU, M. M.; CAMPANA FILHO, S. P. ; COHEN, R. E. ; RUBNER, M. F. Tracking Sulfonated Polystyrene Diffusion in a Chitosan/ Carboxymethyl Cellulose Layer-by-Layer Film: Exploring the Internal Architecture of Nanocoatings. **Langmuir**, v.36, n.18, p.4985-4994, 2020 (10879) - Fator de Impacto em 2019: 3,557.

139. STRAPASSON, G. B.; SCHEFFER, F. R.; CENDRON, S. W. ; SILVA, F. C. DA ; LAZZARI, N. H. ; AZAMBUJA, C. ; PEYROT, A; WEIBEL, D. E. Visible light sensitization of TiO<sub>2</sub>/Ag/N nanostructures synthesized by microwave irradiation for oxidative degradation of organic dyes. **SN Applied Science**, v. 2, n. 4, p. 543, 2020 (10881) - Fator de Impacto em 2019: 0,000.

140. KLOSTER, G. A.; MURACA, D.; LONDOÑO, O. M. ; PIROTA, K. R.; MOSIEWICKI, M. A.; MARCOVICH, N. E. Alginate based nanocomposites with magnetic properties. **Composites Part A-Applied Science and Manufacturing**, v. 135, p. 105936, 2020 (10883) - Fator de Impacto em 2019: 6,444.

141. GUNJI, R. M. ; MATTOS, G. R. DA S. ; BORDON, C. D. DA S. ; GÓMEZ-MALAGÓN, L. A.; KASSAB, L. R. P. Efficiency enhancement of silicon solar cells covered by GeO<sub>2</sub>-PbO glasses doped with Eu<sup>3+</sup> and TiO<sub>2</sub> nanoparticles. **Journal of Luminescence**, v. 223, p. 117244, 2020 (10886) - Fator de Impacto em 2019: 3,280.

142. QUEL, N. G.; PINHEIRO, G. M. S. ; RODRIGUES, L. F. DE C.; BARBOSA, L. R. S.; HOURY, W. A. ; RAMOS, C. H. I. Heat shock protein 90 kDa (Hsp90) from *Aedes aegypti* has an open conformation and is expressed under heat stress. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 156, p. 522-530, 2020 (10889) - Fator de Impacto em 2019: 5,162.

143. SCORTECCI, J. F.; SERRÃO, V. H. B.; FERNANDES, A. DE F. ; BASSO, L. G. M. ; GUTIERREZ, R. F. ; ARAÚJO, A. P. U. DE; OLIVEIRA NETO, M.; THIEMANN, O. H. Initial steps in selenocysteine biosynthesis: The interaction between selenocysteine lyase and selenophosphate synthetase. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 156, p. 18-26, 2020 (10890) - Fator de Impacto em 2019: 5,162.

144. AKHLAGHI, S. P.; BALESTRIN, L. B. S.; BRINATTI, C.; PIROLT, F. ; LOH, W.; GLATTER, O. Preparation and Characterization of Stabilizer-Free Phytantriol-Based Water-in-Oil Internally Liquid Crystalline Emulsions. **Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 109, n. 6, p. 2024-2032 (10897) - Fator de Impacto em 2019: 2,997.

145. PEREIRA, B. ; ARANTES, V. Production of cellulose nanocrystals integrated into a biochemical sugar platform process via enzymatic hydrolysis at high solid loading. **Industrial Crops and Products**, v. 152, p. 112377, 2020 (10898) - Fator de Impacto em 2019: 4,244.
146. GIROTO, A. S. ; VALLE, S. F. DO ; RIBEIRO, T. S. ; RIBEIRO, C.; MATTOSO, L. H. C. Towards urea and glycerol utilization as "building blocks" for polyurethane production: A detailed study about reactivity and structure for environmentally friendly polymer. **Reactive & Functional Polymers**, v. 153, p. 104629, 2020 (10900) - Fator de Impacto em 2019: 3,333.
147. BELINE, T. ; ALMEIDA, A. B. DE; AZEVEDO NETO, N. F.; MATOS, A. O. ; RICOMINI FILHO, A. P.; SUKOTJO, C. ; SMEETS, P. J. M. ; SILVA, J. H. D. DA; NOCITI JR., F. H.; BARÃO, V. A. R. Beta-Ta 2 O 5 thin film for implant surface modification triggers superior anti- corrosion performance and cytocompatibility of titanium. **Applied Surface Science**, v. 520, p. 146326, 2020 (10901) - Fator de Impacto em 2019: 6,182.
148. GALVÃO, J. G. ; SANTOS, R. L. ; SILVA, A. R. S. T. ; SANTOS, J. DA S.; COSTA, A. M. B. ; CHANDASANA, H. ; ANDRADE NETO, V. V. DE ; SANTOS, E. C. T. DOS ; LIRA, A. A. M.; DOLABELLA, S. S.; SCHER, R. ; KIMA, P. E. ; DERENDORF, H. ; NUNES, R. S. Carvacrol loaded nanostructured lipid carriers as a promising parenteral formulation for leishmaniasis treatment. **European Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 150, p. 105335, 2020 (10902) - Fator de Impacto em 2019: 3,616.
149. RODRIGUES, B. S.; BRANCO, C. M. ; CORIO, P.; SOUZA, J. DOS S. DE Controlling Bismuth Vanadate Morphology and Crystalline Structure through Optimization of Microwave-Assisted Synthesis Conditions. **Crystal Growth & Design**, v. 20, n. 6, p. 3673-3685, 2020 (10904) - Fator de Impacto em 2019: 4,089.
150. ALMEIDA, L. S. ; SOUZA, A. R. M. DE; COSTA, L. H. ; RANGEL, E. C.; MANFRINATO, M. D. ; ROSSINO, L. S. Effect of nitrogen in the properties of diamond-like carbon (DLC) coating on Ti6Al4V substrate. **Materials Research Express**, v. 7, n. 6, p. 065601, 2020 (10906) - Fator de Impacto em 2019: 1,929.
151. SANTILLÁN, J. M. J.; ARBOLEDA, D. M.; MURACA, D.; SCHINCA, D. C.; SCAFFARDI, L. B. Highly fluorescent few atoms silver nanoclusters with strong photocatalytic activity synthesized by ultrashort light pulses. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, 2020 (10908) - Fator de Impacto em 2019: 3,998.
152. BARBOSA, L. A. P.; MUNKHOLM, L. J. ; OBOUR, P. B. ; KELLER, T. Impact of compaction and post-compaction vegetation management on aggregate properties, Weibull modulus, and interactions with intra-aggregate pore structure. **Geoderma**, v. 374, p. 114430, 2020 (10909) - Fator de Impacto em 2019: 4,848.
153. NEVES, T. F. DE ; ASSANO, P. K. ; SABINO, L. R. ; NUNES, W. B.; PREDIGER, P. Influence of Adsorbent/Adsorbate Interactions on the Removal of Cationic Surfactants from Water by Graphene Oxide. **Water Air and Soil Pollution**, v. 231, n. 6, p. 304, 2020 (10912) - Fator de Impacto em 2019: 1,900.
154. SILVA, C. ; MONTORO, L. A.; MARTINS, D. A. A. ; MACHADO, P. A. ; PEREIRA, P. H. R. ; GONZALEZ, B. M. ; LANGDON, T. G. ; FIGUEIREDO, R. B. ; ISAAC, A. C. Interface structures in Al-Nb2O5 nanocomposites processed by high-pressure torsion at room temperature. **Materials Characterization**, v. 162, p. 110222, 2020 (10914) - Fator de Impacto em 2019: 3,562.
155. GONÇALVES, C. DE C.; PINHEIRO, G. M. S. ; DAHLSTRÖM, K. M. ; SOUTO, D. E. P. ; KUBOTA, L.T.; BARBOSA, L. R. S.; RAMOS, C. H. I. On the structure and function of Sorghum bicolor CHIP (carboxyl terminus of Hsc70-interacting protein): A link between chaperone and proteasome systems. **Plant Science**, v. 296, p. 110506, 2020 (10918) - Fator de Impacto em 2019: 3,591.
156. SILVA, B. C.DA; COUTO JR., O. D. D.; OBATA, H. T. ; LIMA JÚNIOR, M. DE M ; BONANI, F. D. ; OLIVEIRA, C. E. DE ; SIPAHI, G. M. ; IIKAWA, F.; COTTA, M. A. Optical Absorption Exhibits

Pseudo-Direct Band Gap of Wurtzite Gallium Phosphide. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 7904, 2020 (10919) - Fator de Impacto em 2019: 3,998.

157. BARBOSA, C. C. S. ; JESUS, J. R.; SANTOS, J. F. A. DOS ; JESUS, A. C. B. DE ; FERREIRA, L. M. ; DUQUE, J. G. S.; MENESES, C. T. DE Size -dependence of the exchange bias effect observed in  $Nd_{1-x}Dy_xCrO_3$  ( $x=0.05$  and  $0.20$ ) compounds. **Journal of Magnetism and Magnetic Materials**, v. 512, p. 167015, 2020 (10924) - Fator de Impacto em 2019: 2,717.

158. SANTOS, A. M. DOS ; MENEGUIN, A. B. ; SANTOS, B. F. DOS ; SOUZA, M. P. C. DE ; FERREIRA, L. M. B.; SABIO, R. M.; CHORILLI, M.; GREMIÃO, M. P. D. The role of stabilizers and mechanical processes on physico-chemical and anti-inflammatory properties of methotrexate nanosuspensions. **Journal of Drug Delivery Science and Technology**, v. 57, p. 101638, 2020 (10925) - Fator de Impacto em 2019: 2,734.

159. CALLEGARI, B.; OLIVEIRA, J. P. ; COELHO, R. S. ; BRITO, P. P. ; SCHELL, N.; SOLDERA, F. A. ; MÜCKLICH, F. ; SADIK, M. I.; GARCÍA, J. L. ; PINTO, H. C. New insights into the microstructural evolution of Ti-5Al-5Mo-5V-3Cr alloy during hot working. **Materials Characterization**, v. 162, p. 110180, 2020 (10927) - Fator de Impacto em 2019: 3,562.

160. ULBRICH, K. DE F.; CAMPOS, C. E. M. Nanocrystalline  $Ni_3S_2$  prepared by mechanochemistry and its behavior at high temperatures and high pressure. **Journal of Magnetism and Magnetic Materials**, v. 493, p. UNSP 165706, 2020 (10929) - Fator de Impacto em 2019: 2,717.

161. DIDÓ, C. A. ; COELHO, F. L. ; CLOSS, M. B. ; DEON, M.; HOROWITZ, F.; BERNARDI, F.; SCHNEIDER, P. H. ; BENVENUTTI, E. V. Strategy to isolate ionic gold sites on silica surface: Increasing their efficiency as catalyst for the formation of 1,3-diyne. **APPLIED CATALYSIS A-GENERAL**, v. 594, p. 117444, 2020 (10930) - Fator de Impacto em 2019: 5,006.

162. ULLMANN, M. A. ; SANTOS, J. H. Z. DOS Zirconocene immobilization into organic-inorganic dual-shell silicas prepared by the nonhydrolytic sol-gel method for polyethylene production. **Journal of Catalysis**, v. 385, p. 30-43, 2020 (10937) - Fator de Impacto em 2019: 7,888.

163. BECKER-KERBER, B.; PAIM, P. S. G. ; CHEMALE JUNIOR, F. ; GIRELLI, T. J. ; ROSA, A. L. Z. DA ; EL ALBANI, A. ; OSÉS, G. L.; PRADO, G. M. E. M.; FIGUEIREDO, M. ; SIMÕES, L. S. A.; PACHECO, M. L. A. F. The oldest record of Ediacaran macrofossils in Gondwana (similar to 563 Ma, Itajai Basin, Brazil). **Gondwana Research**, v. 84, p. 211-228, 2020 (10938) - Fator de Impacto em 2019: 6,174.

164. SILVA, J. S. ; CARVALHO, S. G. DE M.; SILVA, R. P. ; TAVARES, A. C.; SCHADE, U. ; PUSKAR, L. ; FONSECA, F. C.; MATOS, B. R. SAXS signature of the lamellar ordering of ionic domains of perfluorinated sulfonic-acid ionomers by electric and magnetic field-assisted casting. **Physical Chemistry Chemical Physics**, v. 22, n. 24, p. 13764-13779, 2020 (10939) - Fator de Impacto em 2019: 3,430.

165. MORIS, C. H. A. A. ; ROSA, M. A. A. ; FREITAS, F. G.; MARTINS, L.; SANTILLI, C. V.; PULCINELLI, S. H. Liquid crystals as pore template for sulfated zirconia. **Colloids and Surfaces A-Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 600, n. 5, p. 124907, 2020 (10940) - Fator de Impacto em 2019: 3,990.

166. GNOATTO, J. A. ; OLIVEIRA, J. V. ; ARNDT, A. ; BUSATTO, F. F. ; RUIZ, Y. P. M.; CUNHA, A. C. B. DA ; MOURA, D. J. ; SANTOS, J. H. Z. DOS Hybrid nanosilicas produced by the Stober sol-gel process: In vitro evaluation in MRC-5 cells. **Journal of Non-Crystalline Solids**, v. 542, p. 120152, 2020 (10943) - Fator de Impacto em 2019: 2,929.

167. FERREIRA, E. S.; CRANSTON, E. D. ; REZENDE, C. A. DE Naturally Hydrophobic Foams from Lignocellulosic Fibers Prepared by Oven-Drying. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 8, n. 22, p. 8267-8278, 2020 (10946) - Fator de Impacto em 2019: 7,632.

168. CAMPO, K. N.; FREITAS, C. C. DE ; FANTON, L.; CARAM JR., R. Melting behavior and globular microstructure formation in semi-solid  $CoCrCuFeNi$  high-entropy alloys. **Journal of**

**Materials Science & Technology**, v. 52, p. 207-217, 2020 (10948) - Fator de Impacto em 2019: 6,155.

169. SOARES, A. C.; SOARES, J. C.; PASCHOALIN, R. T. ; RODRIGUES, V. C.; MELENDEZ, M. E.; REIS, R. M. ; CARVALHO, A. L.; MATTOSO, L. H. C.; OLIVEIRA JR., O. N. DE Immunosensors containing solution blow spun fibers of poly(lactic acid) to detect p53 biomarker. **Materials Science & Engineering C-Materials for Biological Applications**, v. 115, p. 111120, 2020 (10954) - Fator de Impacto em 2019: 5,880.

170. LILGE, T. S.; BEZERRA, C. DOS S.; BISPO, G. F. C.; ANDRADE, A. B.; MACEDO, Z. S.; MOREIRA, M. L.; VALERIO, M. E. G. Influence of Eu valence on the optical activity of BaTiO<sub>3</sub>decorated with CaF<sub>2</sub>synthesized by microwave-assisted hydrothermal method. **Dalton Transactions**, v. 49, n. 45, p. 8540-8548, 2020 (10955) - Fator de Impacto em 2019: 4,174.

171. MATOS, B. R.; GOULART, C. A. ; TOSCO, B. ; SILVA, J. S. ; ISIDORO, R. A.; SANTIAGO, E. I.; TAVARES, A. C.; LINARDI, M.; SCHADE, U. ; PUSKAR, L. ; FONSECA, F. C. Properties and DEFC tests of Nafion - Functionalized titanate nanotubes composite membranes prepared by melt-extrusion. **Journal of Membrane Science**, v. 604, p.118042, 2020 (10957) - Fator de Impacto em 2019: 7,183.

172. AGUIAR, A. S. ; MICHELS, L.; SILVA, F. G. DA ; KERN, C.; GOMIDE, G.; FERREIRA, C. M. ; DEPEYROT, J.; AQUINO, R.; SILVA, G. J. DA The use of a laponite dispersion to increase the hydrophilicity of cobaltferrite magnetic nanoparticles. **Applied Clay Science**, v. 193, p. 105663, 2020 (10960) - Fator de Impacto em 2019: 4,605.

173. KUMAR, D. ; GOMES, T. C. ; ALVES, N.; SANTOS, L. F.; SMITH, G. C. ; KETTLE, J. UV Phototransistors-Based Upon Spray Coated and Sputter Deposited ZnO TFTs. **IEEE Sensors Journal**, v. 20, n. 14, p. 7532-7539, 2020 (10962) - Fator de Impacto em 2019: 3,073.

174. VENDRUSCOLO, V. ; GIORDANO, L. ; CONSTANTINO, V. R. L.; RODRIGUES, L. C. V. Yb<sup>3+</sup>/Er<sup>3+</sup> co-doped Dion–Jacobson niobium layered perovskites as NIR-to-green upconversion materials. **New Journal of Chemistry**, v. 44, n. 24, p. 10165-10171, 2020 (10964) - Fator de Impacto em 2019: 3,288.

175. OCA-ÁVALOS, J. M. M. DE ; BORRONI, V. ; HUCK-IRIART, C.; NAVARRO, A. S. ; CANDAL, R. J.; HERRERA, M. L. Relationship between Formulation, Gelation Kinetics, Micro/Nanostructure and Rheological Properties of Sodium Caseinate Nanoemulsion-Based Acid Gels for Food Applications. **Food and Bioprocess Technology**, v. 13, n. 2, p. 288-299, 2020 (10965) - Fator de Impacto em 2019: 3,356.

176. NASCIMENTO, P. A. M.; SILVA, A. J. S. DA ; CARVALHO, I. DA S. ; SILVA, R. S. DA; PASCHOAL, C. W. A.; MOULTON, B. J. A.; SAMPAIO, D. V.; FREIRE, R. ; REZENDE, M. V. DOS S. Effects of Li addition on the luminescent properties of LiSrPO<sub>4</sub>:Eu<sup>3+</sup> excited with X-ray and ultraviolet radiation. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 836, p. 155388, 2020 (10969) - Fator de Impacto em 2019: 4,650.

177. GIGLIO, M. L. ; ITUARTE, S.; DREON, M. S.; BROLA, T. R. ; CAMELO, J. ; IP, J. C. H. ; MATÉ, S. ; QIU, J. W. ; OTERO, L. H. ; HERAS, H. Exaptation of two ancient immune proteins into a new dimeric pore-forming toxin in snails. **Journal of Structural Biology**, v. 211, n. 2, p. UNSP 107531, 2020 (10971) - Fator de Impacto em 2019: 3,071.

178. SILVA, L. S. DA; SILVA, R. A. G.DA Alloys-by-design: Role of atomic properties on the phase equilibria of CuAlMn-based alloys. **Materials Characterization**, v. 163, p. 110304, 2020 (10976) - Fator de Impacto em 2019: 3,562.

179. LEITE, A. E. T.; BRIGANTI, L. ; ARAÚJO, E. A.; PELLEGRINI, V. O. A.; CAMILO, C. M.; POLIKARPOV, I. Low-resolution molecular shape, biochemical characterization and emulsification properties of a halotolerant esterase from *Bacillus licheniformis*. **European Biophysics Journal with Biophysics Letters**, v. 49, p. 435–447, 2020 (10985) - Fator de Impacto em 2019: 2,094.

180. OROZCO-HENAO, J. M.; MURACA, D.; SÁNCHEZ, F. H.; ZÉLIS, P. M. Palmitic acid-coated magnetite nanocubes with high-quality crystallinity and bulk-like magnetic features. **Journal of Physics D-Applied Physics**, v. 53, n. 38, p. 385001, 2020 (10988) - Fator de Impacto em 2019: 3,169.
181. RIELLI, V. V. ; AMIGÓ-BORRÁS, V. ; CONTIERI, R.J. Single step heat treatment for the development of beta titanium composites with in-situ TiB and TiC reinforcement. **Materials Characterization**, v. 163, p.110286, 2020 (10990) - Fator de Impacto em 2019: 3,562.
182. DIAS, F. G. DE A.; VEIGA, A. G.; ANDREOPOULOU, A. ; KALLITSIS, J. K. ; ROCCO, M. L. M. Spectroscopic Study of Reinforced Cross-Linked Polymeric Membranes for Fuel Cell Application. **ACS Omega**, v. 5, n. 26, p.15901-15910, 2020 (10991) - Fator de Impacto em 2019: 2,870.
183. FERREIRA, E. H. C. ; LIMA, L. P. DE; FECHINE, G. J. M. The “Superlubricity State” of Carbonaceous Fillers on Polymer Composites. **Macromolecular Chemistry and Physics**, v. 221, n. 16, p. 2000192, 2020 (10994) - Fator de Impacto em 2019: 2,335.
184. TEIXEIRA, M. M. ; GOUVEIA, A. F.; SOUSA, A. G. DE ; SILVA, L. F. DA; OLIVEIRA, R. C. DE ; SAN MIGUEL, M. A. ; SIU LI, M. S.; LONGO, E. Unraveling the Photoluminescence Properties of the Sr10V6O25 Structure through Experimental and Theoretical Analyses. **Journal of Physical Chemistry C**, v. 124, n. 27, p.14446-14458, 2020 (10995) - Fator de Impacto em 2019: 4,189.
185. PERARO, G. R. ; DONZELLI, E. H. ; OLIVEIRA, P. F. DE; TAVARES, D. C.; MARTINS, C. H. G. ; MOLINA, E. F.; FARIA, E. H. DE Aminofunctionalized LAPONITE (R) as a versatile hybrid material for chlorhexidine digluconate incorporation: Cytotoxicity and antimicrobial activities. **Applied Clay Science**, v. 195, p. 105733, 2020 (10998) - Fator de Impacto em 2019: 4,605.
186. HERNANDEZ, M. E. G.; ANTOLINI, E.; PEREZ, J. CO Tolerance and Stability of Graphene and N-Doped Graphene Supported Pt Anode Electrocatalysts for Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cells. **Catalysts**, v. 10, n. 6, p. 597, 2020 (10999) - Fator de Impacto em 2019: 3,520.
187. VIEIRA, L. H.; LÓPEZ-CASTILLO, A. ; JONES, C. W. ; MARTINS, L. Exploring the multifunctionality and accessibility of vanadosilicates to produce acrylic acid in one-pot glycerol oxydehydration. **APPLIED CATALYSIS A-GENERAL**, v. 602, p.117687, 2020 (11002) - Fator de Impacto em 2019: 5,006.
188. SILVA, M. R. DA ; GARGARELLA, P.; PLAINE, A. H. ; CONTIERI, R.J.; PAULY, S. ; KÜHN, U. ; BOLFARINI, C. Influence of the deformation rate on phase stability and mechanical properties of a Ti–29Nb–13Ta–4.6Zr–xO alloy analyzed by in situ high-energy X-ray diffraction during compression tests. **Journal of Materials Research**, v. 35, n. 14, p. 1777-1789, 2020 (11003) - Fator de Impacto em 2019: 2,502.
189. RODRIGUES, L. B. O. ; LIMA, F. A. ; ALVES, C. P. B. ; SANTOS, E. M. ; AGUIAR, M. M. G. DE ; OLIVEIRA, C. A.; ORÉFICE, R. L.; FERREIRA, L. A. M.; GOURLAT, G. A. C. Ion Pair Strategy in Solid Lipid Nanoparticles: a Targeted Approach to Improve Epidermal Targeting with Controlled Adapalene Release, Resulting Reduced Skin Irritation. **Pharmaceutical Research**, v. 37, n. 8, p. 148, 2020 (11004) - Fator de Impacto em 2019: 3,242.
190. MOURO, L. D.; PACHECO, M. L. A. F.; RICETTI, J. H. Z.; SCOMAZZON, A. K. ; HORODYSKI, R. S. ; FERNANDES, A. C. S. ; CARVALHO, M. DE A.; WEINSCHÜTZ, L. C. ; SILVA, M. S.; WAICHEL, B. L. ; SCHERER, C. M. DOS S. Lontras Shale (Paraná Basin, Brazil): Insightful analysis and commentaries on paleoenvironment and fossil preservation into a deglaciation pulse of the Late Paleozoic Ice Age. **Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology**, v. 555, p.109850, 2020 (11005) - Fator de Impacto em 2019: 2,833.
191. SANTOS, M. A. DOS ; MARQUES, L. ; SILVA, C. DE C. C. E Purification of graphene oxide dispersions by using a fluidic cell. **Analytical Methods**, v. 12, n. 28, p. 3575-3581, 2020 (11012) - Fator de Impacto em 2019: 2,596.
192. TELES, C. A.; RABELO NETO, R. C.; DUONG, N. ; QUIROZ, J.; CAMARGO, P. H. C. ; JACOBS, G.; RESASCO, D. E.; NORONHA, F. B. Role of the metal-support interface in the

- hydrodeoxygenation reaction of phenol. **Applied Catalysis B-Environmental**, v. 277, p.119238, 2020 (11013) - Fator de Impacto em 2019: 16,683.
193. PICHETH, G. F.; SILVA, L. C. E.; GIGLIO, L. P. ; PLIVELIC, T. S.; OLIVEIRA, M. G. DE S-nitrosothiol-terminated Pluronic F127: Influence of microstructure on nitric oxide release. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 576, p. 457-467, 2020 (11015) - Fator de Impacto em 2019: 7,489.
194. RIES, L. N. A.; PARDESHI, L. ; DONG, Z; TAN, K. ; STEENWYK, J. L. ; COLABARDINI, A. C.; FERREIRA FILHO, J. A.; CASTRO, P. A. DE; SILVA, L. P.; PREITE, N. ; ALMEIDA, F. B. DOS R.; ASSIS, L. J.; SANTOS, R. A. C. DE; BOWYER, P. ; BROMLEY, M. ; OWENS, R. A. ; DOYLE, S.; DEMASI, M.; RODRIGUEZ HERNANDEZ, D. C. ; SOARES NETTO, L. E. S.; PUPO, M. T. ; ROKAS, A. ; LOURES, F. V. ; WONG, K. H. ; GOLDMAN, G. H. The *Aspergillus fumigatus* transcription factor RgIT is important for gliotoxin biosynthesis and self-protection, and virulence. **PLoS Pathogens**, v. 16, n.7, p.e1008645, 2020 (11016) - Fator de Impacto em 2019: 6,218.
195. ORLANDO, M. T. D.; GALVÃO, E. S. ; CAVICHINI, A. S.; RANGEL, C. V. G. T. ; ORLANDO, C. G. P.; GRILO, C. F. ; SOARES, J. R.; OLIVEIRA, K. S. S. ; SÁ, F. ; COSTA JR., ADEILDO ; BASTOS, A. C. ; QUARESMA, V. DA S. Tracing iron ore tailings in the marine environment: An investigation of the Fundão dam failure. **Chemosphere**, v. 257, p.127184, 2020 (11017) - Fator de Impacto em 2019: 5,778.
196. SOUSA, E. P. DE ; ARAUJO, D. T. DE ; PEIXOTO, V. G. ; FERREIRA, B. F.; FARIA, E. H. DE; MOLINA, E. F. Effect of sodium bentonite content on structural-properties of ureasil poly (ethylene oxide)-PEO hybrid: A perspective for water treatment. **Applied Clay Science**, v. 191, p. 105605, 2020 (11022) - Fator de Impacto em 2019: 4,605.
197. MENEZES DE SÁ, A. Á; SANTOS, E. W. P. DOS; SANTANA, M. H. DOS S.; SANTOS, A. DE J. ; ARAUJO, G. R. S. DE ; SANTANA, D. G. ; ARGUELHO, M. DE L. P. DE M; SILVA, A. M. DE O. E; CORREA, C. B. ; NUNES, R. S.; SARMENTO, V. H. V.; LIRA, A. A. M. Evaluation of the incorporation of essential oils in microemulsions as a promising formulation in the inhibition of tyrosinase. **Industrial Crops and Products**, v. 154, p. 112654, 2020 (11024) - Fator de Impacto em 2019: 4,244.
198. FORNARI, C. I.; BENTMANN, H.; MORELHÃO, S. L.; PEIXOTO, T. R. F.; RAPPL, P. H. DE O.; TCAKAEV, A.-V.; ZABOLOTNYI, V.; KAMP, M.; LEE, T.-L.; MIN, C.-H. ; KAGERER, P.; VIDAL, R. C. ; ISAEVA, A. ; RUCK, M. ; HINKOV, V. ; REINERT, F.; ABRAMOF, E. Incorporation of Europium in Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> Topological Insulator Epitaxial Films. **Journal of Physical Chemistry C**, v. 124, n.29, p.16048-16057, 2020 (11026) - Fator de Impacto em 2019: 4,189.
199. RODRIGUES, T. A. ; DUARTE, V. ; TOMÁS, D.; AVILA, J. A. ; ESCOBAR, J. D. ; ROSSINYOL, E; SCHELL, N.; SANTOS, T. G. ; OLIVEIRA, J. P. In-situ strengthening of a high strength low alloy steel during Wire and Arc Additive Manufacturing (WAAM). **Additive Manufacturing**, v. 34, p. 101200, 2020 (11028) - Fator de Impacto em 2019: 7,002.
200. MELLO, M. G. DE; COSTA, F. H. DA; OPINI, V. C.; RESENDE, A.; CREMASCO, A.; CARAM JR., R. Isothermal omega Assisted Alpha Phase Precipitation and Microstructural Evolution of an Aged Ti-30Nb-3Fe Alloy. **Materials Research-Ibero-american Journal of Materials**, v. 23, n.3, p. e20200026, 2020 (11029) - Fator de Impacto em 2019: 1,468.
201. CZAIKOSKI, A.; GOMES, A.; KAUFMANN, K. C. ; LISZBINSKI, R. B. ; JESUS, M. B. DE; CUNHA, R. L. DA Lignin derivatives stabilizing oil-in-water emulsions: Technological aspects, interfacial rheology and cytotoxicity. **Industrial Crops and Products**, v. 154, p.112762, 2020 (11030) - Fator de Impacto em 2019: 4,244.
202. QUITÉRIO, P. ; APOLINÁRIO, A. ; NAVAS, D.; MAGALHÃES, S. ; ALVES, E.; MENDES, A. ; SOUSA, C. T. ; ARAÚJO, J. P. Photoelectrochemical Water Splitting: Thermal Annealing Challenges on Hematite Nanowires. **Journal of Physical Chemistry C**, v. 124, n. 24, p.12897-12911, 2020 (11033) - Fator de Impacto em 2019: 4,189.

203. LINS, L. C. ; DEHAY, C. ; JESTIN, J. ; WIANNY, F. ; LOH, W. Adhesive Sponge Based on Supramolecular Dimer Interactions as Scaffolds for Neural Stem Cells. **Biomacromolecules**, v. 21, n. 8, p. 3394-3410, 2020 (11037) - Fator de Impacto em 2019: 6,092.
204. BERTI, I. R. ; RODENAK- KLADNIEW, B.; ONAINDIA, C. ; ADAM, C. G.; ISLAN, G. A.; DURÁN, N.; CASTRO, G. R. Assessment of in vitro cytotoxicity of imidazole ionic liquids and inclusion in targeted drug carriers containing violacein. **RSC Advances**, v. 10, n. 49, p. 29336-29346, 2020 (11041) - Fator de Impacto em 2019: 3,119.
205. MEIRELLES, A. D. ; COSTA, A. L. R.; CUNHA, R. L. DA Cellulose nanocrystals from ultrasound process stabilizing O/W Pickering emulsion. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 158, p. 75-84, 2020 (11042) - Fator de Impacto em 2019: 5,162.
206. PASCHOALINO, W. J.; PAYNE, N. A. ; PESSANHA, T. M. ; GATEMAN, S. M. ; KUBOTA, L.T.; MAUZEROLL, J. Charge Storage in Graphene Oxide: Impact of the Cation on Ion Permeability and Interfacial Capacitance. **Analytical Chemistry**, v. 92, n. 15, p.10300-10307, 2020 (11043) - Fator de Impacto em 2019: 6,785.
207. SANTOS, A. C. F.; LAGO, A. F.; LUCAS, C. A.; SOUZA, G. G. B. DE Competition between the shake-off and knockout mechanisms in the double and triple photoionization of the halothane molecule (C<sub>2</sub>HBrClF<sub>3</sub>). **Journal of Chemical Physics**, v. 153, n. 7, p. 074305, 2020 (11044) - Fator de Impacto em 2019: 2,991.
208. MARCONDES, W. F. ; MILAGRES, A. M. F.; ARANTES, V. Co-production of xylo-oligosaccharides, xylose and cellulose nanofibrils from sugarcane bagasse. **Journal of Biotechnology**, v. 321, p. 35-47, 2020 (11045) - Fator de Impacto em 2019: 3,503.
209. FUJIMOTO, M. M.; TANAKA, H. K.; MARINHO, R. R. T.; MEDINA, A. ; PRUDENTE, F. V.; HOMEM, M. G. P. Cross Sections and Asymmetry Parameters for Formic Acid in the Vacuum-Ultraviolet Energy Range. **Journal of Physical Chemistry A**, v. 124, n. 32, p. 6478-6485, 2020 (11047) - Fator de Impacto em 2019: 2,600.
210. NOGUEIRA, A. E.; SILVA, G. T. S. T.; OLIVEIRA, J. A. DE; LOPES, O. F.; RIBEIRO, C.; TORRES, J. A.; CARMO, M. CuO Decoration Controls Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Photocatalyst Selectivity in CO<sub>2</sub> Reduction. **ACS Applied Energy Materials**, v. 3, n. 8, p. 7629-7636, 2020 (11048) - Fator de Impacto em 2019: 4,473.
211. TAMARINDO, G. H. ; GÓES, R. M. Docosahexaenoic acid differentially modulates the cell cycle and metabolism- related genes in tumor and pre-malignant prostate cells. **Biochimica et Biophysica Acta-Molecular and Cell Biology of Lipids**, v. 1865, n. 10, p. 158766, 2020 (11050) - Fator de Impacto em 2019: 4,519.
212. RODRÍGUEZ-NEGRETTE, A. C. ; RODRIGUEZ-BATILLER, M. J.; GARCÍA-LONDOÑO, V. A. ; BORRONI, V. ; CANDAL, R. J.; HERRERA, M. L. Dry Fractionation of Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) Fat: Physical–Chemical Properties and Polymorphic Behavior. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v.97, n.11, p. 1215-1228, 2020 (11051) - Fator de Impacto em 2019: 1,659.
213. VIOTO, G. C. N.; PERFECTO, T. M.; ZITO, C. DE A.; VOLANTI, D. P. Enhancement of 2-butanone sensing properties of SiO<sub>2</sub>@CoO core-shell structures. **Ceramics International**, v. 46, n. 14, p. 22692-22698 (11059) - Fator de Impacto em 2019: 3,830.
214. HELOU NETO, E. S.; ZIBETTI, M. V. W.; HERMAN, G. T. Fast Proximal Gradient Methods for Nonsmooth Convex Optimization for Tomographic Image Reconstruction. **Sensing and Imaging**, v. 21, n. 1, p. 45, 2020 (11060) - Fator de Impacto em 2019: 0,000.
215. GUNJI, R. M. ; SANTOS, E. V. DE A. ; BORDON, C. D. DA S. ; GARCIA, J. A. M.; GÓMEZ-MALAGÓN, L. A.; KASSAB, L. R. P. Germanate glass layer containing Eu<sup>3+</sup> ions and gold nanoparticles for enhanced silicon solar cell performance. **Journal of Luminescence**, v. 226, p. 117497, 2020 (11062) - Fator de Impacto em 2019: 3,280.
216. LIMA, C. C. ; RODRIGUES, M. V. F.; NETO, A. F. M. ; ZANATA, C. R.; PIRES, C. T. G. V. M. T.; COSTA, L. S. DA; SOLLA-GULLÓN, J.; FERNÁNDEZ, P. S. Highly active Ag/C nanoparticles

containing ultra-low quantities of subsurface Pt for the electrooxidation of glycerol in alkaline media. **Applied Catalysis B-Environmental**, v. 279, p. 119369, 2020 (11064) - Fator de Impacto em 2019: 16,683.

217. BORGES, R. P.; MOURA, L. G. ; SPIVEY, J. J. ; NORONHA, F. B.; HORI, C. E. Hydrogen production by steam reforming of LPG using supported perovskite type precursors. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 45, n. 41, p. 21166-21177, 2020 (11066) - Fator de Impacto em 2019: 4,939.

218. RODRIGUES, I. C. P.; WOIGT, L. F. ; GABRIEL, L. P. ; PEREIRA, K. D. ; LUCHESSI, A. D.; LOPES, E. S. N.; WEBSTER, T. J. Low-cost hybrid scaffolds based on polyurethane and gelatin. **Journal of Materials Research and Technology-JMR&T**, v. 9, n. 4, p. 7777-7785, 2020 (11073) - Fator de Impacto em 2019: 5,289.

219. ULBRICH, K. DE F.; NISHIDA, E. N. ; SOUZA, B. DE ; CAMPOS, C. E. M. NiS<sub>2</sub>-NiS nanocrystalline composite synthesized by mechanochemistry and its performance for methylene blue dye adsorption. **Materials Chemistry and Physics**, v. 252, p. 123226, 2020 (11076) - Fator de Impacto em 2019: 3,408.

220. NEVES, T. F. DE ; DALARME, N. B. ; SILVA, P. M. M. DA ; LANDERS, R.; PICONE, C. S. F.; PREDIGER, P. Novel magnetic chitosan/quaternary ammonium salt graphene oxide composite applied to dye removal. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 8, n. 4, p. 103820, 2020 (11077) - Fator de Impacto em 2019: 4,300.

221. ANTONIAZZI, I. ; CHAGAS, T.; MATOS, M. J. DE S.; MARÇAL, L. A. B.; SOARES, E. A.; MAZZONI, M. S. C.; MIWA, R. H.; LOPES, J. M. J.; MALACHIAS, A.; PANIAGO, R.M.; OLIVEIRA JR., M. H. Oxygen intercalated graphene on SiC(0001): Multiphase SiO<sub>x</sub> layer formation and its influence on graphene electronic properties. **Carbon**, v. 167, p. 746-759, 2020 (11079) - Fator de Impacto em 2019: 8,821.

222. VEGA- CASTILHO, J.; CUELLO, G. J. ; PRADO, F. D. Partial cationic order at the B site of the n = 3 Ruddlesden-Popper phases LaSr<sub>3</sub>(Fe,Co,Ga)<sub>3</sub>O<sub>10-d</sub> studied by Neutron Powder Diffraction and X-ray Absorption Spectroscopy. **Journal of Solid State Chemistry**, v. 290, p. 121584, 2020 (11081) - Fator de Impacto em 2019: 2,726.

223. CRUZ, C. B. DA; LIMA, T. S.; KAKITANI, R. ; BARROS, A.; GARCIA, A.; CHEUNG, N. Plate-like growth in a eutectic Bi-Ni alloy: effects of morphological microstructure evolution and Bi<sub>3</sub>Ni intermetallic phase on tensile properties. **Journal of Materials Research and Technology-JMR&T**, v. 9, n. 3, p. 4940-4950, 2020 (11084) - Fator de Impacto em 2019: 5,289.

224. GERMINO, J. C. ; SZOSTAK, R.; MOTTI, S. G.; MORAL, R. F. ; MARCHEZI, P. E.; SELEGHINI, H. S. ; BONATO, L. G.; ARAÚJO, F. L. DE ; ATVARS, T. D. Z.; HERZ, L. M. ; FENNING, D.; HAGFELDT, A. ; NOGUEIRA, A. F. Postpassivation of Multication Perovskite with Rubidium Butyrate. **ACS Photonics**, v. 7, n. 8, p. 2282-2291, 2020 (11085) - Fator de Impacto em 2019: 6,864.

225. ALBUQUERQUE, B. L.; CHACÓN, G.; NAZARKOVSKY, M. ; DUPONT, J. Rhodium nanoparticles impregnated on TiO<sub>2</sub>: strong morphological effects on hydrogen production. **New Journal of Chemistry**, v. 44, n. 31, p. 13249-13258, 2020 (11086) - Fator de Impacto em 2019: 3,288.

226. GOTHE, M. L.; PÉREZ-SANZ, F. J. ; BRAGA, A. H.; BORGES, L. R.; ABREU, T. F.; BAZITO, R. C.; GONÇALVES, R. V.; ROSSI, L. M.; VIDINHA, P. Selective CO<sub>2</sub> hydrogenation into methanol in a supercritical flow process. **Journal of CO<sub>2</sub> Utilization**, v. 40, p. 101195, 2020 (11087) - Fator de Impacto em 2019: 5,993.

227. STRUNCUVÁ, M. ; TOMA, S. H. ; ARAKI, K.; BRESCIANI, E. ; RODRIGUES, F. P. ; MEDEIROS, I. S.; CORREA, M. D. Silver nanoparticles added to a commercial adhesive primer: Colour change and resin colour stability with ageing. **International Journal of Adhesion and Adhesives**, v. 102, p. 102694, 2020 (11088) - Fator de Impacto em 2019: 2,671.

228. OLIVEIRA, T. C. G. DE; HANLON, K. E. ; INTERLANDI, M. A. ; MAYANGA-TORRES, P. C.; SILVELLO, M. A. C. ; LACHOS- PEREZ, D.; TIMKO, M. T.; GOLDBECK, R.; FORSTER-CARNEIRO, T.

Subcritical water hydrolysis pretreatment of sugarcane bagasse to produce second generation ethanol. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 164, p. 104916, 2020 (11089) - Fator de Impacto em 2019: 3,744.

229. SOUZA FILHO, I. R.; DUTTA, A.; ALMEIDA JUNIOR, D. R. DE ; WU, L.; SANDIM, M. J. R.; PONGE, D. ; SANDIM, H. R. Z.; RAABE, D. The impact of grain-scale strain localization on strain hardening of a high-Mn steel: Real-time tracking of the transition from the  $\alpha'$  transformation to twinning. **Acta Materialia**, v. 197, p. 123-136, 2020 (11090) - Fator de Impacto em 2019: 7,656.

230. CATTO, A. C.; FERRER, M. M.; LOPES, O. F.; MASTELARO, V. R.; ANDRÉS, J.; SILVA, L. F. DA; LONGO, E.; AVANSI JR., W. The role of counter-ions in crystal morphology, surface structure and photocatalytic activity of ZnO crystals grown onto a substrate. **Applied Surface Science**, v. 529, p. 147057, 2020 (11091) - Fator de Impacto em 2019: 6,182.

231. GODOY, N. V.; GARCÍA-LOJO, D. ; SIGOLI, F. A.; PÉREZ-JUSTE, J. ; PASTORIZA-SANTOS, I; MAZALI, I. O. Ultrasensitive inkjet-printed based SERS sensor combining a high performance gold nanosphere ink and hydrophobic paper. **Sensors and Actuators B-Chemical**, v. 320, p. 128412, 2020 (11092) - Fator de Impacto em 2019: 7,100.

232. GIMENEZ C, R. M; GRIJALBA, F. A. F. ; FARINA, P. F. DA S. Use of a Micromagnetic Nondestructive Test in the Evaluation of the alpha -Martensitic Transformation Generated in the Mechanical Fatigue Process of the AISI 304L Stainless Steel. **IEEE Transactions on Magnetics**, v. 56, n. 9, p. 6200508, 2020 (11094) - Fator de Impacto em 2019: 1,626.

233. GODOY, M. P. F. DE; HERVAL, L. K. S. DE; COTTA, A. A. C.; ONOFRE, Y. I. ; MACEDO, W. A. A. ZnO thin films design: the role of precursor molarity in the spray pyrolysis process. **Journal of Materials Science-Materials in Electronics**, v. 31, p. 17269–17280, 2020 (11096) - Fator de Impacto em 2019: 2,220.

234. BARROS, A. DE ; SHIMIZU, F. M.; OLIVEIRA, C. S. DE; SIGOLI, F. A.; SANTOS, D. P. DOS ; MAZALI, I. O. Dynamic Behavior of Surface-Enhanced Raman Spectra for Rhodamine 6G Interacting with Gold Nanorods: Implication for Analyses under Wet versus Dry Conditions. **ACS Applied Nano Materials**, v.3, n. 8, p. 8138-8147, 2020 (11098) - Fator de Impacto em 2019: 0,000.

235. PORTA, L. DE C. ; FADEL, W.; CAMPEIRO, J. D.; OLIVEIRA, E. B. DE; GODINHO, R. O. ; HAYASHI, M. A. Biophysical and pharmacological characterization of a full-length synthetic analog of the antitumor polypeptide crotamine. **Journal of Molecular Medicine-JMM**, v.98, p.1561–1571, 2020 (11099) - Fator de Impacto em 2019: 4,427.

236. SOARES, A. C.; SOARES, J. C.; RODRIGUES, V. C.; OLIVEIRA JR., O. N. DE; MATTOSO, L. H. C. Controlled molecular architectures in microfluidic immunosensors for detecting *Staphylococcus aureus*. **Analyst**, v. 145, n. 18, p.6014-6023, 2020 (11101) - Fator de Impacto em 2019: 3,978.

237. PINTO, G. M. ; SILVA, G. DA C.; FECHINE, G. J. M. Effect of exfoliation medium on the morphology of multi-layer graphene oxide and its importance for Poly(Ethylene terephthalate) based nanocomposites. **Polymer Testing**, v. 90, p. 106742, 2020 (11103) - Fator de Impacto em 2019: 3,275.

238. CREMONEZZI, J. M. DE O. ; TIBA, D. Y.; DOMINGUES, S. H. Fast synthesis of delta-MnO<sub>2</sub> for a high-performance supercapacitor electrode. **SN Applied Science**, v. 2, n. 10, p. 1689, 2020 (11106) - Fator de Impacto em 2019: 0,000.

239. BARBOSA, J. R. ; PARANHOS, C. M.; ALVES, O. C.; CHECCA, N. R. ; PEÑA SERNA, J. D.; ROSSI, A. L.; SILVA, J.C.M. Low loading platinum dispersed on Ni/C nanoparticles as high active catalysts for urea electrooxidation reaction. **Electrochimica Acta**, v. 355, p. 136752, 2020 (11108) - Fator de Impacto em 2019: 6,215.

240. LOURENÇO, T. C. ; MELLO, L. R. DE; SILVA, B. B. S.; SILVA, E. R. DA Molecular structure and supramolecular assembly of a TGF- $\beta$ 1 mimetic oligopeptide. **Journal of Molecular Structure**, v. 1219, p. 128691, 2020 (11109) - Fator de Impacto em 2019: 2,463.
241. REZENDE, A. B. ; FONSECA, S. T.; MINICUCCI, D. J.; FERNANDES, F. DE M.; FARINA, P. F. DA S.; MEI, P. R. Residual Stress Characterization by X-Ray Diffraction and Correlation with Hardness in a Class D Railroad Wheel. **Journal of Materials Engineering and Performance**, v. 29, p. 6223–6227, 2020 (11113) - Fator de Impacto em 2019: 1,652.
242. CZAIKOSKI, A.; CUNHA, R. L. DA ; MENEGALLI, F. C. Rheological behavior of cellulose nanofibers from cassava peel obtained by combination of chemical and physical processes. **Carbohydrate Polymers**, v. 248, p. 116744, 2020 (11114) - Fator de Impacto em 2019: 7,182.
243. BASSI, M. DE J. ; BENATTO, L. ; WOUK, L. ; HOLAKOEI, S. ; OLIVEIRA, C. K. DE; ROCCO, M. L. M.; ROMAN, L. S. Correlation between structural and optical characteristics of conjugated copolymers differing by a Si bridge atom. **Physical Chemistry Chemical Physics**, v. 22, n. 35, p. 19923-19931, 2020 (11117) - Fator de Impacto em 2019: 3,430.
244. MIKHRALIEVA, A. ; ZAITSEV, V; TKACHENKO, O. ; NAZARKOVSKY, M. ; XING, Y. T.; BENVENUTTI, E. V. Graphene oxide quantum dots immobilized on mesoporous silica: preparation, characterization and electroanalytical application. **RSC Advances**, v. 10, n. 52, p. 31305-31315, 2020 (11119) - Fator de Impacto em 2019: 3,119.
245. ROMANO, M. ; UCHIYAMA, M. K. ; CARDOSO, R. M. ; TOMA, S. H. ; BAPTISTA, M. DA S.; ARAKI, K. Nitric oxide inhibition of lipopolysaccharide-stimulated RAW 247.6 cells by ibuprofen-conjugated iron oxide nanoparticles. **Nanomedicine**, v. 25, n. 15, p. 2475-2492, 2020 (11120) - Fator de Impacto em 2019: 4,300.
246. MENEGUIN, A. B. ; BARUD, H. DA S.; SABIO, R. M.; SOUSA, P. Z. DE ; MANIERI, K. F. ; FREITAS, L. A. P. DE ; PACHECO, G. ; ALONSO, J. D.; CHORILLI, M. Spray-dried bacterial cellulose nanofibers: A new generation of pharmaceutical excipient intended for intestinal drug delivery. **Carbohydrate Polymers**, v. 249, p. 116838, 2020 (11123) - Fator de Impacto em 2019: 7,182.
247. TIBOLLA, H.; CZAIKOSKI, A.; PELISSARI, F. M.; MENEGALLI, F. C.; CUNHA, R. L. DA Starch-based nanocomposites with cellulose nanofibers obtained from chemical and mechanical treatments. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 161, p. 132-146, 2020 (11124) - Fator de Impacto em 2019: 5,162.
248. VARAS, L. R.; FANTUZZI, F.; COUTINHO, L. H.; BERNINI, R. B.; NASCIMENTO, M. A. C. DO; SOUZA, G. G. B. DE Are disulfide bonds resilient to double ionization? Insights from coincidence spectroscopy and ab initio calculations. **RSC Advances**, v. 10, n. 58, p. 35039-35048, 2020 (11132) - Fator de Impacto em 2019: 3,119.
249. PERDOMO, C. P. F. ; SUAREZ, A. V. ; GUNNEWIEK, R. F. K. ; KIMINAMI, C. S. Low temperature synthesis of high purity nanoscaled BiFeO<sub>3</sub> by a fast polymer solution method and their ferromagnetic behavior. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 849, p. 156564, 2020 (11139) - Fator de Impacto em 2019: 4,650.
250. ALVES, R. S. ; SIGOLI, F. A.; MAZALI, I. O. Aptasensor based on a flower-shaped silver magnetic nanocomposite enables the sensitive and label-free detection of troponin I (cTnI) by SERS. **Nanotechnology**, v. 31, n. 50, p. 505505, 2020 (11148) - Fator de Impacto em 2019: 3,551.
251. GARCIA, B. B. M. ; MERTINS, O.; SILVA, E. R. DA; MATHEWS, P. D.; HAN, S. W. Arginine-modified chitosan complexed with liposome systems for plasmid DNA delivery. **Colloids and Surfaces B-Biointerfaces**, v. 193, p. 111131, 2020 (11149) - Fator de Impacto em 2019: 4,389.
252. STOEBERL, V.; GUEDES, E. B.; ABBATE, M.; ABUD, F.; JARDIM, R. DE F.; MOSSANEK, R. J. O. Charge screening effects in the resonant photoemission of Rh<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, RuO<sub>2</sub>, and MoO<sub>2</sub>. **Physical Review B**, v. 110, n. 15, p. 155112, 2020 (11150) - Fator de Impacto em 2019: 3,575.
253. MORAIS, A. F.; SILVA, I. G. N. DA ; LIMA, B. C. ; GARCIA, F. A. ; MUSTAFA, D. Coordination of Eu<sup>3+</sup> Activators in ZnAlEu Layered Double Hydroxides Intercalated by Isophthalate and

- Nitrilotriacetate. **ACS Omega**, v. 5, n. 37, p. 23778-23785, 2020 (11152) - Fator de Impacto em 2019: 2,870.
254. MELO JR., M. A. DE; CENTURION, H. A. ; LUCAS, T. T. A. ; MUCHE, D. N. F. ; SOUZA, F. L. DE; GONÇALVES, R. V. Pseudobrookite Fe<sub>2</sub>TiO<sub>5</sub> Nanoparticles Loaded with Earth-Abundant Nanosized NiO and Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Cocatalysts for Photocatalytic O<sub>2</sub> Evolution via Solar Water Splitting. **ACS Applied Nano Materials**, v. 3, n. 9, p. 9303-9317, 2020 (11153) - Fator de Impacto em 2019: 0,000.
255. CAMARGO, S.; MULINARI, E. J. ; ALMEIDA, L. R. DE ; BERNARDES, A.; PRADE, R. A.; SILVA, W. J. G. DA ; SEGATO, F.; MUNIZ, J. R. C. Functional and structural characterization of an  $\alpha$ -D-arabinofuranosidase from *Thermothielavioides terrestris* and its exquisite domain-swapped  $\beta$ -propeller fold crystal packing. **BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA-PROTEINS AND PROTEOMICS**, v. 168, n. 12, p. 140533, 2020 (11155) - Fator de Impacto em 2019: 2,371.
256. TANCREDI, P.; ROJAS, P. C. R.; VEIGA, L. S. ; GARATE, O.; SOCOLOVSKY, L.M.; MURACA, D.; YBARRA, G. Magnetic mesoporous silica nanospheres with dual probe & release fluorescent functionality. **Nanotechnology**, v. 31, n. 49, p. 495603, 2020 (11158) - Fator de Impacto em 2019: 3,551.
257. FERREIRA, R. S.; LIRA, A. L.; SOUSA, A. A. Quantitative mechanistic model for ultrasmall nanoparticle–protein interactions. **Nanoscale**, v. 12, n. 37, p. 19230-19240, 2020 (11159) - Fator de Impacto em 2019: 6,895.
258. RODRIGUES, L. A. ; ISAAC, A. C.; FIGUEIREDO, R. B. ; MALACHIAS, A. Retrieving the configuration of grain boundary structure in polycrystalline materials by extraordinary X-ray reflection analysis. **Journal of Applied Crystallography**, v. 53, n. 4, p. 1006-1014, 2020 (11160) - Fator de Impacto em 2019: 2,995.
259. JORA, M. Z.; SOUZA, R. N. DE ; SABADINI, E. Role of F, Cl, Br and I in the wormlike micelles formation when combining C14TAB with 4-halogenbenzoates. **Journal of Molecular Liquids**, v. 315, p. 113744, 2020 (11161) - Fator de Impacto em 2019: 5,065.
260. THILL, A. S.; LOBATO, F. O.; VAZ, M. DE O.; FERNANDES, W. P.; CARVALHO, V. E. DE; SOARES, E. A.; POLETTO, F. S.; TEIXEIRA, S. R.; BERNARDI, F. Shifting the band gap from UV to visible region in cerium oxide nanoparticles. **Applied Surface Science**, v. 528, p. 146860, 2020 (11163) - Fator de Impacto em 2019: 6,182.
261. MESSA, L. L. ; FAEZ, R. Spray-dried chitosan/nanocellulose microparticles: synergistic effects for the sustained release of NPK fertilizer. **Cellulose**, v. 27, p. 10077–10093, 2020 (11166) - Fator de Impacto em 2019: 4,210.
262. MAGALHÃES, D. C. C. ; CINTHO, O. M. ; RUBERT, J. B. ; SORDI, V. L. ; KLIAUGA, A. M. The role of shear strain during Accumulative Roll-Bonding of multilayered composite sheets: Pattern formation, microstructure and texture evolution. **Materials Science and Engineering A-Structural Materials Properties Microstructure and Processing**, v. 796, p. 140055, 2020 (11167) - Fator de Impacto em 2019: 4,652.
263. RODRIGUES, B. S.; ALMEIDA, V. A.; CLAUDINO, C. H.; PONCE-DE-LEON, C.; BAVYKIN, D. V.; SOUZA, J. S. DE Direct polymerization of polyheptazine in the interlamellar spaces of titanate nanotubes enhances visible-light response. **Journal of Nanostructure in Chemistry**, v. 10, p. 363–376, 2020 (11177) - Fator de Impacto em 2019: 4,077.
264. MODA, M. D.; BRISO, A. L. F. ; OLIVEIRA, R. P. DE ; PINI, N. I. P. ; GONÇALVES, D. F. M. ; SANTOS, P. H. DOS; FAGUNDES, T. C. Effects of different toothpastes on the prevention of erosion in composite resin and glass ionomer cement enamel and dentin restorations. **Journal of Applied Oral Science**, v. 28, p. e20200493, 2020 (11178) - Fator de Impacto em 2019: 1,797.
265. GUASTI, P. N. ; SOUZA, F. F. DE; SCOTT, C.; PAPA, P. M. ; CAMARGO, L. S. DE ; SCHMITH, R. A. ; MONTEIRO, G. A. ; HARTWIG, F. P. ; PAPA, F. O. Equine seminal plasma and sperm membrane: Functional proteomic assessment. **Theriogenology**, v. 156, p. 70-81, 2020 (11180) - Fator de Impacto em 2019: 2,094.

266. MACIEL, M. V. DE O. B.; ALMEIDA, A. DA R. ; MACHADO, M. H. ; ELIAS, W. C.; ROSA, C. G. DA; TEIXEIRA, G. L. ; NORONHA, C. M. ; BERTOLDI, F. C. ; NUNES, M. R.; ARMAS, R. D. DE ; BARRETO, P. L. M. Green synthesis, characteristics and antimicrobial activity of silver nanoparticles mediated by essential oils as reducing agents. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 28, p. 101746, 2020 (11181) - Fator de Impacto em 2019: 0,000.
267. MARQUINA, A. R. ; MOVILLA, F. ; MONTILVA, O. C. S. ; RENTSCHLER, E. ; CARRELLA, L. ; ALBORES, P. ; DI SALVO, F. Nickel(II) complexes based on L-amino-acid-derived ligands: synthesis, characterization and study of the role of the supramolecular structure in carbon dioxide capture. **Acta Crystallographica Section B-Structural Science Crystal Engineering and Materials**, v. 76, n. 5, p. 825-838, 2020 (11183) - Fator de Impacto em 2019: 2,048.
268. LIRA, A. L.; FERREIRA, R. S.; OLIVA, M. L. V.; SOUSA, A. A. Regulation of Thrombin Activity with Ultrasmall Nanoparticles: Effects of Surface Chemistry. **Langmuir**, v. 36, n. 7, p. 7991-8001, 2020 (11185) - Fator de Impacto em 2019: 3,557.
269. MAIA, R. A. ; CARNEIRO, L. S. DE A. ; CIFUENTES, J. M. C. ; BUARQUE, C. D. ; ESTEVES, P. M.; PERCEBOM, A. M. Small-angle X-ray scattering as a multifaceted tool for structural characterization of covalent organic frameworks. **Journal of Applied Crystallography**, v. 53, n. 5, p.1376-1386, 2020 (11187) - Fator de Impacto em 2019: 2,995.
270. DECANDIO, C. C.; VASSILIADES, S. V. ; GERBELLI, B. B. ; AGUILAR, A. M. ; ALVES, W. A. Hybrid Hydrogels Based on Polyethylene Glycol Bioconjugated with Silylated-Amyloidogenic Peptides. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 31, n. 11, p. 2200-2210, 2020 (11226) - Fator de Impacto em 2019: 1,399.
271. SOUZA, P. M. DE; INOCÊNCIO, C. V. M.; PEREZ, V. I. ; RABELO NETO, R. C.; GONÇALVES, V. O. O. ; JACOBS, G.; RICHARD, F. ; SILVA, V. T. DA; NORONHA, F. B. Hydrodeoxygenation of phenol using nickel phosphide catalysts. Study of the effect of the support. **Catalysis Today**, v. 356, p. 366-375, 2020 (11227) - Fator de Impacto em 2019: 5,825.
272. RIBEIRO, I. C. A. ; TEODORO, J. C. ; GUILHERME, L. R. G.; MELO, L. C. A. Hydroxyl-eggshell: A novel eggshell byproduct highly effective to recover phosphorus from aqueous solutions. **Journal of Cleaner Production**, v. 274, p. 123042, 2020 (11228) - Fator de Impacto em 2019: 7,246.
273. BUENO, C. Z.; APOLINÁRIO, A. C. ; DURO-CASTANHO, A. ; POMA, A.; PESSOA JR., A.; RANGEL-YAGUI, C. O.; BATTAGLIA, G. L-Asparaginase Encapsulation into Asymmetric Permeable Polymersomes. **ACS Macro Letters**, v.9, n.10, p.1471-1477, 2020 (11232) - Fator de Impacto em 2019: 6,042.
274. MASOUMI, M.; BÉRES, M.; HERCULANO, L. F. G. ; LOUREIRO, R. DE C. P.; ABREU, H. F. G. DE Microstructure and Crystallographic Texture Changes under Torsion Loading of Pearlitic Steel Strips. **Journal of Materials Engineering and Performance**, v.29, p. pages7250–7259, 2020 (11233) - Fator de Impacto em 2019: 1,652.
275. SILVA, C. A. P. DA ; KAKITANI, R. ; CANTE, M. V.; BRITO, C. C.; GARCIA, A.; SPINELLI, J. E.; CHEUNG, N. Microstructure, phase morphology, eutectic coupled zone and hardness of Al-Co alloys. **Materials Characterization**, v. 169, p. 110617, 2020 (11234) - Fator de Impacto em 2019: 3,562.
276. PADULA, I.D.; SANTOS, B. M. A. ; RODRIGUES, A. P. H.; GASTELOIS, P. L.; MENDES, I. M. DE C. ; PORTILHO, M. DE F.; OLIVEIRA, L. C. A.; OLIVEIRA, C. DE C. Niobium-modified hydrotalcite catalysts: Sustainable conversion of waste glycerol to valuable chemicals. **APPLIED CATALYSIS A-GENERAL**, v. 606, p. 117814, 2020 (11236) - Fator de Impacto em 2019: 5,006.
277. ALENCAR, C. S. L.; PAIVA, A. R. N.; SILVA, J.C.M.; VAZ, J. M. ; SPINACÉ, E.V. One-Step Synthesis of AuCu/TiO<sub>2</sub> Catalysts for CO Preferential Oxidation. **Materials Research-Ibero-american Journal of Materials**, v. 23, n. 5, p.e20200181, 2020 (11237) - Fator de Impacto em 2019: 1,468.

278. FERREIRA, W. C. ; RODRIGUES, G. L. C.; ARAÚJO, B. S. ; AGUIAR, F. A. A. DE ; SILVA, A. N. A. A. DE; FECHINE, P. B. A.; PASCHOAL, C. W. A.; AYALA, A. P. Pressure-induced structural phase transitions in the multiferroic four-layer Aurivillius ceramic Bi<sub>5</sub>FeTi<sub>3</sub>O<sub>15</sub>. **Ceramics International**, v. 46, n. 11, p. 18056-18062 , 2020 (11239) - Fator de Impacto em 2019: 3,830.
279. ARAÚJO, M. S. ; PAULO, O. L. DE O. H.; PARANZINI, C. S. ; SCOTT, C.; CODOGNOTO, V. M. ; DELL'AQUA, C. DE P. F. ; PAPA, F. O. ; SOUZA, F. F. DE Proteomic data of seminal plasma and spermatozoa of four purebred dogs. **Data in Brief**, v. 30, p. 105498, 2020 (11240) - Fator de Impacto em 2019: 0,000.
280. NUNES, W. G. ; VICENTINI, R. ; FREITAS, B. G. A. ; OLIVEIRA, F. E. R.; MARQUE, A. M. P. DE ; MACIEL FILHO, R.; DOUBEK, G. ; SILVA, L. M. DA ; ZANIN, H. G. Pseudo-capacitive behavior of multi-walled carbon nanotubes decorated with nickel and manganese (hydr)oxides nanoparticles. **Journal of Energy Storage**, v. 31, p.101583, 2020 (11241) - Fator de Impacto em 2019: 3,762.
281. FONSECA, R. O. DE ; GARRIDO, G. S. ; RABELO NETO, R. C.; SILVEIRA, E. B.; SIMÕES, R. DE C. C. ; MATTOS, L. V.; NORONHA, F. B. Study of the effect of Gd-doping ceria on the performance of Pt/GdCeO<sub>2</sub>/ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> catalysts for the dry reforming of methane. **Catalysis Today**, v. 355, p. 737-745, 2020 (11242) - Fator de Impacto em 2019: 5,825.
282. FREITAS, G. S. ; PIVA, M. M.; GROSSI, R. M. ; JESUS, C. B. R.; SOUZA, J. C.; CHRISTOVAM, D. S.; OLIVEIRA JR., N. F. DE; ADRIANO, C.; LYNN, J. W.; PAGLIUSO, P. G. Tuning the crystalline electric field and magnetic anisotropy along the CeCuBi<sub>2</sub>-xSbx series. **Physical Review B**, v. 102, n. 15, p.155129, 2020 (11244) - Fator de Impacto em 2019: 3,575.
283. MELO, P. T. S. ; OTONI, C. G.; BARUD, H. DA S.; AOUADA, F. A. ; MOURA, M. R. DE Upcycling Microbial Cellulose Scraps into Nanowhiskers with Engineered Performance as Fillers in All-Cellulose Composites. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v. 12, n.41, p. 46661-46666, 2020 (11245) - Fator de Impacto em 2019: 8,758.
284. REZENDE, A. B. ; FONSECA, S. T.; FERNANDES, F. DE M.; MIRANDA, R. S. ; GRIJALBA, F. A. F. ; FARINA, P. F. DA S.; MEI, P. R. Wear behavior of bainitic and pearlitic microstructures from microalloyed railway wheel steel. **Wear**, v. 456, p. 203377, 2020 (11246) - Fator de Impacto em 2019: 4,108.
285. NUNES, W. G. ; FREITAS, B. G. A. ; BERALDO, R. M. ; MACIEL FILHO, R.; SILVA, L. M. DA ; ZANIN, H. G. A rational experimental approach to identify correctly the working voltage window of aqueous-based supercapacitors. **Scientific Reports**, v.10, n.1, p.19195, 2020 (11247) - Fator de Impacto em 2019: 3,998.
286. SOUSA, G. P. DE ; OLIVEIRA, C. S. DE; TEIXEIRA-NETO, E.; SIGOLI, F. A.; MAZALI, I. O. Au–CeO<sub>2</sub>-based nanocatalysts supported on SBA-15 for preferential oxidation of carbon monoxide (PrOx-CO). **New Journal of Chemistry**, v.44, n.44, p.19028-19036, 2020 (11249) - Fator de Impacto em 2019: 3,288.
287. OROPEZA, F. E.; DZADE, N. Y.; PONS-MARTÍ, A. ; YANG, Z.; ZHANG, K. H. L. ; LEEUW, N. H. DE ; HENSEN, E. J. M. ; HOFMANN, J. P. Electronic Structure and Interface Energetics of CuBi<sub>2</sub>O<sub>4</sub> Photoelectrodes. **Journal of Physical Chemistry C**, v. 124, n. 41, p. 22416-22425, 2020 (11251) - Fator de Impacto em 2019: 4,189.
288. BILATTO, S. ; MARCONCINI, J. M. ; MATTOSO, L. H. C.; FARINAS, C. S. Lignocellulose nanocrystals from sugarcane straw. **Industrial Crops and Products**, v. 157, p. 112938, 2020 (11255) - Fator de Impacto em 2019: 4,244.
289. BELMONTE, G. K.; CENDRON, S. W. ; REDDY, P. G.; MOURA, C. A. DA S.; MOINUDDIN, M. G. ; PETER, J.; SHARMA, S. K. ; LANDO, G. A.; PUIATTI, M. ; GONSALVES, K. E.; WEIBEL, D. E. Mechanistic insights of Sn-based non-chemically-amplified resists under EUV irradiation. **Applied Surface Science**, v. 533, p.146553, 2020 (11256) - Fator de Impacto em 2019: 6,182.
290. SOARES, J. C.; MELENDEZ, M. E.; SOARES, A. C.; ARANTES, L. M. R. B. ; RODRIGUES, V. C.; CARVALHO, A. L.; REIS, R. M. ; MATTOSO, L. H. C.; OLIVEIRA JR., O. N. DE Detection of HPV16 in

cell lines deriving from cervical and head and neck cancer using a genosensor made with a DNA probe on a layer-by-layer matrix. **Materials Chemistry Frontiers**, v. 4, n.11, p.3258-3266, 2020 (11283) - Fator de Impacto em 2019: 6,788.

291. BATAGLIOLI, R. A. ; ROCHA NETO, J. B. M. ; LEÃO, B. S. ; GERMINIANI, L. G. L.; TAKETA, T. B.; BEPPU, M. M. Interplay of the Assembly Conditions on Drug Transport Mechanisms in Polyelectrolyte Multilayer Films. **Langmuir**, v. 36, n. 42, p. 12532-12544, 2020 (11286) - Fator de Impacto em 2019: 3,557.

292. FONSECA, L. R. ; SANTOS, T. P. DOS; CZAİKOSKI, A.; CUNHA, R. L. DA Modulating properties of polysaccharides nanocomplexes from enzymatic hydrolysis of chitosan. **Food Research International**, v. 137, p. 109642, 2020 (11289) - Fator de Impacto em 2019: 4,972.

293. CRUZ, L. ; TEIXEIRA, M. M. ; TEODORO, V. ; JACOMACI, N. ; LAIER, L. O. ; ASSIS, M. DE; MACEDO, N. G.; TELLO, A. C. M. ; SILVA, L. F. DA; MARQUES, G. E.; ZAGHETE, M. A.; TEODORO, M. D.; LONGO, E. Multi-dimensional architecture of Ag/a-Ag<sub>2</sub>WO<sub>4</sub> crystals: insights into microstructural, morphological, and photoluminescence properties. **CrystEngComm**, v.22, n. 45, p. 7903-7917, 2020 (11290) - Fator de Impacto em 2019: 3,117.

294. KHAN, Z. U. ; UCHIYAMA, M. K. ; SANCHEZ, E. M. R.; KHAN, L. U.; REIS, L. C. ; NAKAMURA, M.; GOTO, H; SOUZA, A. O. DE ; ARAKI, K.; BRITO, H. F.; GIDLUND, G. A. Orange-Emitting ZnSe:Mn<sup>2+</sup> Quantum Dots as Nanoprobes for Macrophages. **ACS Applied Nano Materials**, v. 3, n.10, p.10399-10410, 2020 (11292) - Fator de Impacto em 2019: 0,000.

295. RIBEIRO, W. C. DE O.; LOBOSCO, V.; MARTINEZ, P. F. M. Solubility Parameters Analysis of Eucalyptus urograndis Kraft Lignin. **BioResources**, v. 15, n. 4, p. 8577-8600, 2020 (11295) - Fator de Impacto em 2019: 1,409.

296. COSTA, R. C.; SOUZA, J. G. S. ; CORDEIRO, J. M. ; BERTOLINI, M. ; AVILA, E. D. DE ; LANDERS, R.; RANGEL, E. C.; FORTULAN, C. A. ; RETAMAL-VALDES, B. S.; CRUZ, N. C. DA; FERES, M.; BARÃO, V. A. R. Synthesis of bioactive glass-based coating by plasma electrolytic oxidation: Untangling a new deposition pathway toward titanium implant surfaces. **Journal of Colloid and Interface Science**, v.579, p.680-698, 2020 (11296) - Fator de Impacto em 2019: 7,489.

297. SOUZA, L. M. P. DE; SOUZA, F. R. DE ; REYNAUD, F. ; PIMENTEL, A.S. Tuning the hydrophobicity of a coarse grained model of 1,2-dipalmitoyl-sn-glycero-3-phosphatidylcholine using the experimental octanol-water partition coefficient. **Journal of Molecular Liquids**, v. 319, p. 114132, 2020 (11298) - Fator de Impacto em 2019: 5,065.

298. LAGES, E. B. ; FERNANDES, R. S.; SILVA, J. DE O.; MALACHIAS, A.; CASSALI, G. D. ; BARROS, A. L. B.; FERREIRA, L. A. M. Co-delivery of doxorubicin, docosahexaenoic acid, and alpha-tocopherol succinate by nanostructured lipid carriers has a synergistic effect to enhance antitumor activity and reduce toxicity. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 132, p.110876, 2020 (11302) - Fator de Impacto em 2019: 4,545.

299. AOALSSTEINSSON, H. M. ; LIMA, F. A.; GALUPPO, C.; ABBEHAUSEN, C. Evaluation of cobalt complexes with tripod ligands for zinc finger targeting. **Dalton Transactions**, v. 49, n. 45, p. 16143-16153, 2020 (11303) - Fator de Impacto em 2019: 4,174.

300. ALVES, Y. G. S. ; SAMPAIO, D. V.; SANTOS, J. C. A. DOS; REZENDE, M. V. DOS S.; SOUZA, N. R. S.; KUCERA, C.; BALLATO, J.; SILVA, R. S. DA Laser sintering and optical characterization of SrAl<sub>2</sub>-xBxO<sub>4</sub>:Eu, Dy ceramics. **Optik**, v. 221, p. 165338, 2020 (11306) - Fator de Impacto em 2019: 2,187.

301. DURRUTHY, M. G. ; SCANAVACHI, G; RIAL, R. ; LIU, Z. ; CORDEIRO, M. N. D. S. ; ITRI, R.; RUSO, J. N. Mapping the underlying mechanisms of fibrinogen benzothiazole drug interactions using computational and experimental approaches. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 163, p.730-744, 2020 (11307) - Fator de Impacto em 2019: 5,162.

302. THILL, A. S.; FIGUEIREDO, W. T. DE ; LOBATO, F. O.; VAZ, M. DE O.; FERNANDES, W. P.; CARVALHO, V. E. DE; SOARES, E. A.; POLETTO, F. S.; TEIXEIRA, S. R.; BERNARDI, F. New horizons

- in photocatalysis: the importance of mesopores for cerium oxide. **Journal of Materials Chemistry A**, v. 8, n.46, p. 24752-24762, 2020 (11309) - Fator de Impacto em 2019: 11,301.
303. CONGRAINS, A.; NIEMANN, F. S.; DUARTE, A. DA S. S.; FERRO, K. P. V. ; SAAD, S. T. O. Novel Non-Coding Transcript in NR4A3 Locus, LncNR4A3, Regulates RNA Processing Machinery Proteins and NR4A3 Expression. **Frontiers in Oncology**, v.10, n.569668, 2020 (11310) - Fator de Impacto em 2019: 4,848.
304. NOGUEIRA, P. F. M. ; MARANGONI, V. S.; ZUCOLOTTO, V. The aspect ratio of gold nanorods as a cytotoxicity factor on *Raphidocelis subcaptata*. **Environmental Research**, v. 191, p. 110133, 2020 (11316) - Fator de Impacto em 2019: 5,715.
305. SANTOS, A. O. ; SILVA, J.C.M.; ANTONIASSI, R. M.; PONZIO, E. A.; ALVES, O. C. The formate electrooxidation on Pt/C and PtSnO<sub>2</sub>/C nanoparticles in alkaline media: The effect of morphology and SnO<sub>2</sub> on the platinum catalytic activity. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 45, n. 58, p. 33895-33905, 2020 (11317) - Fator de Impacto em 2019: 4,939.
306. FEIJÓ, T. O. ; ROLIM, G. K.; CORRÊA, S. A.; RADTKE, C.; SOARES, G. V. Thermally driven hydrogen interaction with single-layer graphene on SiO<sub>2</sub>/Si substrates quantified by isotopic labeling. **Journal of Applied Physics**, v. 128, n.22, p. 225702, 2020 (11318) - Fator de Impacto em 2019: 2,286.
307. SEPULCHRO, A. G. V.; PELLEGRINI, V. O. A.; BRIGANTI, L. ; ARAÚJO, E. A.; ARAUJO, S. S. DE; POLIKARPOV, I. Transformation of xylan into value-added biocommodities using *Thermobacillus composti* GH10 xylanase. **Carbohydrate Polymers**, v. 247, p. 116714, 2020 (11319) - Fator de Impacto em 2019: 7,182.
308. SCHMARSOW, R. N. ; DELL'ERBA, I. E.; VILLAOLA, M. S. ; HOPPE, C. E.; ZUCCHI, I. A.; SCHROEDER, W. F. Effect of Light Intensity on the Aggregation Behavior of Primary Particles during In Situ Photochemical Synthesis of Gold/Polymer Nanocomposites. **Langmuir**, v.36, n. 46, p. 13759-13768, 2020 (11324) - Fator de Impacto em 2019: 3,557.
309. OLIVEIRA, R. P. DE ; TANG, J. ; PERCEBOM, A. M.; PETZOLD, C. L.; TAM, K. C.; LOH, W. Effect of Molecular Architecture and Composition on the Aggregation Pathways of POEGMA Random Copolymers in Water. **Langmuir**, v.36, n. 49, p. 15018-15029, 2020 (11325) - Fator de Impacto em 2019: 3,557.
310. FONTANA, L. A.; ALMEIDA, M. P. ; ALCÂNTARA, A. F. P.; RIGOLIN, V. H.; RIBEIRO, M. A.; BARROS, W. P.; MEGIATTO JR., J. D. Ru(II)Porphyrinate-based molecular nanoreactor for carbene insertion reactions and quantitative formation of rotaxanes by active-metal-template syntheses. **Nature Communications**, v.11, n. 1, p. 6370, 2020 (11326) - Fator de Impacto em 2019: 12,121.
311. CATIVA, N. M. ; DELL'ERBA, I. E.; WAIMAN, C. V. ; ARENAS, G. F.; CEOLÍN, M. R.; GIOVANETTI, L. J.; RAMALLO-LÓPEZ, J. M.; ELICABE, G. E.; HOPPE, C. E. Tuning the Photothermal Effect of Carboxylated-Coated Silver Nanoparticles through pH-Induced Reversible Aggregation. **Langmuir**, v.36, n. 46, p. 13998-14008, 2020 (11328) - Fator de Impacto em 2019: 3,557.
312. MACHADO, M. ; DANTAS, I. L. ; GALVÃO, J. G. ; LIMA, A. D. ; GONSALVES, J. K. ; ALMEIDA, E. D. P. ; ARAUJO, G. R. S. DE ; LEAL, L. B.; SARMENTO, V. H. V.; NUNES, R. S.; LIRA, A. A. M. Microemulsion systems to enhance the transdermal permeation of ivermectin in dogs: A preliminary in vitro study. **Research in Veterinary Science**, v. 133, p. 31-38, 2020 (11333) - Fator de Impacto em 2019: 1,892.
313. CAPAZ, R. S. ; MEDEIROS, E. M. DE; FALCO, D. G.; SEABRA, J. E. A.; OSSEWEIJER, P.; POSADA, J. A. Environmental trade-offs of renewable jet fuels in Brazil: Beyond the carbon footprint. **Science of the Total Environment**, v. 714, p. 136696, 2020 (11335) - Fator de Impacto em 2019: 6,551.
314. GERBELLI, B. B. ; OLIVEIRA, C. L. P.; SILVA, E. R. DA; HAMLEY, I. W.; ALVES, W. A. Amyloid Formation by Short Peptides in the Presence of Dipalmitoylphosphatidylcholine Membranes. **Langmuir**, v.36, n.48, p.14793-14801, 2020 (11338) - Fator de Impacto em 2019: 3,557.

315. SALVADOR, G. H. M.; BORGES, R. J.; EULÁLIO, M. M. C.; SANTOS, L. D.DOS; FONTES, M. R. DE M. Biochemical, pharmacological and structural characterization of BmooMP-I, a new Pel metalloproteinase from Bothrops moojeni venom. **Biochimie**, v.179, p. 54-64, 2020 (11339) - Fator de Impacto em 2019: 3,413.
316. HOLAKOEI, S. ; VEIGA, A. G.; TURCI, C. C.; NEVES, M. F. F. DAS ; WOUK, L. ; DAMASCENO, J. P. V.; ZARBIN, A. J. G.; ROMAN, L. S.; ROCCO, M. L. M. Conformational and Electron Dynamics Changes Induced by Cooling Treatment on GO:PEDOT:PSS Transparent Electrodes. **Journal of Physical Chemistry C**, v.124, n. 49, p. 26640-26647, 2020 (11340) - Fator de Impacto em 2019: 4,189.
317. SILVA, P. M. M. DA ; CAMPAROTTO, N. G. ; NEVES, T. F. DE ; LIRA, K. T. G. ; MASTELARO, V. R.; PICONE, C. S. F.; PREDIGER, P. Effective removal of basic dye onto sustainable chitosan beads: Batch and fixed-bed column adsorption, beads stability and mechanism. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, v.18, p. 100348, 2020 (11341) - Fator de Impacto em 2019: 3,294.
318. MARCOS, F. C. F.; LIN, L. ; BETANCOURT, L. E. ; SENANAYAKE, S. D. ; RODRIGUEZ, J. A.; GIUDICI, R. ; ASSAF, E. M. Insights into the methanol synthesis mechanism via CO<sub>2</sub> hydrogenation over Cu-ZnO-ZrO<sub>2</sub> catalysts: Effects of surfactant/Cu-Zn-Zr molar ratio. **Journal of CO<sub>2</sub> Utilization**, v.41, p. 101215, 2020 (11343) - Fator de Impacto em 2019: 5,993.
319. BUZOLIN, R. H.; GUIMARÃES, L. H. M. ; ÁVILA, J. A. ; SILVA, E. P. DA ; TOLNAI, D. ; MENDIS, C. L. ; HORT, N. ; PINTO, H. C. Restoration Mechanisms at Moderate Temperatures for As-Cast ZK40 Magnesium Alloys Modified with Individual Ca and Gd Additions. **Crystals**, v.10, n.12, p. 1140, 2020 (11347) - Fator de Impacto em 2019: 2,404.
320. SILVA, N. S. M. DA; TORRICILLAS, M. DA S. ; MINARI, K.; BARBOSA, L. R. S.; SERAPHIM, T. V.; BORGES, J. C. Solution structure of Plasmodium falciparum Hsp90 indicates a high flexible dimer. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.690, p.108468, 2020 (11348) - Fator de Impacto em 2019: 3,391.
321. MICHELS, L.; FONSECA, C. L. S. DA ; MÉHEUST, Y.; ALTOÉ, M. A. S.; SANTOS, E. C. DOS ; GRASSI, G.; KNUDSEN, K. D.; DROPPA JR., R.; CAVALCANTI, L. P.; HUNVIK, K. W. B. ; FOSSUM, J. O.; SILVA, G. J. DA; BORDALLO, H. N. The Impact of Thermal History on Water Adsorption in a Synthetic Nanolayered Silicate with Intercalated Li<sup>+</sup> or Na<sup>+</sup>. **Journal of Physical Chemistry C**, v.124, n. 45, p. 24690-24703, 2020 (11349) - Fator de Impacto em 2019: 4,189.

## 2020 - Teses e Dissertações - Externas

1. PEREIRA, M. T. J. **Impactos do Cultivo Intensivo de Olerícolas em Longo Prazo na Mineralogia, Química e Estrutura de Latossolo Oxídico**. 2020. 159 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Ciência do Solo, Viçosa (10949).
2. MARTINS L. G. **Mathematical modelling of cellulase production and continuous production of enzymes under carbon-limited conditions by *Trichoderma harzianum* P49P11**. 2020. 143 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Campinas, FEQ - Departamento de Engenharia Química, Campinas (10950).
3. BABOS, D. V. **Calibration strategies for elemental determination using direct solid analysis by X-ray spectroscopy and Laserinduced breakdown spectroscopy**. 2020. 126 f. Tese (Doutorado em Química Analítica) - Universidade Federal de São Carlos, CCET - Departamento de Química, São Carlos (11190).
4. MARCHEZI, P. E. **Mixed cation and mixed Halide Perovskites solar cells: degradation analysis and modification with Graphene Oxide**. 2020. 157 f. Tese (Doutorado em Físico-Química) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química, Campinas (11191).
5. CALLEGARI, B. **Understanding the impact of microstructure on the response of titanium alloys to aging treatments**. 2020. 200 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Materiais) - Universidade de São Paulo, IFUSP - Departamento de Materiais e Mecânica, São Paulo (11192).
6. FIUZA, T. E. R. **The Role Of the Support in the Stabilization of the Metallic Phase in the Preferential Oxidation of CO (CO-Prox) Reaction**. 2020. 166 f. Tese (Doutorado em Química Inorgânica) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química, Campinas (11193).
7. NEGRETTE, A. C. R. **Grasas de Cupuassu y Karité como Alternativas a las Grasas Trans**. 2020. 309 f. Tese (Doutorado em Polímeros ) - Universidad de Buenos Aires, Instituto de Tecnología en Polímeros y Nanotecnología-ITPN, Buenos Aires (11195).
8. REZENDE, A. B. **Comparação da Resistência ao Desgaste Entre as Microestruturas Perlíticas e Bainíticas Obtidas de uma Mesma Roda Ferroviária**. 2020. 177 f. Tese (Doutorado em Materiais e Processos de Fabricação) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas (11196).
9. ALMEIDA, R. M. DE **Catálise de Oxidação da Água Promovida por Nanobastões de Óxido de Zinco Funcionalizados com Nanopartículas de Óxido-Hidróxido de Ferro(II) e L-Glicina**. 2020. 77 f. Tese (Doutorado em Química Inorgânica e Físico-Química) - Universidade Federal do ABC, Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia/Química, Santo André (11198).
10. CANEDA, C. M. **Estudo de Ligas Fe-NB-B Nanocristalinas Eutéticas Ultrafinas e Laser Cladding de Pós Atomizados**. 2020. 139 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade Federal de São Carlos, DEMA - Departamento de Engenharia de Materiais, São Carlos (11199).
11. FEITOSA, A. L. M. **Efeito da Laminação aFrio na Reversão Parcial da Martensita em Austenita durante Tratamento Térmico de Envelhecimento de Aço Maraging 350**. 2020. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais) - Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, São Paulo (11200).
12. OLEKSZYSZEN, D. N. **Avaliação do Modo de Ação de Nanopartículas Bimetálicas Paládio/Cobre em Reações de Acoplamento Tipo Sonogashira**. 2020. 150 f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, CFM - Departamento de Química, Florianópolis (11201).
13. SILVA, B. C. DA **Ga-based III-V Semiconductor Nanowires: Growth, New Catalysts and Optical Properties**. 2020. 148 f. Tese (Doutorado em Física Aplicada) - Universidade Estadual de Campinas, IFGW - Departamento de Física, Campinas (11203).

14. BATISTON, W. P. **Explorando os fundamentos da cromatografia líquida e espectrometria de massas para integração entre proteômica, microfluídica e quimiometria.** 2020. 213 f. Tese (Doutorado em Química Analítica e Inorgânica) - Universidade de São Paulo, IQSC - Departamento de Química, São Carlos (11204).
15. PASSOS, Y. M. F. **Separação de Fase da Proteína Prion e o Papel de Aptâmeros de DNA e Íons Cobre.** 2020. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Farmácia, Rio de Janeiro (11205).
16. FERES, F. H. **Efeito de Cavidade de Fônons-Polárítions em Heteroestruturas Bidimensionais de hBN e G-hBN .** 2020. 63 f. Dissertação (Mestrado em Física Aplicada) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Araraquara (11206).
17. SILVA, W. A. DOS S. **Modificação morfológica de filmes finos ZnO através de ataque químico: estudo do efeito nas propriedades sensoras ao gás ozônio.** 2020. 71 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento, Caracterização e Aplicação de Materiais) - Universidade de São Paulo, EESC - Departamento de Engenharia de Materiais, São Carlos (11207).
18. KUTELAK, L. O. **High Pressures Magnetism of EuB6 Probed with X-Ray Spectroscopy Techniques.** 2020. 145 f. Dissertação (Mestrado em Física Aplicada) - Universidade Estadual de Campinas, IFGW - Departamento de Física, Campinas (11209).
19. SILVA JÚNIOR, E. C. DA **Selenium, Barium, Arsenic and Iodine in Brazil Nut Agroecosystems: Soil-Nut-Human Relationship.** 2020. 257 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciência do Solo, Lavras (11210).
20. SANTOS, M. I. **3D Printed Poly(Acrylic Acid)-F127-Cellulose Nanocrystal Hybrid Hydrogels for Nitric Oxide Delivery.** 2020. 97 f. Dissertação (Mestrado em Físico-Química) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química, Campinas (11211).
21. BORTH, K. W. **Óxidos de ferros obtidos a partir de descartes de aço aplicados na adsorção do corante vermelho congo.** 2020. 117 f. Dissertação (Mestrado em Química Aplicada) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Química, Guarapuava (11212).
22. VASCONCELOS, C. S. A. **Caracterização e Lixiviação do Rejeito da Usina de Flotação de Níquel da Mineração Mirabela.** 2020. 146 f. Dissertação (Mestrado em Tratamento de Minério) - Universidade Federal da Bahia, Departamento de Engenharia Química, Salvador (11213).
23. COSTA, R. F. **Sulfur speciation in a tropical soil under long-term no-till amended with lime and phosphogypsum .** 2020. 74 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade de São Paulo, ESALQ-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba (11214).
24. SILVA, A. M. DA **Aplicações de nanofios semicondutores para a investigação do efeito da N-acetilcisteína na bactéria Xylella fastidiosa.** 2020. 122 f. Tese (Doutorado em Física Aplicada) - Universidade Estadual de Campinas, IFGW - Departamento de Física, Campinas (11215).
25. FERREIRA, M. O. **Associação do N-Lauril Sarcosinato de Sódio com Diferentes Polímeros.** 2020. 155 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, IQ - Instituto de Química, Rio de Janeiro (11216).
26. OLZON-DIONYSIO, D. **Efeitos estruturais cristalográficos, hiperfinos do <sup>57</sup>Fe e magnéticos da nitretação a plasma em aço inoxidável austenítico.** 2020. 149 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia dos Materiais) - Centro de Desenvolvimento Tecnologia Nuclear, Laboratório de Química de Nanoestruturas, Belo Horizonte (11243).
27. QUITÁN- LARA, H. M. **Formation, Destruction and Identification of Complex Organic Molecules (COMs) in Circumstellar Environments.** 2020. 385 f. Tese (Doutorado em Astronomia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Observatório de Valongo - Departamento de Astronomia, Rio de Janeiro (11265).
28. BECKER-KERBER, B. **Paleobiology of the Itajaí Basin (Ediacaran, Santa Catarina, Brazil): Evolutionary, Paleocological and Taphonomical Implications.** 2020. 216 f. Tese (Doutorado

em Ecologia e Recursos Naturais.) - Universidade Federal de São Carlos, Progr Pós Graduação Ecologia e Recursos Naturais, São Carlos (11266).

29. OLIVEIRA, C. R. **Efeitos de Ciclos Térmicos na Microestrutura e Propriedades Mecânicas do Aço Inoxidável Superduplex ASTM A890/A890M - Grau 6A.** 2020. 183 f. Tese (Doutorado em Materiais e Processos de Fabricação) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas (11267).

30. BELMONTE, G. K. **Explorando a Radiação Eletromagnética na Modificação Superficial de Polímeros: da Degradação à Litografia EUV.** 2020. 173 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Materiais) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-graduação em Ciência dos Materiais, Porto Alegre (11269).

31. CRUZ, C. B. **DA Caracterização de ligas Bi-Ni e Bi-Ni-Sn para aplicação como Materiais de Interface Térmica.** 2020. 179 f. Tese (Doutorado em Materiais e Processos de Fabricação) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas (11271).

32. LIMA, T. S. **Estudo de Ligas do Sistema Bi-Sb para uso em dispositivos eletrônicos.** 2020. 146 f. Tese (Doutorado em Materiais e Processos de Fabricação) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas (11272).

33. FERREIRA, W. C. **Optical and Structural Properties of Perovskiterelated Structures Under Extreme Conditions of Pressure and Temperature.** 2020. 121 f. Tese (Doutorado em Física) - Universidade Federal do Ceará, Departamento de Física, FORTALEZA (11273).

34. CASTRO, M. P. J. **Valorização de cascas de laranja através de reatores anaeróbios mesofílicos de fases separadas para produção de biogás.** 2020. 49 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, FEA - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas (11275).

35. MOREIRA, T. C. P. **Use of Ohmic Heating and Ultrasound for the Functionalization of Milk Proteins.** 2020. 181 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, FEA - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas (11276).

36. FERREIRA, R. C. C. **Engineering Molecular Nanostructures with Porphyrin Derivatives on Well-Defined Surfaces: The Role of Molecule-Substrate Interaction.** 2020. 131 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Estadual de Campinas, IFGW - Departamento de Física, Campinas (11277).

37. FERRÃO, V. **Compósitos de Poli(Hidróxibutirato-Co-Hidróxivalerato) e Fibras de Bagaço de Cana.** 2020. 93 f. Dissertação (Mestrado em Físico-Química) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química, Campinas (11278).

38. MARTINS, C. N. **Investigação do Potencial Terapêutico do Extrato Hidroalcoólico de Equisetum Giganteum L. em Modelo Experimental de Osteoporose Pós-Menopausa.** 2020. 171 f. Tese (Doutorado em Anatomia) - Universidade Estadual de Campinas, IB - Instituto de Biologia, Campinas (11279).

39. MOREIRA, E. A. **Aspectos Ecológicos e Moleculares da Digestão da Lignocelulose em Cupins Neotropicais (Isoptera: Termitidae: Syntermitinae).** 2020. 100 f. Tese (Doutorado em Evolução e Diversidade) - Universidade Federal do ABC, Centro de Ciências Naturais e Humanas, Santo André (11281).

40. NASCIMENTO, S. A. **Study of Elephant Grass Fractionation to Produce Biomaterials and Use of Salt Crystallization Pressure to Defibrillate the Plant Cell Wall.** 2020. 173 f. Tese (Doutorado em Físico-Química) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química, Campinas (11282).

41. JIMÉNEZ CHACÓN, S. **Desenvolvimento de tecnologia de fermentação para a produção de butanol a partir de hidrolisado hemicelulósico de bagaço de cana: integrando imobilização celular e batelada alimentada repetida.** 2020. 116 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Campinas, FEQ - Departamento de Engenharia Química, Campinas (11321).

42. BUENO, J. G. R. **Genetic engineering of *Saccharomyces cerevisiae* for co-fermentation of xylose and glucose to second-generation ethanol production.** 2020. 116 f. Dissertação (Mestrado em Genética de Microrganismos) - Universidade Estadual de Campinas, IB - Instituto de Biologia, Campinas (11330).

## ANEXO 5 - Recomendações da Comissão de Avaliação do Contrato de Gestão

**Recomendação:** Ao reconhecer os esforços do Centro na divulgação das atividades realizadas, a CAA recomenda a ampliação das estratégias de comunicação junto à comunidade científica e internacional.

**Providências:** o CNPEM reconhece a importância de fortalecer e ampliar sua estratégia de comunicação junto a determinados públicos, e tem empreendido esforços para aumentar a visibilidade do Centro para a comunidade científica e o público internacional. O isolamento social imposto pela pandemia de Covid-19 ao longo de 2020 trouxe restrições em atividades como o recebimento de visitantes no campus. Por outro lado, culminou no fortalecimento de ações de comunicação em plataformas digitais, com o uso de plataformas *online* para o desenvolvimento de eventos, visitas e *tours* virtuais. Ainda, trouxe maior visibilidade da instituição em *sites*, portais e redes sociais. Abaixo são destacadas algumas iniciativas adotadas pelo CNPEM em 2020 visando atingir esses públicos, bem como projetos futuros planejados para atender, com ainda maior eficiência, essa recomendação:

1. Contínuo aprimoramento dos *websites* institucionais, para que as plataformas digitais apresentem as instalações do CNPEM e as frentes de pesquisa de seus laboratórios de maneira sempre atualizada, em português e em inglês, visando uma melhor comunicação com seus usuários e comunidade acadêmica brasileira e internacional. O *website* do LNBR foi reformulado em 2020, com o objetivo de atender à nova estrutura do laboratório. Em apenas dois meses a nova página entrou em operação, com a transferência de *posts*, figuras e ferramentas e 100% do seu conteúdo bilíngue. O LNLS já possui todo seu conteúdo bilíngue, e está passando por reformulações de formato e conteúdo para retratar a nova estrutura organizacional do laboratório, bem como as novas linhas de luz e toda a infraestrutura de pesquisa do Sirius. Está em curso também o planejamento de um novo *website* para o LNNano, totalmente redesenhado e com versões em português e inglês. Os próximos passos incluem a reformulação dos *websites* do CNPEM e do LNBio.

2. A partir de março, com a pandemia da COVID-19, a comunicação do CNPEM reuniu esforços para prontamente adaptar os seus eventos científicos ao formato virtual, com o uso de plataformas *online*, a fim de resguardar a segurança de seus colaboradores, participantes e palestrantes. A partir de pesquisas técnicas de mercado e da troca de experiências com instituições congêneres, foram adotadas diferentes plataformas, de acordo com o perfil e as especificidades de cada evento, como Zoom, Microsoft Teams, Whova e YouTube. A adaptação dos eventos ao formato remoto permitiu dar continuidade ao aprimoramento e capacitação de pesquisadores e usuários das instalações do CNPEM, com a quebra das barreiras geográficas. Isso aumentou as possibilidades de participação de pesquisadores atuantes em regiões distantes do País e no exterior, além de estudantes de mestrado e doutorado, que puderam participar de eventos científicos de alto nível sem arcar com despesas de viagem e estadia. O uso de plataformas *online* fomentou a interação entre participantes e palestrantes em tempo real, e permitiu, ainda, atrair empresas patrocinadoras com o oferecimento de funcionalidades próprias de estandes virtuais e possibilidades de contato direto entre expositores e participantes. O sucesso na adaptação dos eventos para o modelo *online* se refletiu na avaliação positiva dos participantes. A comunicação se

debruça agora na busca de soluções para a realização de eventos híbridos (*online* e presencial), que abrirão oportunidades ainda maiores de trocas e internacionalização para os futuros eventos.

3. Em 2020 a comunicação do CNPEM realizou seus primeiros eventos científicos internacionais totalmente adaptados ao formato remoto, como o Workshop AgroEnviro (*Applications of Synchrotron Radiation for Foundational Science in Agricultural and Environmental Research*), a Conferência IBIC (*9th International Beam Instrumentation Conference*), e a RAU (30ª Reunião Anual de Usuários do LNL). Nos últimos anos, o Centro vem vencendo concorrências internacionais para sediar eventos de excelência em seu campus ao longo de 2021 e 2022, como as conferências internacionais IPAC 2021 (*International Particle Accelerator Conference*), PALS 2021 (*2nd International Pan American Light Sources for Agriculture*), SAS 2022 (*XVIII International Small-Angle Scattering Conference*) e VUVX 2022 (*41st International Conference on Vacuum Ultraviolet and X-ray Physics*). Esses eventos têm o apoio da comunicação desde o momento da proposta de candidatura, e sua realização deve aumentar a visibilidade do CNPEM na comunidade científica internacional.

4. Em 2020 foi lançada a terceira edição do anuário “Por dentro do CNPEM”, em versão bilíngue, com uma tiragem de 4000 exemplares. A publicação foi distribuída para mais de 2000 endereços nacionais e internacionais, entre universidades e centros de pesquisa, instituições de ensino, parceiros, empresas, embaixadas, organizações internacionais e governo brasileiro. A publicação foi divulgada também em versão digital, e está disponível para download e consulta na plataforma Issu.

5. Redes sociais com grande inserção nas comunidades acadêmica e internacional, como Twitter e LinkedIn, foram alimentadas com conteúdo em inglês, e a perspectiva é de ampliar ainda mais esses conteúdos em 2021. Como resultado desses esforços, o perfil do CNPEM no LinkedIn teve um aumento de 33% no número de seguidores em relação a 2019, tendo alcançado um total de 22.335 seguidores ao final de 2020. No Twitter, o perfil do CNPEM totalizou 2.034 seguidores, um aumento de 63% com relação a 2019.

6. Ao longo de 2020 algumas ações de divulgação na imprensa alcançaram destaque internacional, principalmente aquelas envolvendo pesquisas do CNPEM em COVID-19 e a abertura da primeira linha de luz do Sirius para pesquisadores. O CNPEM esteve presente em matérias publicadas em veículos de imprensa como Forbes, CERN, EurekAlert, além de sucursais brasileiras de veículos internacionais como CNN, Scientific American, BBC, Vice e Reuters. Ademais, o acordo estabelecido em dezembro entre o CNPEM e o CERN (Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear), um dos laboratórios líderes mundiais em física de partículas e uma importante agenda internacional para o CNPEM, teve destaque nos veículos UOL, G1, Exame, O Globo, Yahoo e Canaltech.

7. A Comunicação do CNPEM tem estreitado continuamente seu contato e aumentado sua participação na comunidade internacional Lightsources, que reúne e articula fontes de luz síncrotron, *free electron lasers* (FELs) e outras grandes instalações científicas mundiais. A troca de experiências por meio da comunidade Lightsources tem sido muito útil para o planejamento de ações de comunicação no contexto da pandemia de COVID-19, como a organização de *tours* e visitas virtuais e a realização de eventos remotos. Participamos da comunidade de maneira contínua, ainda, com o envio de notícias e *updates* sobre a nova fonte de luz síncrotron Sirius para publicação no boletim semanal do Lightsources, e com a publicação de vagas no *website* da associação, em busca de profissionais altamente especializados.

8. O CNPEM tem atendido prontamente a pedidos de veículos de imprensa e da própria comunidade científica para a participação de seus pesquisadores em *lives*, programas *online*, *podcasts* e *webinars*, nacionais e internacionais, voltados tanto para a comunidade científica quanto para o público geral. Essas participações normalmente contam com o apoio e o acompanhamento do time de comunicação, que busca garantir um discurso institucional coerente e alinhado com os objetivos da direção do CNPEM e de seus laboratórios nacionais.

9. As necessidades de isolamento social impostas pela pandemia do novo coronavírus obrigaram o CNPEM a reduzir drasticamente o número de visitas ao campus para garantir o isolamento social e evitar a disseminação do vírus. Para responder a essas limitações, o time de comunicação está desenvolvendo ferramentas *online* que permitam a visita remota às instalações do CNPEM, o que é particularmente útil em um contexto de restrição de viagens nacionais e internacionais. Uma dessas providências é a construção de um *tour* virtual, a ser disponibilizado *online*, que será lançado no primeiro semestre de 2021. Passarão a ser realizadas, ainda, visitas virtuais ao vivo, que terão como público-alvo estudantes e pesquisadores acadêmicos, brasileiros e estrangeiros.

## ANEXO 6 – Recomendações de Órgãos de Controle

### Projeto Sirius 2017 – CGU

Em junho de 2019, o CNPEM recebeu os auditores da Controladoria Geral da União (CGU), com o objetivo de avaliarem a aplicação dos recursos no Projeto Sirius. O Relatório de nº 201700901 foi recebido em abril de 2019 e apresentou as seguintes recomendações ao CNPEM:

**Constatação 1.1.2.1:** Plano de Ação inicial do Projeto Sirius apresentado sem o detalhamento prescrito na Portaria MCTI nº 967/2011. Alterações dos valores estimados para execução do Projeto Sirius sem que fosse apresentado um novo Plano de Ação e os respectivos orçamentos estimativos detalhados.

**Recomendação 1 / Monitor 182242 / e-AUD 810388:** Apresentar orçamento estimativo detalhado do Projeto Sirius a fim de demonstrar a razoabilidade dos valores definidos para o projeto conforme preceitua a Portaria MCTI nº 967/2011.

**Manifestação:** O CNPEM encaminhou na data de 08/01/2020 os esclarecimentos para avaliação da CGU.

**Status:** Atendida.

**Recomendação 2 / Monitor 182243 / e-AUD 810389:** Observar, na celebração de novos termos aditivos com MCTIC, o disposto na "Seção II - Dos procedimentos para a celebração de termos aditivos", da Portaria MCTI nº 967/2011, em especial no que tange à apresentação do Plano de Ação e o Quadro de indicadores e Metas, e as respectivas atualizações, quando for caso.

**Manifestação:** O CNPEM encaminhou na data de 29/11/2019 os esclarecimentos para avaliação da CGU.

**Status:** Atendida

**Constatação 1.1.2.2:** Falta de documentação que evidencie o aumento substancial nos custos para execução do Projeto Sirius.

**Recomendação 1 / Monitor 182245 / e-AUD 810390:** Providenciar orçamento detalhado atual do Projeto Sirius com vistas a possibilitar a avaliação da pertinência dos valores envolvidos em sua execução.

**Manifestação:** O CNPEM encaminhou na data de 09/12/2019 os esclarecimentos para avaliação da CGU.

**Status:** Atendida

**Constatação 1.1.2.3:** Ausência de publicidade às aquisições e/ou contratações realizadas para execução do Projeto Sirius. Falta de transparência na aplicação dos recursos públicos federais repassados ao CNPEM.

**Recomendação 1 / Monitor 182240 / e-AUD 810386:** Dar publicidade, na modalidade "transparência ativa", à sociedade dos produtos e gastos realizados no âmbito do Contrato de Gestão firmado com o MCTIC, conforme prescrito na LAI.

**Manifestação:** O CNPEM encaminhou na data de 09/12/2019 os esclarecimentos para avaliação da CGU.

**Status:** Atendida

**Recomendação 2 / Monitor 182241 / e-AUD 810387:** Publicar na página do CNPEM, na internet, as aquisições e/ou contratações já realizadas no âmbito do Projeto Sirius, na modalidade avaliação competitiva no âmbito do Projeto Sirius, assim como os respectivos contratos e/ou resultados a fim de dar a devida publicidade às aquisições efetuadas em observância ao disposto na LAI.

**Manifestação:** O CNPEM encaminhou na data de 09/12/2019 os esclarecimentos para avaliação da CGU.

**Status:** Atendida

**Constatação 1.1.2.4:** Ausência de detalhamento sobre quais bens adquiridos com recursos públicos federais repassados ao CNPEM são passíveis de registro com ou sem restrição. Ausência de informações quanto ao registro do imóvel onde está sendo construído o Sirius.

**Recomendação 1 / Monitor 182244 / e-AUD n/a:** Publicar no sítio eletrônico do CNPEM os relatórios trienais, apresentados ao Conselho de Administração, que demonstram os bens cedidos, alienados e adquiridos com recursos do contrato de gestão, com intuito de dar publicidade à sociedade dos gastos efetuados com recursos públicos federais na execução do contrato de gestão.

**Manifestação:** O CNPEM encaminhou na data de 30/04/2019 os esclarecimentos para avaliação da CGU.

**Status:** Em execução

**Recomendação 2 / Monitor 182247 / e-AUD 810392:** Normatizar o registro de bens adquiridos com recursos do Contrato de Gestão.

**Manifestação:** O CNPEM encaminhou na data de 07/11/2019 os esclarecimentos para avaliação da CGU.

**Status:** Atendida

**Recomendação 3 / Monitor 182248 / e-AUD 810393:** Obter parecer junto a consultoria jurídica do Ministério parecer sobre a forma de registro das instalações prediais do Sirius.

**Manifestação:** O CNPEM encaminhou na data de 07/11/2019 os esclarecimentos para avaliação da CGU.

**Status:** Atendida

**Constatação 1.1.2.5:** Rateio de despesas com pessoal do Projeto Sirius realizado sem considerar o impacto nos custos e metas do contrato de gestão.

**Recomendação 1 / Monitor 182246 / e-AUD 810391:** Detalhar o impacto, da utilização da metade das horas de trabalho de cerca de 75% dos funcionários do LNLS, e de alguns da administração, nas metas previstas no Contrato de Gestão e o respectivo impacto financeiro nos repasses de recursos públicos federais para a aplicação no LNLS.

**Manifestação:** O CNPEM encaminhou na data de 31/05/2019 os esclarecimentos para avaliação da CGU.

**Status:** Atendida

**Constatação 1.1.2.6:** Ausência de estudo que avaliasse o impacto do risco cambial no âmbito do Projeto Sirius.

**Recomendação 1 / Monitor 182239 / e-AUD 810385:** Realizar estudo que avalie o impacto do risco cambial na obra do Projeto Sirius.

**Manifestação:** O CNPEM encaminhou na data de 22/11/2019 os esclarecimentos para avaliação da CGU.

**Status:** Atendida

**Constatação 1.1.2.7:** Falhas nos processos de autorização e justificativas para os pagamentos antecipados, contrariando o § 5º do artigo 30, do Regulamento de Compras.

**Recomendação 1 / Monitor 182238 / e-AUD n/a:** Elaborar justificativas e autorizações para todos os pagamentos antecipados, conforme determina o Regulamento do CNPEM.

**Manifestação:** O CNPEM encaminhou na data de 29/07/2019 os esclarecimentos para avaliação da CGU.

**Status:** Atendida

**Constatação 1.1.2.8:** Falta de justificativa detalhada para utilização de empreitada por preço global na contratação da obra do Projeto Sirius.

**Recomendação 1 / Monitor 182236 / e-AUD 810383:** Elaborar justificativa detalhada que suporte a escolha do regime de contratação por empreitada global, mesmo se tratando de obra complexa (em que a empresa contratada apresentou proposta substancialmente diferente do orçamento do CNPEM), e as divergências entre as medições e as etapas definidas em contrato.

**Manifestação:** O CNPEM encaminhou na data de 29/07/2019 os esclarecimentos para avaliação da CGU.

**Status:** Atendida

**Constatação 1.1.2.9:** O CNPEM desconhece o valor que efetivamente economiza com o procedimento de faturamento direto adotado na contratação da obra do Projeto Sirius.

**Recomendação 1 / Monitor 182237 / e-AUD n/a:** Apresentar estudo que evidencie a economicidade na utilização do procedimento de faturamento direto na contratação da obra do Projeto Sirius.

**Manifestação:** O CNPEM encaminhou na data de 29/07/2019 os esclarecimentos para avaliação da CGU.

**Status:** Atendida

## Auditorias em andamento

### Projeto Sirius – TCU

Em setembro de 2020, o CNPEM recebeu o Ofício 49266/2020-TCU/Seproc do Tribunal de Contas da União – TCU, onde foi solicitado o encaminhamento de documentos que apresentassem informações atualizadas acerca do processo de descomissionamento do UVX e consequente comissionamento do Sirius, e do cronograma de desembolsos firmado no contrato de gestão entre o MCTIC e o CNPEM.

Até o momento não houve nenhuma recomendação acerca desta auditoria.

## Projeto Sirius e SisNano 2020 - CGU

Em setembro de 2020, o CNPEM recebeu os auditores da Controladoria Geral da União (CGU), com o objetivo de avaliarem a aplicação dos recursos no Projeto Sirius (continuação e atualização da auditoria de 2017) e do Projeto SisNano. Atualmente, a auditoria que segue com o nº de Processo 00190.102876/2020/51, está na fase final do envio de solicitação de auditoria para análises, com a expectativa do recebimento do Relatório Preliminar para o 1º trimestre de 2021.

## Projeto “Iniciativa de Combate a Virose Emergentes” – COVID-19 – TCU

Em novembro de 2020, o CNPEM recebeu o Ofício 0058/2020-TCU/SecexDesenvolvimento do Tribunal de Contas da União – TCU, onde foi solicitado apresentação à equipe técnica informações acerca do disposto no Anexo VII ao 32º aditivo ao Contrato de Gestão firmado com o MCTI, financiado com recursos extraordinários oriundos da Medida Provisória 962/2020.

O CNPEM recebeu em janeiro de 2021 o Relatório Preliminar dessa auditoria, contendo os seguintes encaminhamentos:

- a) **Determinar** ao Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), com fundamento no art. 1º da EC 106/2020, no art. 167, § 3º, da CF/1988, no subitem 9.2 do Acórdão 1557/2020-TCU-Plenário, bem como nos pressupostos basilares insculpidos na EC 95/2016 e nos preceitos da gestão fiscal responsável previstos no art. 1º da Lei Complementar 101/2000, em conformidade com o art. 43, inciso I, da Lei 8.443/1992, o art. 250, inciso II, do Regimento Interno do TCU, e o art. 4º, inciso I, da Resolução-TCU 315/2020, que se abstenha de custear despesas relativas à ação “Projeto para Laboratório de Nível de Biossegurança 4 (NB4)” com os créditos extraordinários aprovados por meio da MP 962/2020, diante da falta de evidências de que se trata de iniciativa de caráter urgente e imprevisível, conforme requisitos constitucionais, devendo adotar medidas pertinentes para sanar a irregularidade, caso já tenha ocorrido (parágrafos 64-97); e
- b) **Dar ciência** ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), com fundamento no art. 9º, inciso II, da Resolução-TCU 315, de 2020, que eventual redirecionamento dos recursos oriundos das MP 929 e 962/2020 para custeio de quaisquer iniciativas não relacionadas ao combate à crise de Covid-19, caracterizaria infringência aos seguintes dispositivos: art. 1º da EC 106/2020; art. 167, § 3º, da CF/1988; EC 95/2016; art. 1º da Lei Complementar 101/2000; art. 2º da Lei 9.784/1999 (princípio da motivação); e subitem 9.2 do Acórdão 1557/2020-TCU-Plenário (parágrafos 31-63).

Em resposta ao Relatório Preliminar, o CNPEM encaminhou comentários relativos ao referido relatório também em janeiro de 2021 e aguarda o envio do Relatório Final pela equipe técnica do TCU.

Esta auditoria segue com o nº de Processo TC 016.758/2020-0.

## ANEXO 7 – Informações Complementares

**Tabela 1 – Pontuação da Avaliação Geral da Comissão de Avaliação do Contrato de Gestão (CACG) entre 2010 – 2019**

INDICADOR	PONTUAÇÃO									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Avaliação Geral da CACG	9,23	9,15	9,2	9,5	9,5	9,7	9,6	9,74	10,00	9,75

**Tabela 2 – CNPEM: Histórico dos valores repassados pelo Contrato de Gestão, exceto projetos (em R\$)**

Fonte	2010	2011	2012	2013	2014	2015
MCTIC	28.340.000	70.340.000	59.333.275	53.031.350	51.667.399	27.100.000
Outras fontes	17.751.000	-	3.193.330	21.287.667	12.266.660	-
Restos a pagar do ano anterior	-	21.000.000	20.000.000	12.985.916	16.698.993	22.816.850
<b>Total</b>	<b>46.091.000</b>	<b>91.340.000</b>	<b>82.526.605</b>	<b>87.304.933</b>	<b>80.633.052</b>	<b>49.916.850</b>

Fonte	2016	2017	2018	2019	2020
MCTIC	74.360.975	54.877.340	65.022.855	66.772.855	75.000.000
Outras fontes	-	-	-	-	-
Restos a pagar do ano anterior	65.500.000	-	19.676.682	-	-
<b>Total</b>	<b>139.860.975</b>	<b>54.877.340</b>	<b>84.699.537</b>	<b>66.772.855</b>	<b>75.000.000</b>

**Tabela 3 – Projeto Sirius: Histórico dos valores repassados pelo Contrato de Gestão (em R\$)**

Fonte	2012	2013	2014	2015	2016	2017
MCTIC	15.203.870	32.469.000	93.933.334	72.176.666	378.582.378	325.933.705

Fonte	2018	2019	2020
MCTIC	352.410.903	277.150.000	150.000.000

**Tabela 4 – Projeto SisNano: Histórico dos valores repassados pelo Contrato de Gestão (em R\$)**

Fonte	2014	2015	2016	2017	2018
MCTIC	11.180.000	11.346.100	14.927.638	6.664.393	8.985.674

Fonte	2019	2020
MCTIC	8.985.674	8.000.000

**Tabela 5 – Projeto ILUM: Histórico dos valores repassados pelo Contrato de Gestão (em R\$)**

Fonte	2018	2019	2020
MCTIC	15.000.000	-	-

**Tabela 6 – Projeto COVID19: Histórico dos valores repassados pelo Contrato de Gestão (em R\$)**

Fonte	2020
MCTIC	45.000.000

**Tabela 7 - Valores repassados pelo Contrato de Gestão em 2020 (em R\$)**

Termo Aditivo	Ação	Descrição	Valor	Data Recebimento
32ºTA	212H	CNPEM OPERAÇÃO	40.540.699	06/07/2020
32ºTA	212H	CNPEM OPERAÇÃO	34.459.301	13/08/2020
		<b>Subtotal</b>	<b>75.000.000</b>	
32ºTA	13CL	SIRIUS	75.000.000	03/08/2020
32ºTA	13CL	SIRIUS	66.636.313	17/09/2020
32ºTA	13CL	SIRIUS	8.363.687	16/12/2020
		<b>Subtotal</b>	<b>150.000.000</b>	
32ºTA	14XT	SISNANO	4.459.301	06/07/2020
32ºTA	14XT	SISNANO	3.540.699	13/08/2020
		<b>Subtotal</b>	<b>8.000.000</b>	
32ºTA	21CO	COVID19	45.000.000	06/07/2020
		<b>Subtotal</b>	<b>45.000.000</b>	
		<b>Total</b>	<b>278.000.000</b>	

**Tabela 8 - Contas Bancárias (em R\$)**

<b>Banco</b>	<b>Agência</b>	<b>Conta</b>	<b>Saldo em 31/12/2020</b>
Banco do Brasil (OPERAÇÃO CNPEM)	3360-X	1268-8	5.422.888
Banco do Brasil (OPERAÇÃO CNPEM)	3360-X	5664-2	506.907
Banco Bradesco (OPERAÇÃO CNPEM)	3389-8	10815-4	24.159.934
Banco Santander (OPERAÇÃO CNPEM)	3910	13065284-8	52.787.407
Banco Rendimento (Cartão Viagem)			17.760,74
Suprimentos de Fundos (em Espécie)			11.916
Caixa Moeda Estrangeira (em Espécie)			28
<b>Total</b>			<b>82.906.840,28</b>

Banco do Brasil (SIRIUS)	3360-X	5671-5	7.216.233
Banco do Brasil (SIRIUS)	3360-X	5387-2	2.772.946
Banco Bradesco (SIRIUS)	3389-8	10716-6	203.405.804
Banco Santander (SIRIUS)	3910	13065824-6	112
<b>Total</b>			<b>213.395.096</b>

Banco do Brasil (SISNano)	3360-X	200.305-8	705.190
Banco Santander (SISNano)	3910	13065068-8	10.366.388
<b>Total</b>			<b>11.071.578</b>

Banco do Brasil (ILUM)	3360-X	6013-5	8.488.069
Banco do Brasil (ILUM)	3360-X	6120-4	475.180
<b>Total</b>			<b>8.963.250</b>

Banco do Brasil (COVID19)	3360-X	6218-9	1.015.375
Banco Santander (COVID19)	3910	13065951-5	44.245.877
<b>Total</b>			<b>45.261.252</b>

<b>Total Geral</b>			<b>361.598.016</b>
--------------------	--	--	--------------------

**Tabela 9 – CNPEM: Demonstração de Recebimentos em 2020, exceto projetos (em R\$)**

<b>Receitas</b>	<b>2020</b>
Contrato de Gestão - MCTIC	75.000.000
Restos a pagar do ano anterior	-
Receita de convênios	17.771.623
Receita financeira	1.794.528
Receita com prestação de serviços	568.287
Outras receitas	1.240.365
<b>Total</b>	<b>96.374.803</b>

**Tabela 10 – SIRIUS: Demonstração de Recebimentos em 2020 (em R\$)**

<b>Receitas</b>	<b>2020</b>
Contrato de Gestão - MCTIC	150.000.000
Rendimentos e outras entradas	4.703.220
<b>Total</b>	<b>154.703.220</b>

**Tabela 11 – SISNANO: Demonstração de Recebimentos em 2020 (em R\$)**

<b>Receitas</b>	<b>2020</b>
Contrato de Gestão - MCTIC	8.000.000
Rendimentos e outras entradas	264.428
<b>Total</b>	<b>8.264.428</b>

**Tabela 12 – BIOTEC: Demonstração de Recebimentos em 2020 (em R\$)**

<b>Receitas</b>	<b>2020</b>
Contrato de Gestão - MCTIC	
Rendimentos financeiros	1.584
<b>Total</b>	<b>1.584</b>

**Tabela 13 – ILUM: Demonstração de Recebimentos em 2020 (em R\$)**

<b>Receitas</b>	<b>2020</b>
Contrato de Gestão - MCTIC	0
Rendimentos financeiros	219.375
<b>Total</b>	<b>219.375</b>

**Tabela 14 – COVID19: Demonstração de Recebimentos em 2020 (em R\$)**

<b>Receitas</b>	<b>2020</b>
Contrato de Gestão - MCTIC	45.000.000
Rendimentos financeiros	315.900
<b>Total</b>	<b>45.315.900</b>

**Tabela 15 - CNPEM: Saldos Financeiros do Contrato de Gestão em 2020 (em R\$)**

	<b>2020</b>
Reserva Técnica do Conselho de Administração	24.666.841
Recursos destinados às metas iniciadas em exercícios anteriores	58.239.999
<b>Saldo Financeiros em 31/12</b>	<b>82.906.840</b>

**Tabela 16 - Projeto Sirius: Saldos Financeiros do Contrato de Gestão em 2020 (em R\$)**

	<b>2020</b>
<b>Saldo Financeiros em 31/12</b>	213.395.096

**Tabela 17 - Projeto SisNano: Saldos Financeiros do Contrato de Gestão em 2020 (em R\$)**

	<b>2020</b>
<b>Saldo Financeiros em 31/12</b>	11.071.578

**Tabela 18 - ILUM: Saldos Financeiros do Contrato de Gestão em 2020 (em R\$)**

	<b>2020</b>
<b>Saldo Financeiros em 31/12</b>	8.963.250

**Tabela 19 - COVID19: Saldos Financeiros do Contrato de Gestão em 2020 (em R\$)**

	<b>2020</b>
<b>Saldo Financeiros em 31/12</b>	45.261.252

## ANEXO 8 – Servidores Públicos Federais, Estaduais Ou Municipais Cedidos ao CNPEM

**Quadro 1 – Relação dos servidores públicos federais, estaduais ou municipais cedidos ao CNPEM ativos em 2020**

<b>SERVIDOR</b>	<b>ÓRGÃO DE CESSÃO</b>	<b>DATA DE CESSÃO</b>
ANTONIO JOSE ROQUE DA SILVA	USP	13/07/2009
CARLOS ROBERTO SCORZATO	CNPQ	25/01/1988
EDSON ROBERTO LEITE	USP	06/06/2017
FLAVIO LEANDRO DE SOUZA	UFABC	10/07/2019
JOSE GUILHERME RIBAS SOPHIA FR	CNPQ	25/01/1988
KLEBER GOMES FRANCHINI	UNICAMP	13/07/2009

## ANEXO 9 – Relatório dos Auditores Independentes

# Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM)

Demonstrações contábeis acompanhadas do relatório do auditor independente

Em 31 de dezembro de 2020



# Índice

	<b>Página</b>
Relatório do auditor independente sobre as demonstrações contábeis	3
Demonstrações contábeis	6
Notas explicativas da Administração às demonstrações contábeis para os exercícios findos em 31 de dezembro de 2020 e 2019	12

# Relatório do auditor independente sobre as demonstrações contábeis

---

**Grant Thornton Auditores Independentes**

Av. José de Souza Campos, 507 - 5ª andar Cambuí, Campinas (SP)

T +55 19 2042-1036

Aos Administradores do  
**Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM)**  
Campinas – SP

## Opinião

Examinamos as demonstrações contábeis do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (“Instituição” ou “CNPEM”), que compreendem o balanço patrimonial em 31 de dezembro de 2020 e as respectivas demonstrações do superávit, do superávit abrangente, das mutações do patrimônio social e dos fluxos de caixa para o exercício findo naquela data, bem como as correspondentes notas explicativas, incluindo o resumo das principais políticas contábeis.

Em nossa opinião, as demonstrações contábeis acima referidas apresentam adequadamente, em todos os aspectos relevantes, a posição patrimonial e financeira do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM) em 31 de dezembro de 2020, o desempenho de suas operações e os seus fluxos de caixa para o exercício findo naquela data, de acordo com as práticas contábeis adotadas no Brasil, notadamente em observação à ITG 2002 (R1) – Entidade sem finalidade de lucros.

## Base para opinião

Nossa auditoria foi conduzida de acordo com as normas brasileiras e internacionais de auditoria. Nossas responsabilidades, em conformidade com tais normas, estão descritas na seção “Responsabilidades do auditor pela auditoria das demonstrações contábeis”. Somos independentes em relação à Instituição, de acordo com os princípios éticos relevantes previstos no Código de Ética Profissional do Contador e nas normas profissionais emitidas pelo Conselho Federal de Contabilidade, e cumprimos as demais responsabilidades éticas de acordo com essas normas. Acreditamos que a evidência de auditoria obtida é suficiente e apropriada para fundamentar nossa opinião.

## Outros assuntos

### Auditoria dos valores correspondentes

Os valores correspondentes ao exercício findo em 31 de dezembro de 2019, apresentados para fins de comparação, foram auditados por outro auditor independente, cujo relatório, foi emitido em 10 de fevereiro de 2020, sem modificações e com incerteza relevante relacionada a continuidade operacional.

## Responsabilidades da administração e da governança sobre as demonstrações contábeis

A administração é responsável pela elaboração e adequada apresentação das demonstrações contábeis de acordo com as práticas contábeis adotadas no Brasil aplicáveis às pequenas e médias empresas, sem fins lucrativos, assim como pelos controles internos que ela determinou como necessários para permitir a elaboração dessas demonstrações contábeis livres de distorção relevante, independentemente se causada por fraude ou erro.

Na elaboração das demonstrações contábeis, a administração é responsável pela avaliação da capacidade de a Instituição continuar operando, divulgando, quando aplicável, os assuntos relacionados com sua continuidade operacional e o uso dessa base contábil na elaboração das demonstrações contábeis, a não ser que a administração pretenda liquidar a Instituição ou cessar suas operações, ou não tenha nenhuma alternativa realista para evitar o encerramento das operações.

Os responsáveis pela governança da Instituição são aqueles com responsabilidade pela supervisão do processo de elaboração das demonstrações contábeis.

## Responsabilidades do auditor pela auditoria das demonstrações contábeis

Nossos objetivos são obter segurança razoável de que as demonstrações contábeis, tomadas em conjunto, estão livres de distorção relevante, independente se causada por fraude ou erro, e emitir relatório de auditoria contendo nossa opinião. Segurança razoável é um alto nível de segurança, mas não uma garantia de que a auditoria realizada de acordo com as normas brasileiras e internacionais de auditoria sempre detectam as eventuais distorções relevantes existentes. As distorções podem ser decorrentes de fraude ou erro e são consideradas relevantes quando, individualmente ou em conjunto, possam influenciar, dentro de uma perspectiva razoável, as decisões econômicas dos usuários tomadas com base nas referidas demonstrações contábeis.

Como parte de auditoria realizada de acordo com as normas brasileiras e internacionais de auditoria, exercemos julgamento profissional e mantemos ceticismo profissional ao longo da auditoria. Além disso:

- Identificamos e avaliamos os riscos de distorção relevante nas demonstrações contábeis, independentemente se causada por fraude ou erro, planejamos e executamos procedimentos de auditoria em resposta a tais riscos, bem como obtivemos evidência de auditoria apropriada e suficiente para fundamentar nossa opinião. O risco de não detecção de distorção relevante resultante de fraude é maior do que o proveniente de erro, já que a fraude pode envolver o ato de burlar os controles internos, conluio, falsificação, omissão ou representações falsas intencionais;
- Obtivemos entendimento dos controles internos relevantes para a auditoria para planejarmos procedimentos de auditoria apropriados às circunstâncias, mas não com o objetivo de expressar opinião sobre a eficácia dos controles internos da Instituição;
- Avaliamos a adequação das políticas contábeis utilizadas e a razoabilidade das estimativas contábeis e respectivas divulgações feitas pela administração;
- Concluímos sobre a adequação do uso, pela administração, da base contábil de continuidade operacional e, com base nas evidências de auditoria obtidas, se existe incerteza relevante em relação a eventos ou condições que possam levantar dúvida significativa em relação à capacidade de continuidade operacional da Instituição. Se concluirmos que existe incerteza relevante, devemos chamar atenção em nosso relatório de auditoria para as respectivas divulgações nas demonstrações contábeis ou incluir modificação em nossa opinião, se as divulgações forem inadequadas. Nossas conclusões estão fundamentadas nas evidências de auditoria obtidas até a data de nosso relatório. Todavia, eventos ou condições futuras podem levar a Instituição a não mais se manter em continuidade operacional;
- Avaliamos a apresentação geral, a estrutura e o conteúdo das demonstrações contábeis, inclusive as divulgações e se as demonstrações contábeis representam as correspondentes transações e os eventos de maneira compatível com o objetivo de apresentação adequada.

Comunicamo-nos com os responsáveis pela governança a respeito, entre outros aspectos, do alcance planejado, da época da auditoria e das constatações significativas de auditoria, inclusive as eventuais deficiências significativas nos controles internos que identificamos durante nossos trabalhos.

Campinas, 05 de fevereiro de 2021



Élica Daniela da Silva Martins  
CT CRC 1SP-223.766/O-0

Grant Thornton Auditores Independentes  
CRC 2SP-025.583/O-1

## Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Balço patrimonial

31 de dezembro de 2020 e 2019

(Valores expressos em milhares de reais)

	<b>Nota</b>	<b>2020</b>	<b>2019</b>
Ativo			
Circulante			
Caixa e equivalentes de caixa - sem restrição	4	<b>85.412</b>	76.102
Caixa e equivalentes de caixa - com restrição	4	<b>15</b>	18
Aplicações financeiras - sem restrição	4	<b>450</b>	8.432
Aplicações financeiras - com restrição	4	<b>316.609</b>	308.502
Recursos de convênios/projetos a receber	6.3	<b>17.166</b>	-
Contas a receber		<b>397</b>	33
Estoques		<b>544</b>	397
Adiantamento a fornecedores		<b>193</b>	147
Outros ativos		<b>5.390</b>	2.996
		<b>426.176</b>	396.627
Não circulante			
Depósitos judiciais		<b>58</b>	87
Imobilizado			
Imobilizado - sem restrição	5	<b>134.035</b>	139.236
Imobilizado - com restrição	5	<b>1.307.868</b>	1.202.271
Intangível			
Intangível - sem restrição	5	<b>1.441</b>	1.645
Intangível - com restrição	5	<b>10</b>	188
		<b>1.443.412</b>	1.343.427
Total do ativo		<b>1.869.588</b>	1.740.054

As notas explicativas são parte integrante das demonstrações contábeis.

## Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Balço patrimonial

31 de dezembro de 2020 e 2019

(Valores expressos em milhares de reais)

	<b>Nota</b>	<b>2020</b>	<b>2019</b>
Passivo e patrimônio social			
Circulante			
Fornecedores		<b>4.386</b>	6.544
Salários, férias e encargos a pagar		<b>9.223</b>	11.188
Recursos de subvenções	6.1	<b>339.689</b>	297.354
Recursos de convênios/projetos	6.2	<b>37.933</b>	34.825
Outras obrigações		<b>487</b>	627
		<b>391.718</b>	350.538
Não circulante			
Provisão para contingências	8	<b>574</b>	98
Receita diferida de convênios/projetos e subvenções	6.4	<b>1.321.726</b>	1.236.505
		<b>1.322.300</b>	1.236.603
Total do passivo		<b>1.714.018</b>	1.587.141
Patrimônio social		<b>155.570</b>	152.913
Total do passivo e do patrimônio social		<b>1.869.588</b>	1.740.054

As notas explicativas são parte integrante das demonstrações contábeis.

## Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Demonstração do superávit (déficit)  
Exercícios findos em 31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

	Nota	2020	2019
Receitas operacionais com desenvolvimento tecnológico			
Com restrição			
Reconhecimento subvenções Federais - Projeto Sirius	6.1	<b>65.851</b>	57.328
Reconhecimento subvenções Federais - Projeto Sisnano	6.1	<b>(1.850)</b>	87
Reconhecimento subvenções Federais - Projeto Biotec	6.1	<b>365</b>	960
Reconhecimento subvenções Federais - Projeto ILUM	6.1	<b>1.429</b>	1.398
Reconhecimento subvenções Federais - Projeto PCVE	6.1	<b>71</b>	-
Reconhecimento receitas sobre depreciação de projetos	6.4	<b>34.260</b>	16.722
		<b>100.126</b>	76.495
Sem restrição			
Subvenções federais	6.1	<b>75.000</b>	66.773
Serviços prestados		<b>958</b>	593
Atividades administrativas		<b>658</b>	478
Rendimentos financeiros		<b>2.072</b>	3.591
		<b>78.688</b>	71.435
Resultados de convênios			
Gastos incorridos	6.2	<b>(13.463)</b>	(15.303)
Realização de receita de convênios		<b>13.463</b>	15.303
		<b>-</b>	-
Custos das atividades de desenvolvimento tecnológico			
Salários, encargos e despesas relacionadas	7	<b>(68.726)</b>	(71.421)
Depreciação e amortização	7	<b>(37.623)</b>	(22.753)
Serviços de terceiros	7	<b>(30.037)</b>	(26.418)
Material de consumo e outros	7	<b>(5.240)</b>	(8.668)
		<b>(141.626)</b>	(129.260)
Superávit bruto		<b>37.188</b>	18.670
Despesas operacionais			
Administrativas			
Salários, encargos e despesas relacionadas	7	<b>(25.934)</b>	(21.203)
Depreciação e amortização	7	<b>(1.320)</b>	(1.310)
Serviços de terceiros	7	<b>(7.834)</b>	(7.537)
Material de consumo	7	<b>(1.086)</b>	(1.140)
Viagens	7	<b>(189)</b>	(458)
		<b>(36.363)</b>	(31.648)
Despesas financeiras e tributárias			
Impostos e taxas	7	<b>(1.052)</b>	(1.447)
Resultado de variação cambial, líquida	7	<b>2.339</b>	274
Outros resultados operacionais, líquidos	7	<b>545</b>	538
Superávit (déficit) do exercício		<b>2.657</b>	(13.613)

As notas explicativas são parte integrante das demonstrações contábeis.

## Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Demonstração do superávit (déficit) abrangente  
Exercícios findos em 31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

	<u>2020</u>	<u>2019</u>
Superávit (déficit) do exercício	<u>2.657</u>	<u>(13.613)</u>
Superávit (déficit) abrangente do exercício	<u>2.657</u>	<u>(13.613)</u>

As notas explicativas são parte integrante das demonstrações contábeis.

## Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Demonstração das mutações do patrimônio social  
Exercícios findos em 31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

	<b>Patrimônio social</b>	<b>Total</b>
Saldos em 31 de dezembro de 2018	166.526	166.526
Déficit do exercício	(13.613)	(13.613)
Saldos em 31 de dezembro de 2019	152.913	152.913
Superávit do exercício	<b>2.657</b>	<b>2.657</b>
Saldos em 31 de dezembro de 2020	<b>155.570</b>	<b>155.570</b>

As notas explicativas são parte integrante das demonstrações contábeis.

## Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

### Demonstração do fluxo de caixa

Exercícios findos em 31 de dezembro de 2020 e 2019

(Valores expressos em milhares de reais)

	<b>2020</b>	2019
Fluxos de caixa das atividades operacionais		
Superávit (déficit) do exercício	<b>2.657</b>	(13.613)
Ajustes para conciliar o superávit (déficit) ao caixa gerado pelas atividades operacionais		
Rendimento sobre aplicações financeiras	<b>(2.072)</b>	(3.593)
Variações monetárias, líquidas	<b>(2.339)</b>	274
Resultado na alienação de bens do ativo imobilizado	<b>7.424</b>	1.491
Doações de imobilizado	<b>(441)</b>	(23.007)
Redução ao valor recuperável de ativos	<b>53</b>	2.601
Provisões para contingências	<b>476</b>	51
Depreciações e amortizações	<b>38.943</b>	24.063
Apropriação da receita diferida	<b>(34.260)</b>	(16.722)
Realização da receita de subvenção	<b>(65.866)</b>	(59.773)
Outros ajustes que não afetam o caixa pelas atividades operacionais	<b>22</b>	(12)
	<b>(55.403)</b>	(88.240)
Variações nos ativos e passivos operacionais		
Aplicações financeiras	<b>8.087</b>	(39.250)
Convênios/projetos e subvenções a receber	<b>203.000</b>	286.136
Contas a receber	<b>(364)</b>	144
Estoques	<b>(147)</b>	27
Adiantamentos a fornecedores	<b>(46)</b>	(78)
Outros ativos	<b>(2.394)</b>	(2.196)
Depósitos judiciais	<b>29</b>	171
Fornecedores	<b>181</b>	(521)
Salários, férias e encargos a pagar	<b>(1.965)</b>	(300)
Recursos de convênios/projetos e subvenções	<b>4.497</b>	44.779
Outras obrigações	<b>(140)</b>	117
	<b>210.738</b>	289.029
Fluxos de caixa líquidos, gerados pelas atividades operacionais	<b>155.335</b>	200.789
Fluxos de caixa das atividades de investimentos		
Adições ao imobilizado e intangível	<b>(146.028)</b>	(130.551)
Fluxos de caixa líquidos, consumidos pelas atividades de investimento	<b>(146.028)</b>	(130.551)
Aumento de caixa e equivalentes de caixa	<b>9.307</b>	70.238
Demonstração da variação de caixa e equivalência de caixa		
No início do exercício	<b>76.120</b>	5.882
No fim do exercício	<b>85.427</b>	76.120
Aumento de caixa e equivalentes de caixa	<b>9.307</b>	70.238

As notas explicativas são parte integrante das demonstrações contábeis.

# Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

## 1. Contexto operacional

O Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM (“CNPEM” ou “Instituição”) é uma Organização Social, pessoa jurídica de Direito Privado sem fins lucrativos, qualificada por meio do Decreto nº 2.405, de 26 de novembro de 1997. O CNPEM tem por missão integrar competências singulares em Laboratórios Nacionais para o desenvolvimento científico e tecnológico e apoio à inovação em energia, materiais e biociências. Para isso, o CNPEM provê os Laboratórios Nacionais das condições necessárias para a consecução de suas respectivas missões e o alcance de seus objetivos estratégicos, afins com os da Instituição.

O CNPEM atua em cumprimento ao Contrato de Gestão estabelecido com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (“MCTI”), visando o desenvolvimento de ciência, tecnologia e inovação em quatro Laboratórios Nacionais, a saber: o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (“LNLS”); o Laboratório Nacional de Biociências (“LNBio”); o Laboratório Nacional de Biorrenováveis (“LNBR”) e o Laboratório Nacional de Nanotecnologia (“LNNano”).

O mencionado Contrato de Gestão MCTI/CNPEM suporta o custeio das atividades desenvolvidas nos quatro Laboratórios Nacionais. Os resultados esperados constituem metas pactuadas anualmente, denominados Indicadores de Desempenho Técnico, consolidados a partir das atividades dos Laboratórios Nacionais. Esses resultados são avaliados semestralmente por uma Comissão de Avaliação do Contrato de Gestão, integrada por representantes qualificados na Lei nº 9.637 de 15 de maio de 1998.

Dentre os principais projetos do CNPEM junto ao MCTI, destaca-se a implantação da nova Fonte de Luz Síncrotron – “Sirius”; a criação de um centro de ensino superior de ciências, na fronteira da revolução digital, com uma proposta inovadora de educação em padrões internacionais com foco no desenvolvimento de atividades de pesquisa e inovação – “ILUM”; as iniciativas de combate às viroses emergentes – PCVE; e a atualização de um laboratório de referência em nanotecnologia – “SISNANO”, projetos estes que estão apresentados na Nota Explicativa nº 6.

O Contrato de Gestão atual do CNPEM junto ao MCTI foi firmado em setembro de 2010 contemplando o período de 2010 a 2016 e pactuado um orçamento total de R\$478.446 com desembolsos financeiros anuais, tendo o seu prazo de vigência prorrogado até 31 de dezembro de 2021 por meio do 32º Termo Aditivo.

Durante o exercício de 2020, foram firmados o 32º, 33º, 34º Termos Aditivos, pactuando R\$278.000, R\$9.666, R\$7.500, respectivamente.

A emissão do parecer acerca dos resultados obtidos em 2020 pelo CNPEM, a ser emitido pela Comissão de Avaliação do Contrato de Gestão, está prevista para março de 2021.

A emissão dessas demonstrações contábeis foi autorizada pela Diretoria, em 05 de fevereiro de 2021.

# **Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM**

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

## **2. Elaboração e apresentação das demonstrações contábeis**

As demonstrações contábeis foram elaboradas e estão sendo apresentadas de acordo com as práticas contábeis adotadas no Brasil, incluindo as disposições da Resolução do Conselho Federal de Contabilidade nº 1.409/12, que aprovou a Interpretação Técnica ITG 2002 - Institutos sem Finalidade de Lucros.

As práticas contábeis adotadas no Brasil compreendem aquelas incluídas na legislação societária brasileira e os pronunciamentos, as orientações e as interpretações técnicas emitidas pelo Comitê de Pronunciamentos Contábeis (CPC) e aprovados pelo Conselho Federal de Contabilidade (CFC), e evidenciam todas as informações relevantes próprias das demonstrações contábeis, e somente elas, as quais estão consistentes com as utilizadas pela Administração na sua gestão.

A preparação de demonstrações contábeis em conformidade com as referidas normas requer o uso de estimativas contábeis críticas e o exercício de julgamento por parte da Administração da Instituição no processo de aplicação das práticas contábeis. As áreas que requerem maior nível de julgamento e possuem maior complexidade, bem como aquelas cujas premissas e estimativas são significativas para as demonstrações contábeis, estão divulgadas na Nota Explicativa nº3.4.

## **3. Principais práticas contábeis**

### **3.1. Moeda funcional e de apresentação das demonstrações contábeis**

As demonstrações contábeis foram preparadas e estão apresentadas em Reais (R\$), que é a moeda funcional da Instituição. A moeda funcional foi determinada em função do ambiente econômico primário de suas operações.

### **3.2. Moeda estrangeira**

As transações em moeda estrangeira, isto é, todas aquelas que não foram realizadas na moeda funcional da Instituição, foram convertidas pela taxa de câmbio na data em que as transações foram realizadas. Ativos e passivos monetários em moeda estrangeira são convertidos para a moeda funcional da Instituição pela taxa de câmbio na data-base das demonstrações contábeis.

## Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

### 3.3. Instrumentos financeiros

#### Ativos financeiros

##### *Classificação e mensuração*

Os ativos financeiros da Instituição estão classificados como recebíveis.

Ativos financeiros são reconhecidos inicialmente ao preço de transação, acrescidos, no caso de ativos não designados a valor justo por meio do resultado, dos custos de transação que sejam diretamente atribuíveis à aquisição do ativo financeiro. Os recebíveis são contabilizados pelo custo amortizado, usando o método da taxa efetiva de juros.

Os principais ativos financeiros da Instituição incluem caixa e equivalentes de caixa, aplicações financeiras, contas a receber e outros ativos.

##### *Redução a valor recuperável (Impairment) de ativos financeiros*

#### Ativos mensurados ao custo amortizado

A Instituição avalia no final de cada período do relatório se há evidência objetiva de que o ativo financeiro ou o grupo de ativos financeiros está deteriorado, tendo como premissa a existência de evidência objetiva de *impairment* como resultado de um ou mais eventos ocorridos após o reconhecimento inicial dos ativos (um "evento de perda") e aquele evento (ou eventos) de perda tem um impacto nos fluxos de caixa futuros estimados do ativo financeiro ou grupo de ativos financeiros que pode ser estimado de maneira confiável.

O montante da perda por *impairment* é mensurado como a diferença entre o valor contábil dos ativos e o valor presente dos fluxos de caixa futuros estimados (excluindo os prejuízos de crédito futuro que não foram incorridos) descontados à taxa de juros em vigor original dos ativos financeiros. O valor contábil do ativo é reduzido e o valor do prejuízo é reconhecido na demonstração do superávit (déficit).

## Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

### Caixa e equivalentes de caixa

São representados por dinheiro em caixa, saldos em conta corrente (bancos) e investimentos temporários de curto prazo de liquidez imediata, registrados pelos valores de custo acrescidos dos rendimentos até as datas dos balanços, que não excedem os seus valores de mercado ou de realização. As aplicações financeiras que, na data de sua aquisição, têm prazo de vencimento igual ou menor que três meses são registrados como equivalentes de caixa.

As disponibilidades, denominadas “sem restrição”, são originadas principalmente de recursos providos pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações - MCTI, destinados ao custeio das atividades operacionais da Instituição.

As disponibilidades, denominadas “com restrição”, são destinadas para desenvolvimento dos Projetos de Pesquisa e Inovação, SIRIUS, Sisnano, ILUM e demais projetos vinculados aos recursos específicos do Contrato de Gestão.

### Aplicações financeiras

São valores aplicados em CDB e Fundos de Renda Fixa, cujos vencimentos ocorrerão entre janeiro de 2021 a dezembro de 2025, classificadas como recebíveis e são mensuradas pelo custo amortizado por meio do resultado, possuindo liquidez imediata.

### Subvenções a receber

As subvenções governamentais são reconhecidas em conformidade com o CPC 07 (R1) - Subvenção e Assistência Governamentais aprovada pela Resolução CFC nº 1.305/10, sendo registradas como Subvenções a receber pelo acordado em contrato até o efetivo recebimento.

A subvenção governamental relacionada a projetos é reconhecida como receita ao longo do período e confrontada com as despesas que pretende compensar, obedecendo o regime de competência de exercícios.

A subvenção governamental relacionada ao contrato de gestão é reconhecida de acordo com o regime contábil de competência de exercício, feito com base nos aditivos contratuais emitidos anualmente pelo MCTI.

### Passivos financeiros

#### *Classificação e mensuração de passivos financeiros*

A Instituição determina a classificação dos seus passivos financeiros no momento do seu reconhecimento inicial. Passivos financeiros são inicialmente reconhecidos a valor justo. Após reconhecimento inicial, os passivos financeiros são mensurados subsequentemente pelo custo amortizado, utilizando o método da taxa efetiva de juros. Ganhos e perdas são reconhecidos na demonstração do superávit (déficit) no momento da baixa dos passivos, bem como durante o processo de amortização pelo método da taxa efetiva de juros.

## Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

Um passivo financeiro é baixado quando a obrigação for revogada, cancelada ou expirar. Quando um passivo financeiro existente for substituído por outro do mesmo montante com termos substancialmente diferentes, ou os termos de um passivo existente forem significativamente alterados, essa substituição ou alteração é tratada como baixa do passivo original e reconhecimento de um novo passivo, sendo a diferença nos correspondentes valores contábeis reconhecidos na demonstração do superávit (déficit).

Os passivos financeiros da Instituição incluem contas a pagar a fornecedores e outras obrigações.

A Instituição não possui empréstimos.

### Compensação de instrumentos financeiros

Ativos e passivos financeiros são compensados e o valor líquido é apresentado no balanço patrimonial quando há um direito legal de compensar os valores reconhecidos e há a intenção de liquidá-los em uma base líquida, ou realizar o ativo e liquidar o passivo simultaneamente. O direito legal não deve ser contingente em eventos futuros e deve ser aplicável no curso normal dos negócios.

### **3.4. Estimativas contábeis**

As estimativas contábeis são utilizadas para a mensuração e reconhecimento de ativos e passivos das demonstrações contábeis da Instituição e são determinadas a partir de experiências de eventos passados e correntes, pressupostos relativos a eventos futuros e outros fatores objetivos e subjetivos. Itens significativos sujeitos a estimativas incluem:

- (i) A seleção de vidas úteis do imobilizado e intangível; e
- (ii) A provisão para contingências.

A liquidação das transações envolvendo essas estimativas poderá resultar em valores divergentes dos registrados nas demonstrações contábeis devido às imprecisões inerentes ao processo de sua determinação. A Instituição revisa suas estimativas e premissas pelo menos anualmente.

## Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

### 3.5. Demais ativos e passivos, circulantes e não circulantes

#### Imobilizado e intangível

É registrado ao custo de aquisição, formação, construção ou aos valores atribuídos às doações patrimoniais e deduzidos da depreciação acumulada.

O valor residual e a vida útil estimada dos bens são revisados e ajustados no decorrer do exercício.

Os ativos denominados “sem restrição”, são originados, principalmente, de recursos providos pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações - MCTI, destinados ao custeio das atividades da Instituição e outras fontes.

Os ativos denominados “com restrição”, são destinados nos investimentos em desenvolvimento dos Convênios, Projetos SIRIUS, SisNano, ILUM e demais projetos vinculados aos recursos específicos do Contrato de Gestão.

A depreciação e a amortização são calculadas de forma linear ao longo da vida útil do ativo, de acordo com as taxas que levam em consideração a vida útil estimada dos bens, estando assim em conformidade com o CPC 27.

O parágrafo 3º do artigo 183 da Lei nº 6.404/76, modificado pela Lei nº 11.638/07 e Lei nº 11.941/09, determina que a Instituição deverá efetuar, periodicamente, análise sobre a recuperação dos valores registrados no imobilizado e no intangível, a fim de que sejam registradas as perdas de valor do capital aplicado quando houver decisão de interromper os empreendimentos ou atividades a que se destinavam ou quando comprovado que não poderão produzir resultados suficientes para recuperação desse valor (*impairment*) e revisados e ajustados os critérios utilizados para determinação da vida útil econômica estimada para cálculo da depreciação e amortização.

A Administração revisa anualmente o valor contábil líquido dos ativos com o objetivo de avaliar eventos ou mudanças nas circunstâncias econômicas, operacionais ou tecnológicas, que possam indicar deterioração ou perda de seu valor recuperável. Quando tais evidências são identificadas, ou seja, o valor contábil líquido excede o valor recuperável, é constituída provisão para deterioração ajustando o valor contábil líquido ao valor recuperável.

Os ativos são agrupados e avaliados de acordo com os fluxos de caixa gerados pelo ativo ou grupo de ativos que representem uma unidade geradora de caixa independente. Uma perda é reconhecida com base no montante pelo qual o valor contábil excede o valor provável de recuperação de um ativo ou grupo de ativos de longa duração.

## Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

### Recursos de convênios e projetos

São recursos captados junto a empresas, agências de fomentos e/ou bancos, com destinação específica nos projetos aprovados e registrados como passivo pelo valor de contrato até a efetiva destinação dos recursos. Em seguida passam a ser mensurados com base na movimentação dos valores substancialmente relacionados a rendimentos financeiros decorrentes das aplicações dos recursos não utilizados e dos correspondentes gastos incorridos ou destinação do recurso para ativos imobilizados e intangíveis, conforme CPC 07, conforme Nota Explicativa nº 6.2.

*Saldos dos recursos destinados à implantação do Projeto SIRIUS, Projeto Sisnano, ILUM e demais projetos vinculados aos recursos específicos do Contrato de Gestão.*

Pela natureza dos recursos (subvenção e assistência do Governo Federal), esses valores são tratados conforme determina o CPC 07, cuja aplicação está mencionada na Nota Explicativa nº 3.3.

O registro inicial tem contrapartida no mesmo montante no ativo de convênios/projetos e subvenções a receber. A apropriação ao superávit (déficit) do exercício ocorre nos períodos ao longo dos quais a Instituição reconhece os custos relacionados ao objeto de compensação, portanto, se destinados recursos para aquisição de imobilizado ou intangíveis, a realização da receita acompanha a vida útil dos bens adquiridos.

### Outros benefícios a empregados

Os benefícios concedidos a empregados e administradores da Instituição incluem em adição à remuneração fixa (salários e contribuições para a seguridade social [INSS], férias e 13º salário), benefícios que são registrados no resultado do exercício com base em competência, à medida que são incorridos conforme determina o CPC 33 – Benefícios a Empregados, aprovado pela Resolução CFC nº 1.425/13.

### Demais ativos e passivos circulantes e não circulantes

Os demais ativos e passivos circulantes e não circulantes são demonstrados pelos valores conhecidos ou calculáveis acrescidos, quando aplicável, dos correspondentes encargos, variações monetárias e/ou cambiais incorridas até a data do balanço patrimonial.

### **3.6. Provisão para contingências**

A Instituição registra somente os processos classificados pelos assessores jurídicos como perda provável a valores atualizados, conforme determinação do Pronunciamento Técnico CPC 25 ou NBC T 19.7 - Provisões, Passivos Contingentes e Ativos Contingentes, aprovado pela Resolução CFC nº 1.180/09, no qual as provisões são reconhecidas, pois são baseadas em estimativas confiáveis, são obrigações presentes e indicam que haverá uma saída de recursos para liquidar as obrigações.

# Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

## 3.7. Patrimônio social

O patrimônio social é representado pelos superávits e/ou diminuído pelos déficits apurados anualmente desde a sua fundação, sem correção monetária, conforme legislação em vigor.

Conforme estatuto social, a Instituição deve aplicar integralmente seus recursos na manutenção de seus objetivos, não podendo, como consequência, distribuir qualquer parcela de seu patrimônio ou de suas rendas a título de lucros ou de participação no seu superávit. Dessa forma, o superávit do exercício é integralmente incorporado ao patrimônio social.

## 3.8. Demonstração do superávit (déficit)

O resultado é apurado pelo regime de competência. As subvenções para custeio dos Projetos SIRIUS, Sisnano, ILUM e demais projetos vinculados aos recursos específicos do Contrato de Gestão vêm sendo contabilizadas no passivo, sendo que a transferência para o resultado do exercício ocorre com base nas despesas incorridas, seguindo as práticas contábeis adotadas no Brasil. Os gastos são reconhecidos no momento em que são incorridos.

As subvenções recebidas do Contrato de Gestão com o MCTI para custeio dos Laboratórios Nacionais são reconhecidas de acordo com regime contábil de competência de exercícios tendo como base o contrato entre as partes.

A metodologia para rateio dos gastos comuns aos Laboratórios Nacionais é definida e aprovada pela direção da Instituição e periodicamente é revisada e atualizada.

## 3.9. Trabalho voluntário e remuneração dos dirigentes

Para efeito de cumprimento ao ITG 2002 - Institutos sem Fins Lucrativos, a Instituição identificou e valorizou as atividades recebidas de voluntários durante o exercício de 2020 no montante de R\$134 (R\$143 em 2019). O valor justo foi estimado tendo como referência a quantidade de horas dedicadas à Instituição, multiplicado pelo custo/hora de profissionais do mercado considerando as atividades executadas semelhantes a dos voluntariados bem como seu nível de formação técnica.

A remuneração mensal dos dirigentes e empregados, com recursos do Contrato de Gestão, aprovada pelo Conselho de Administração, observa como limite máximo o que dispõe o inciso XI, do art. 37 da Constituição Federal, ou seja, salário mensal não superior a R\$39.200. O valor gasto em 2020 com a remuneração dos dirigentes em folha de pagamento foi de R\$3.531 (R\$2.639 em 2019) e ressarcimento às instituições de origem no montante de R\$766 (R\$749 em 2019).

O montante dos gastos de pessoal subsidiados pelo Contrato de Gestão observou o limite de 60% dos recursos recebidos, conforme estabelece o referido contrato.

# Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

## 3.10. Tributação

A Instituição goza de isenção do imposto de renda e contribuição social sobre o superávit, conforme determinado pela Lei 9.532/97. A Instituição tributa suas receitas financeiras apenas pelo Cofins a 7,6%.

Pela caracterização em entidade isenta a Instituição é tributada em 1% sobre a folha de pagamento a título de PIS conforme normatizado pela MP nº 2.158-35, de 2001, no seu art. 13.

A Instituição não tributa PIS e Cofins sobre a receita de subvenção governamental recebida, pois os recursos que são repassados para atender as obrigações do Contrato de Gestão têm natureza de repasse de recursos públicos destinados à realização de atividades e projetos, restando afastada a incidência de impostos ou contribuições, por não caracterizarem contraprestação de serviços.

Os valores correspondentes aos impostos federais, estaduais e municipais que cabem à Instituição estão devidamente quitados junto aos órgãos competentes, conforme demonstram as certidões negativas.

## 4. Caixa e equivalentes de caixa e aplicações financeiras

	2020	2019
Caixa e equivalentes de caixa - sem restrição	85.412	76.102
Caixa e equivalentes de caixa - com restrição	15	18
<b>Caixa e equivalentes de caixa</b>	<b>85.427</b>	<b>76.120</b>
Debêntures contrato gestão	-	7.992
Debêntures reserva do conselho	450	440
<b>Aplicações financeiras - sem restrição</b>	<b>450</b>	<b>8.432</b>
Debêntures projetos	316.609	308.502
<b>Aplicações financeiras - com restrição</b>	<b>316.609</b>	<b>308.502</b>
	<b>402.486</b>	<b>393.054</b>

## Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

	2020	2019
<b>Saldos das contas do Contrato de Gestão</b>	<b>361.597</b>	355.479
<b>Sem restrição</b>	<b>82.907</b>	81.784
Caixas CNPEM	30	33
Equivalente de Caixa CNPEM	82.877	73.759
Aplicação Financeira CNPEM	-	7.992
<b>Com restrição</b>	<b>278.690</b>	273.695
Caixa Projeto SIRIUS	1	1
Aplicação Financeira Projeto SIRIUS	213.394	249.276
Aplicação Financeira Projeto SISNANO	11.071	11.911
Aplicação Financeira Projeto BIOTEC	-	320
Caixa Projeto ILUM	1	1
Aplicação Financeira Projeto ILUM	8.962	12.186
Aplicação Financeira Projeto PCVE	45.261	-
<b>Saldos das contas de outras fontes de recurso</b>	<b>40.889</b>	37.575
<b>Sem restrição</b>	<b>2.956</b>	2.750
Caixa Extra Contrato de Gestão	1	-
Equivalente de Caixa Extra Contrato de Gestão	2.505	2.310
Aplicação Financeira – Outras Fontes	450	440
<b>Com restrição</b>	<b>37.933</b>	34.825
Caixa Convênios	12	16
Aplicações financeiras Convênios	37.921	34.809
	<b>402.486</b>	393.054

O caixa e equivalente de caixa estão compostos basicamente por certificados de depósitos bancários que têm prazos de vencimentos entre janeiro de 2021 a dezembro de 2025 e as taxas de juros variam de 95% a 101,50% do CDI em 31 de dezembro de 2020 (95% a 100,80% em 2019), possuindo liquidez imediata.

As aplicações financeiras se referem a valores aplicados em fundos de renda fixa do setor público, tendo como rentabilidade acumulada nos 12 últimos meses de 20% do CDI em 31 de dezembro de 2020 (99% a 100% do CDI em 2019). As Instituições financeiras são instituições de primeira linha.

Todas as aplicações financeiras da Instituição possuem liquidez imediata, podendo ser resgatadas, dependendo simplesmente da necessidade de caixa da Instituição, motivo pelo qual estão classificadas no ativo circulante.

Em 2020, o saldo financeiro do caixa e equivalentes de caixa e aplicações financeiras foi de R\$402.486, sendo que recursos do Contrato de Gestão e outras fontes sem restrição totalizam R\$82.907, sendo: i) R\$58.240 a recursos destinados às metas iniciadas em 2020; e ii) R\$24.667 à Reserva Técnica.

Em 2019, o saldo financeiro do caixa e equivalentes de caixa e aplicações financeiras foi de R\$393.054, sendo que recursos do Contrato de Gestão sem restrição totalizam R\$82.224, sendo: i) R\$58.106 a recursos destinados às metas iniciadas em 2019; e ii) R\$24.118 à Reserva Técnica.

## Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

O montante disponível como conta corrente, debêntures, destinados aos Projetos Sirius (R\$213.395 em 2020 e R\$249.276 em 2019), Sisnato (R\$11.072 em 2020 e R\$11.911 em 2019), ILUM (R\$8.963 em 2020 e R\$12.187 em 2019) e PCVE (R\$45.261 em 2020 e 0 em 2019) demonstrados no quadro acima destinam-se à execução da Obra da Nova Fonte de Luz Sincrotron, à aquisição de equipamentos para o Laboratório de Nanotecnologia, implantação do Projeto ILUM, e a aquisição de equipamentos e instalações do Projeto PCVE, respectivamente. A previsão de realização destes montantes está prevista para o exercício de 2021.

### 5. Imobilizado e intangível

	Depreciação/ amortização % a.a.	Custo	Depreciação/ amortização acumulada	2020	2019
Equipamentos de pesquisa	10 a 29	156.847	(82.636)	74.211	78.873
Móveis e utensílios	10 e 15	53.978	(29.664)	24.314	25.947
Equipamentos de computação	10 a 40	10.863	(6.193)	4.670	4.532
Edifícios	4	46.397	(8.313)	38.084	36.692
Veículos	20	732	(370)	362	544
Obras em andamento	-	39	-	39	-
Imobilizado em andamento	5	1.222	-	1.222	1.435
Instalações e benfeitorias	-	330	-	330	330
Outros	10	5.700	(4.587)	1.113	1.105
Redução a valor recuperável	-	(10.310)	-	(10.310)	(10.222)
<b>Imobilizado sem restrição</b>		<b>265.798</b>	<b>(131.763)</b>	<b>134.035</b>	<b>139.236</b>
Equipamentos de pesquisa		101.677	(37.731)	63.946	62.659
Móveis e utensílios	10 e 15	29.986	(8.794)	21.192	11.301
Equipamentos de computação	10 a 40	21.729	(4.423)	17.306	6.381
Edifícios	4	785.246	(22.639)	762.607	770.564
Veículos	20	-	-	-	485
Adiantamento em andamento	-	46.078	-	46.078	26.302
Obras em andamento	-	3.549	-	3.549	1.956
Imobilizado em andamento	-	389.236	-	389.236	319.733
Instalações e benfeitorias	-	8.367	(1.282)	7.085	7.089
Outros	6 a 24	3.720	(1.169)	2.551	1.483
Redução a valor recuperável	-	(5.682)	-	(5.682)	(5.682)
<b>Imobilizado com restrição</b>		<b>1.383.906</b>	<b>(76.038)</b>	<b>1.307.868</b>	<b>1.202.271</b>
<b>Total imobilizado</b>		<b>1.649.704</b>	<b>(207.801)</b>	<b>1.441.903</b>	<b>1.341.507</b>
<i>Software sem restrição</i>	14	4.508	(3.067)	1.441	1.645
<i>Software com restrição</i>	14	1.699	(1.689)	10	188
<b>Total intangível</b>		<b>6.207</b>	<b>(4.756)</b>	<b>1.451</b>	<b>1.833</b>

## Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

	2020	2019
<b>PROJETO SIRIUS</b>		
Equipamentos de pesquisa	35.462	29.479
Móveis e utensílios	14.498	11.207
Equipamentos de computação	16.824	5.816
Edifícios	752.150	764.118
Veículos	-	435
Adiantamento em andamento	42.473	23.635
Obras em andamento	1.277	11
Imobilizado em andamento	389.236	319.370
Outros	1.735	444
Redução a valor recuperável	(95)	(45)
	<b>1.253.560</b>	<b>1.154.470</b>
Software com restrição	10	54
	<b>1.253.570</b>	<b>1.154.524</b>

	2020	2019
<b>PROJETO SISNANO</b>		
Equipamentos de pesquisa	25.767	29.507
Móveis e utensílios	6.502	-
Equipamentos de computação	54	-
Edifícios	5.130	4.480
Adiantamento em andamento	3.594	-
Obras em andamento	2.239	-
Outros	561	343
	<b>43.847</b>	<b>34.330</b>
Software com restrição	-	33
	<b>43.847</b>	<b>34.363</b>

	2020	2019
<b>PROJETO BIOTEC</b>		
Equipamentos de pesquisa	-	276
Móveis e utensílios	-	67
Equipamentos de computação	-	31
Edifícios	-	1.559
Adiantamento em andamento	-	173
Obras em andamento	-	1
		<b>2.107</b>

Os patrimônios adquiridos com o Projeto BIOTEC foram transferidos para o Laboratório Nacional de Biotecnologia (LNBio) devido ao encerramento do projeto, mantendo os bens no CNPEM.

	2020	2019
<b>PROJETO ILUM</b>		
Móveis e utensílios	182	13
Equipamentos de computação	16	19
Edifícios	3.932	-
Adiantamento em andamento	11	46
Obras em andamento	-	1.939
Imobilizado em andamento	-	363
Outros	26	-
	<b>4.167</b>	<b>2.380</b>

## Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

<b>CONVÊNIO</b>	<b>2020</b>	<b>2019</b>
Equipamentos de pesquisa	2.717	3.397
Móveis e utensílios	10	14
Equipamentos de computação	412	515
Edifícios	1.395	407
Veículos	-	50
Adiantamento em andamento	-	2.448
Obras em andamento	33	5
Instalações e benfeitorias	7.085	7.089
Outros	229	696
Redução a valor recuperável	(5.587)	(5.637)
	<b>6.294</b>	<b>8.984</b>
Software com restrição	-	101
	<b>6.294</b>	<b>9.085</b>

### Movimentação 2020

	2019	Movimentação			2020	
		Adições	Baixas	Transferência		Doações
Equipamentos de pesquisa	254.505	11.975	(1.643)	(6.609)	296	258.524
Móveis e utensílios	68.546	1.078	(688)	15.026	2	83.964
Equipamentos de computação	20.076	2	(2.156)	14.527	143	32.592
Edifícios	818.774	9.750	(325)	3.444	-	831.643
Veículos	1.655	27	(2)	(948)	-	732
Obras em andamento	1.956	2.466	(3.068)	2.234	-	3.588
Imobilizado em andamento	321.168	4.845	(1.308)	65.753	-	390.458
Instalações e benfeitorias	8.384	-	-	313	-	8.697
Outros	7.063	51	(2)	2.308	-	9.420
Total do custo	1.502.127	30.194	(9.192)	96.048	441	1.619.618
Redução a valor recuperável	(15.904)	-	-	-	(88)	(15.992)
Depreciação acumulada	(171.019)	(38.562)	1.777	3	-	(207.801)
	<b>1.315.204</b>	<b>(8.368)</b>	<b>(7.415)</b>	<b>96.051</b>	<b>353</b>	<b>1.395.825</b>
Adiantamentos em andamento	26.303	115.834	-	(96.059)	-	46.078
Total imobilizado	<b>1.341.507</b>	<b>107.466</b>	<b>(7.415)</b>	<b>(8)</b>	<b>353</b>	<b>1.441.903</b>
<i>Software</i>	6.014	-	(9)	12	-	6.017
Marcas e patentes	190	-	-	-	-	190
Amortização acumulada	(4.371)	(381)	-	(4)	-	(4.756)
Total intangível	<b>1.833</b>	<b>(381)</b>	<b>(9)</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>1.451</b>

## Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

### Movimentação 2019

	Movimentação					2019
	2018	Adições	Baixas	Transferência	Doações	
Equipamentos de pesquisa	233.422	1.874	(1.030)	518	19.721	254.505
Móveis e utensílios	56.042	5.167	(324)	5.301	2.360	68.546
Equipamentos de computação	15.883	667	(647)	3.297	876	20.076
Edifícios	66.778	744	-	751.202	50	818.774
Veículos	1.653	2	-	-	-	1.655
Obras em andamento	721.447	28.720	(93)	(748.118)	-	1.956
Imobilizado em andamento	243.587	17.951	(103)	59.733	-	321.168
Instalações e benfeitorias	6.676	-	-	1.708	-	8.384
Outros	6.782	197	-	84	-	7.063
Total do custo	1.352.270	55.322	(2.197)	73.725	23.007	1.502.127
Redução a valor recuperável	(13.298)	-	-	-	(2.606)	(15.904)
Depreciação acumulada	(148.089)	(23.625)	706	(11)	-	(171.019)
	1.190.883	31.697	(1.491)	73.714	20.401	1.315.204
Adiantamentos em andamento	24.854	75.160	-	(73.714)	3	26.303
Total imobilizado	1.215.737	106.857	(1.491)	0	20.404	1.341.507
<i>Software</i>	5.943	83	-	(12)	-	6.014
Marcas e patentes	190	-	-	(1)	1	190
Amortização acumulada	(3.944)	(438)	-	11	-	(4.371)
Total intangível	2.189	(355)	-	(2)	1	1.833

### Bens recebidos em comodato

Os bens que formam o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (edifícios, equipamentos, etc.) foram cedidos para uso do CNPEM pelo MCTI/CNPq, por meio do Contrato de Gestão mencionado na Nota Explicativa nº 1 e, portanto, não estão contemplados nestas demonstrações contábeis.

As cessões dos comodatos abaixo representam o volume de recursos aplicados em bens aguardando encerramento do processo de doação por parte de agências de fomento:

	2020	2019
Bens cedidos pelo MCTI/CNPq por meio do contrato de gestão	2.296	2.296
Bens cedidos pela Fundação CPqD - Centro de Pesquisas e Desenvolvimento em Telecomunicações	155	155
Bens em comodato/convênios/contrato gestão	3.445	3.522
Bens sob responsabilidade auxílio individual	6.397	4.994
	<b>12.293</b>	<b>10.967</b>

Os terrenos nos quais estão instaladas a matriz do CNPEM e sua filial SIRIUS é de propriedade do Governo do Estado de São Paulo. O terreno da matriz foi declarado de utilidade pública pelo Processo nº 30.135, de 12 de julho de 1989, publicado no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 13 de julho de 1989. Durante o exercício de 2010, o Governo do Estado de São Paulo emitiu o "Termo de Permissão de Uso de Próprio da Fazenda do Estado de São Paulo, na conformidade do Decreto nº 55.359, de janeiro de 2010" por tempo indeterminado. A permissão de uso do terreno da Filial foi registrada no Decreto nº 61.002 de 18 de dezembro de 2014, publicado no Diário Oficial do Estado de São Paulo, a título precário e gratuito e por prazo indeterminado.

## Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

### 6. Recursos de convênios/projetos e subvenções

#### 6.1. Movimentação das subvenções

##### Movimentação de 2020

	Movimentação das subvenções						
	2019	Recursos recebidos e outras adições	Rendimento de aplicação financeira	Aquisições de imobilizado	Outros (i)	Realização da Receita (i)	2020
Projeto em execução Sirius	268.164	150.000	4.903	(104.019)	-	(65.851)	253.197
Projeto em execução Sisnano	16.823	8.000	278	(11.826)	2.031	(181)	15.125
Projeto em execução Biotec	363	-	2	-	-	(365)	-
Projeto em execução ILUM	12.004	9.666	232	(1.865)	(2)	(1.427)	18.608
Projeto em execução PCVE	-	45.000	330	-	-	(71)	45.259
Projeto em execução LLABC	-	7.500	-	-	-	-	7.500
	<b>297.354</b>	<b>220.166</b>	<b>5.745</b>	<b>(117.710)</b>	<b>2.029</b>	<b>(67.895)</b>	<b>339.689</b>
Subvenção do contrato de gestão (operação)	-	75.000	-	-	-	(75.000)	-

- (i) Para a realização dos cruzamentos da receita com a demonstração do superávit (déficit) do exercício, deve ser considerado as colunas de outros e realização da receita. O valor apresentado na coluna outros no Projeto SISANO refere-se à variação cambial positiva apurado no exercício de 2020.

##### Movimentação de 2019

	Movimentação das subvenções						
	2018	Recursos recebidos e outras adições	Rendimento de aplicação financeira	Aquisições de imobilizado	Outros	Realização da Receita	2019
Projeto em execução do Sirius	165.702	277.150	4.008	(121.368)	-	(57.328)	268.164
Projeto em execução do Sisnano	9.922	8.986	295	(2.293)	-	(87)	16.823
Projeto em execução do Biotec	1.288	-	35	-	-	(960)	363
Projeto em execução do ILUM	15.083	-	653	(2.334)	-	(1.398)	12.004
	<b>191.995</b>	<b>286.136</b>	<b>4.991</b>	<b>(125.995)</b>	<b>-</b>	<b>(59.773)</b>	<b>297.354</b>
Subvenção do contrato de gestão (operação)	-	66.773	-	-	-	(66.773)	-

As aquisições de imobilizado no valor de R\$117.710 referem-se aos ativos adquiridos no exercício de 2020 (R\$125.995 em 2019), os quais são reclassificados para o não circulante, conforme demonstrado na Nota Explicativa nº 6.4, sendo posteriormente reconhecida a sua receita mediante a depreciação desses ativos.

No projeto do Sisnano o valor de R\$2.031 refere-se ao resultado positivo de variação cambial no processo de importação de equipamentos, os quais apresentaram ganho no resultado fazendo com que houvesse uma reversão das despesas do exercício de 2020.

## Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

### 6.2. Mapa de movimentação dos convênios

#### Movimentação 2020

	2019	Recursos recebidos	Rendimento de aplicação financeira	Constituição de receita diferida	Gastos incorridos	2020
CONVÊNIO ANTICORPO PRONON MS	10.653	-	39	(2.280)	1	8.413
CONVÊNIO ALVOS MOLECULARES	5.948	-	24	299	1	6.272
CONVÊNIO PRONON MS	3.047	2.282	13	-	-	5.342
CONVÊNIO FINEP BIO2NANO LNBIO	-	3.438	25	-	-	3.463
CONVÊNIO FINEP SARS-COV-2	-	4.468	22	(791)	(777)	2.922
CONVÊNIO MS SICONV LIMA	2.907	-	49	(652)	(467)	1.837
CONVÊNIO PETROBRAS CENTRO PAS	2.130	-	44	(11)	(529)	1.634
CONVÊNIO ETANOL 2G PETROBRAS	2.504	-	43	(322)	(1.397)	828
CONVÊNIO PETROBRAS CENTRO INFRA	1.163	-	21	(374)	(6)	804
CONVÊNIO CNPEM-UVC-COV2-VALE	-	848	3	1	(59)	793
CONVÊNIO EMBRAPII	63	2.576	4	(2.077)	43	609
CONVÊNIO FINEP MANCNPEM LNBIO	-	785	5	2	(205)	587
CONVÊNIO MS MAOA PRONAS	-	576	-	-	-	576
CONVÊNIO FINEP FACAN	578	-	13	(16)	-	575
CONVÊNIO FINEP IEAB	561	-	11	1	-	573
CONVÊNIO MPH DERMOCOSMETICOS	396	750	11	-	(650)	507
CONVÊNIO FINEP MAXSIRIUS	320	-	3	4	-	327
CONVÊNIO PETROBRAS CENTRO SAP II	636	-	11	(39)	(287)	321
CONVÊNIO ENZIBIO SINOCHEM	1.198	-	20	100	(1.004)	314
CONVÊNIO PETROBRAS DESTILADOR	408	-	8	2	(182)	236
CONVÊNIO MPH ANTICANCER	202	500	4	(1)	(495)	210
CONVÊNIO CONICET	211	-	4	1	(49)	167
CONVÊNIO BIOGLICEMIA-SIBRATEC	-	99	-	-	-	99
CONVÊNIO PLENUSCOATING-SIBRATEC	-	100	-	(1)	-	99
CONVÊNIO MPH EMBRAPII DERMOCOSMETICOS	162	60	2	(71)	(84)	69
CONVÊNIO CNPEM-UVC-COV2-EMBRAPII	-	117	-	-	(48)	69
CONVÊNIO IPAC 21	129	-	2	50	(132)	49
CONVÊNIO NATURALIS NATURA	128	-	2	(67)	(18)	45
CONVÊNIO ETANOL 2G EMBRAPII	54	903	1	(77)	(836)	45
CONVÊNIO BIOGLECEMIA-SE7E	-	25	-	-	-	25
CONVÊNIO FINEP ELI LILLY	22	-	-	-	-	22
CONVÊNIO CNPEM-UVC-COV2-NEE	-	22	-	-	-	22
CONVÊNIO UNIV.BRITISH COLUMBIA	8	-	-	-	(2)	6
CONVÊNIO PLENUSCOATING-NCHEMI	-	5	-	-	-	5
CONVÊNIO NATURALIS EMBRAPII	-	30	-	-	(27)	3
CONVÊNIO PRONAS PCD	574	-	2	(576)	-	-
CONVÊNIO NANOCOMPOSITO	249	-	2	(88)	(163)	-
CONVÊNIO MBE2 MAHLE	133	122	1	-	(256)	-
CONVÊNIO PETROBRAS OH	56	-	-	(56)	-	-
CONVÊNIO PETROBRAS E-TONG	37	-	-	(37)	-	-
CONVÊNIO CARGAS VERDES SEBRAE	1	-	-	(1)	-	-
CONVÊNIO PNUD SUCRE	1	6.949	-	(2.395)	(4.555)	-
Outros convênios	346	1.017	6	(24)	(1.280)	65
	<b>34.825</b>	<b>25.672</b>	<b>395</b>	<b>(9.496)</b>	<b>(13.463)</b>	<b>37.933</b>

## Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

### Movimentação 2019

	2018	Recursos recebidos	Rendimento de aplicação financeira	Constituição de receita diferida	Gastos incorridos	2019
CONVÊNIO ANTICORPO PRONON MS	-	10.653	2	(1)	(1)	10.653
CONVÊNIO ALVOS MOLECULARES	-	5.948	1	-	(1)	5.948
CONVÊNIO PRONON MS	-	3.047	-	-	-	3.047
CONVÊNIO MS SICONV LIMA	2.825	-	122	16	(56)	2.907
CONVÊNIO ETANOL 2G PETROBRAS	2.181	1.757	82	(24)	(1.492)	2.504
CONVÊNIO PETROBRAS CENTRO PAS	-	2.154	57	(23)	(58)	2.130
CONVÊNIO ENZIBIO SINOCHEM	-	1.434	30	(100)	(166)	1.198
CONVÊNIO PETROBRAS CENTRO INFRA	-	1.542	31	(387)	(23)	1.163
CONVÊNIO PETROBRAS CENTRO SAP II	262	666	20	(3)	(309)	636
CONVÊNIO FINEP FACAN	607	-	26	14	(69)	578
CONVÊNIO PRONAS PCD	567	-	7	-	-	574
CONVÊNIO FINEP IEAB	590	-	24	-	(53)	561
CONVÊNIO PETROBRAS DESTILADOR	212	359	14	(8)	(169)	408
CONVÊNIO MPH DERMOCOSMETICOS	333	400	14	-	(351)	396
CONVÊNIO FINEP MAXSIRIUS	404	-	13	(35)	(62)	320
CONVÊNIO NANOCOMPOSITO	117	487	12	(103)	(264)	249
CONVÊNIO CONICET	120	170	3	-	(82)	211
CONVÊNIO MPH ANTICANCER	259	360	10	1	(428)	202
CONVÊNIO MPH EMBRAPII DERMOCOSMETICOS	305	100	9	1	(253)	162
CONVÊNIO MBE2 MAHLE	-	132	1	-	-	133
CONVÊNIO IPAC 21	-	151	3	(1)	(24)	129
CONVÊNIO NATURALIS NATURA	-	128	-	-	-	128
CONVÊNIO EMBRAPII	792	336	20	(1.084)	(1)	63
CONVÊNIO PETROBRAS OH	266	59	7	(12)	(264)	56
CONVÊNIO ETANOL 2G EMBRAPII	493	520	11	(3)	(967)	54
CONVÊNIO PETROBRAS E-TONG	114	-	3	(2)	(78)	37
CONVÊNIO FINEP ELI LILLY	341	-	6	(56)	(269)	22
CONVÊNIO UNIV.BRITISH COLUMBIA	325	-	9	(12)	(314)	8
CONVÊNIO CARGAS VERDES SEBRAE	117	-	2	(58)	(60)	1
CONVÊNIO PNUD SUCRE	3	6.599	-	(494)	(6.107)	1
CONVÊNIO MAHLE LNBR	718	-	15	(132)	(601)	-
CONVÊNIO ZILOR	106	-	2	-	(108)	-
CONVÊNIO FSW	100	-	1	(95)	(6)	-
CONVÊNIO EMBRAPII MAHLE	560	-	15	(240)	(335)	-
CONVÊNIO PETROBRAS FSW4	590	-	9	(297)	(302)	-
CONVÊNIO CARGAS VERDES EMBRAPII	102	-	1	(78)	(25)	-
CONVÊNIO FINEP PACMAN	1.911	-	47	(677)	(1.281)	-
Outros convênios	642	647	19	(238)	(724)	346
	15.962	37.649	648	(4.131)	(15.303)	34.825

A constituição de receita diferida refere-se a movimentações dos convênios sendo composta basicamente por contas patrimoniais que não afetam o caixa, baixa e a realização do convênio por aquisição de imobilizado.

Os gastos incorridos são todas as despesas de convênios no período que afetam o fluxo de caixa de cada contrato, sendo este recurso monetário, efetivamente utilizado pelo convênio, o qual foi reconhecido no resultado do exercício.

## Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

### 6.3. Movimentação das subvenções governamentais

#### Movimentação 2020

	Movimentação das subvenções a receber			2020
	2019	Adição de contratos e outras entradas	Recursos recebidos	
Projeto em execução do Sirius	-	150.000	(150.000)	-
Projeto em execução do Sisnano	-	8.000	(8.000)	-
Projeto em execução do ILUM	-	9.666	-	9.666
Projeto em execução do PCVE	-	45.000	(45.000)	-
Projeto em execução do LLABC	-	7.500	-	7.500
Recursos de projetos	-	220.166	(203.000)	17.166

#### Movimentação 2019

	Movimentação das subvenções a receber			2019
	2018	Adição de contratos e outras entradas	Recursos recebidos	
Projeto em execução do Sirius	-	277.150	(277.150)	-
Projeto em execução do Sisnano	-	8.986	(8.986)	-
Projeto em execução do BIOTEC	-	-	-	-
Projeto em execução do ILUM	-	-	-	-
Recursos de projetos	-	286.136	(286.136)	-

### 6.4. Movimentação receita diferida

	Movimentação receita diferida 2020					2020
	2019	Ativações	Redução a valor recuperável	Realização da receita diferida por depreciação e amortização	Outros	
Ativos do Projeto Sirius	1.126.913	104.019	-	(23.674)	-	1.207.258
Ativos do Projeto Sisnano	36.747	11.826	-	(4.033)	(9)	44.531
Ativos do Projeto ILUM	2.332	1.865	-	(40)	-	4.157
Ativos do Projeto BIOTEC	2.263	-	-	(117)	-	2.146
Ativos de Convênios	36.178	1.394	-	(3.326)	32	34.278
Ativos do Contrato de Gestão	32.072	390	(35)	(3.070)	(1)	29.356
	1.236.505	119.494	(35)	(34.260)	22	1.321.726

# Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

## Movimentação 2019

	Movimentação receita diferida 2019					2019
	2018	Ativações	Redução a valor recuperável	Realização da receita diferida por depreciação e amortização	Outros	
Ativos do Projeto Sirius	1.012.572	121.368	-	(7.029)	2	1.126.913
Ativos do Projeto Sisnano	37.741	2.293	30	(3.287)	(30)	36.747
Ativos do Projeto ILUM	-	2.334	-	(2)	-	2.332
Ativos do Projeto BIOTEC	2.380	-	-	(117)	-	2.263
Ativos de Convênios	35.927	4.514	(656)	(3.082)	(525)	36.178
Ativos do Contrato de Gestão	17.413	19.854	(2.013)	(3.205)	23	32.072
	1.106.033	150.363	(2.639)	(16.722)	(530)	1.236.505

### a) Recursos de convênios

A Instituição possui diversos projetos de pesquisa vinculada às empresas, agências de fomentos e/ou bancos. Para isso, os instrumentos reguladores são firmados mediante Acordo de Cooperação ou Convênios entre as partes, com base em um plano de trabalho e um cronograma de desembolso específico ao projeto, que pode ou não haver contrapartida financeira do CNPEM, sendo que no fim do convênio é feita a prestação de contas ao parceiro.

Em 31 de dezembro de 2020, os principais parceiros da Instituição são com o Ministério da Saúde, EMBRAPA, Petrobras, FINEP entre outros.

Durante o exercício de 2020, foram recebidas doações patrimoniais dos convênios que correspondem a equipamentos para pesquisas e outros fins relacionados à atividade da Instituição, no montante de R\$1.394.

### b) Recursos de projetos

#### SIRIUS

O Projeto Sirius prevê a implantação da maior e mais complexa infraestrutura de pesquisa do País com aplicações em inúmeras áreas do conhecimento e diferentes setores econômicos. O Síncrotron é um grande e sofisticado microscópio, que permite enxergar qualquer material, orgânico ou inorgânico, na escala dos átomos. Os parâmetros da nova fonte brasileira de Luz Síncrotron não apenas permitirão elevar a qualidade dos experimentos, com redução significativa do tempo de aquisição de dados e aumento da precisão dos resultados das medidas, mas, sobretudo, viabilizarão propostas de pesquisa hoje impossíveis de serem realizadas no Brasil. Assim como a primeira Fonte Síncrotron, o UVX, Sirius será operado de forma aberta, no modelo de um Laboratório Nacional, o que permitirá sua utilização simultânea em experimentos diversos, com o uso de técnicas distintas e nas mais variadas áreas do conhecimento, por pesquisadores de instituições acadêmicas e empresas dos setores produtivos.

## Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

Os valores apresentados na Nota Explicativa nº 6.3 representam a diferença entre o saldo de orçamentos pactuados em exercícios anteriores, os rendimentos financeiros e o montante orçamentário executado deste projeto, além do recurso firmado por meio do 32º termo aditivo ao Contrato de Gestão, no montante de R\$150.000.

### Sisnano

Em 2012, foi instituído no Brasil o Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologias (SisNANO). O SisNANO é uma das mais importantes iniciativas do Programa Nacional de Nanotecnologia, contemplado na Estratégia Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação, e visa à modernização e o fortalecimento de infraestruturas direcionadas à PD&I em nanociências e nanotecnologias. O Laboratório Nacional de Nanotecnologia constitui um dos laboratórios de referência do SisNANO. A ação consiste na expansão das instalações físicas e laboratoriais do Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano), que compõe a rede do Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologia. Os investimentos propiciam a aquisição e comissionamento de infraestrutura avançada e de excelência em nanotecnologias para o atendimento de pesquisadores nacionais e estrangeiros no desenvolvimento de projetos científicos, tecnológicos e de inovação, bem como para a capacitação e o treinamento de usuários externos e pesquisadores dos Laboratórios Nacionais.

Os recursos destinados a este projeto serão utilizados na aquisição de equipamentos para as instalações do LNNano, viabilizando a realização das linhas de pesquisa previstas para o Laboratório de Referência do Sisnano. Para 2020, o recurso do projeto foi firmado no 32º Termo Aditivo ao Contrato de Gestão, no montante de R\$8.000.

### ILUM

O projeto ILUM tem por objetivo construir uma iniciativa inovadora de formação de recursos humanos em ciências e suas aplicações, que preparará seus alunos para enfrentar os desafios futuros de um ambiente dinâmico de ciência e tecnologia, formando jovens como artífices do futuro e criadores de impactos econômicos e sociais; o instrumento para atingir esse objetivo é a criatividade alcançada por meio da pesquisa de fronteira, ferramenta essencial para criar líderes capazes de avançar no conhecimento científico, de sugerir soluções inovadoras para problemas produtivos e de coordenar novos grupos e instituições.

O saldo financeiro dos recursos contratados desde 2018 estão sendo destinados aos investimentos na reforma e adequação da infraestrutura referente a sede do Projeto, ao pagamento da equipe técnica dedicada exclusivamente a esta ação e à realização de workshops e outros eventos. Para 2020, o recurso do projeto foi firmado no 33º Termo Aditivo ao Contrato de Gestão, no montante de R\$9.666.

## Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

### PCVE

Os recursos destinados a este projeto prevê a implantação de um conjunto de plataformas científicas de vanguarda tecnológica para promover e sustentar uma agenda de pesquisa estratégica dedicada ao diagnóstico, tratamento e prevenção de viroses humanas patogênicas emergentes, que como a COVID-19, continuarão a ameaçar a saúde pública e resultar em perdas prematuras de vidas, requerendo assim uma instituição permanente de competência científica multidisciplinar e processos dotados de capacidade e agilidade. A iniciativa conta com financiamento de R\$45.000, pactuado no 32º Termo Aditivo ao Contrato de Gestão.

### LLABC

Em dezembro de 2020, o CNPEM contratou por meio do 34º Termo Aditivo o montante de R\$7.500 destinado à realização de um conjunto de estudos e validações associada a eventual implantação de um laboratório de biossegurança de nível 4. Esses recursos também incluem a revisão do projeto de terraplenagem original da área do Sirius para garantir requisitos técnicos compatíveis com futura implantação de novas linhas de luz longas.

### BIOTEC

Este projeto tem por objetivo a criação de uma infraestrutura laboratorial destinada à geração de linhagens celulares e bancos de células produtoras de proteínas recombinantes. Em 2020, não foram contratados novos recursos e o projeto foi concluído.

#### c) Subvenção de contrato de gestão

O contrato de gestão firmado entre o CNPEM e MCTI é destinado para o custeio das atividades desenvolvidas nos Laboratórios Nacionais e seu resultado é medido anualmente, por meio de indicadores de desempenhos técnicos.

Os valores apresentados no passivo não circulante se referem a receita diferida registrada em contrapartida dos ativos imobilizado e intangível adquiridos para os respectivos projetos, os quais são depreciados/amortizados de acordo com a vida útil dos respectivos bens e direitos adquiridos.

# Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

## 7. Custos e despesas com e sem restrição

<b>Despesas com atividades de desenvolvimento tecnológico com e sem restrição</b>		
	<b>2020</b>	<b>2019</b>
<b>PROJETO SIRIUS</b>		
Salários, encargos e despesas relacionadas	<b>42.603</b>	<b>38.002</b>
Depreciação e amortização	<b>22.429</b>	<b>5.794</b>
Realização de receita diferida ativos doados	<b>(22.429)</b>	<b>(5.794)</b>
Realização de receita diferida por baixa	<b>(1.245)</b>	<b>(1.235)</b>
Serviços de terceiros	<b>21.279</b>	<b>14.763</b>
Material de consumo e outros	<b>2.333</b>	<b>5.394</b>
	<b>64.970</b>	<b>56.924</b>
Impostos e taxas	<b>303</b>	<b>266</b>
Outras despesas operacionais, líquidas	<b>1.003</b>	<b>464</b>
Resultado variação cambial, líquida	<b>(425)</b>	<b>(326)</b>
	<b>881</b>	<b>404</b>
	<b>65.851</b>	<b>57.328</b>
<b>PROJETO SISNANO</b>		
Depreciação e amortização	<b>3.762</b>	<b>3.294</b>
Realização de receita diferida ativos doados	<b>(3.762)</b>	<b>(3.294)</b>
Realização de receita diferida por baixa	<b>(271)</b>	<b>7</b>
Serviços de terceiros	<b>98</b>	<b>21</b>
Material de consumo e outros	<b>81</b>	<b>40</b>
	<b>(92)</b>	<b>68</b>
Impostos e taxas	<b>14</b>	<b>16</b>
Outras despesas operacionais, líquidas	<b>149</b>	<b>1</b>
Resultado variação cambial, líquida	<b>(1.921)</b>	<b>2</b>
	<b>(1.758)</b>	<b>19</b>
	<b>(1.850)</b>	<b>87</b>
<b>PROJETO BIOTEC</b>		
Salários, encargos e despesas relacionadas	<b>322</b>	<b>957</b>
Depreciação e amortização	<b>117</b>	<b>117</b>
Realização de receita diferida ativos doados	<b>(117)</b>	<b>(117)</b>
Serviços de terceiros	<b>43</b>	<b>-</b>
Material de consumo e outros	<b>-</b>	<b>1</b>
	<b>365</b>	<b>958</b>
Impostos e taxas	<b>-</b>	<b>2</b>
	<b>365</b>	<b>960</b>
<b>PROJETO ILUM</b>		
Salários, encargos e despesas relacionadas	<b>902</b>	<b>939</b>
Depreciação e amortização	<b>40</b>	<b>1</b>
Realização de receita diferida ativos doados	<b>(40)</b>	<b>(2)</b>
Serviços de terceiros	<b>507</b>	<b>424</b>
Material de consumo e outros	<b>3</b>	<b>4</b>
	<b>1.412</b>	<b>1.366</b>
Impostos e taxas	<b>12</b>	<b>30</b>
Outras receitas operacionais, líquidas	<b>5</b>	<b>2</b>
	<b>17</b>	<b>32</b>
	<b>1.429</b>	<b>1.398</b>
<b>PROJETO PCVE</b>		
Serviços de terceiros	<b>57</b>	<b>-</b>
	<b>57</b>	<b>-</b>
Impostos e taxas	<b>14</b>	<b>-</b>
	<b>14</b>	<b>-</b>
	<b>71</b>	<b>-</b>

## Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

### CONVÊNIO

Gastos incorridos	13.463	15.303
Realização de receita diferida sobre gastos incorridos	(13.463)	(15.303)
	-	-

### OPERAÇÃO

Salários, encargos e despesas relacionadas	50.833	52.726
Depreciação e amortização	12.595	14.857
Realização de receita diferida ativos doados	(6.396)	(6.287)
Serviços de terceiros	15.887	18.747
Material de consumo e outros	4.098	4.827
	77.017	84.870
Impostos e taxas	709	1.133
Outras despesas operacionais, líquidas	(1.702)	(1.005)
Resultado variação cambial, líquida	7	50
	(986)	178
	76.031	85.048

### TOTAL

Salários, encargos e despesas relacionadas	94.660	92.624
Depreciação e amortização	38.943	24.063
Realização de receita diferida ativos doados	(34.260)	(16.722)
Serviços de terceiros	37.871	33.955
Material de consumo e outros	6.515	10.266
	143.729	144.186
Impostos e taxas	1.052	1.447
Outras receitas operacionais, líquidas	(545)	(538)
Resultado variação cambial, líquida	(2.339)	(274)
	(1.832)	635
	141.897	144.821

## 8. Provisão para contingências

A Instituição está envolvida em ações judiciais sobre questões trabalhistas decorrentes do curso normal de suas operações. A Administração, com base em informações de seus assessores jurídicos e análise das demandas judiciais pendentes, constituiu provisão em um montante de R\$574 em 2020 (R\$98 em 2019), considerado suficiente para cobrir as perdas prováveis esperadas no desfecho das ações em curso.

Os processos trabalhistas avaliados com possíveis chances de êxito tratam de ações movidas por ex-funcionários e/ou funcionários de empresas prestadoras de serviços da Instituição pleiteando pagamentos de diferenças salariais, diferenças de horas extras acrescidas dos adicionais incidentes e reflexos, além de verbas rescisórias. Na maioria dos casos, a Instituição está incluída como responsável subsidiária pelo cumprimento de eventual condenação, por ser tomador dos serviços. O somatório dos processos possíveis totaliza R\$5.519 (R\$3.379 em 2019).

## Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

### 9. Plano de previdência privada

A Instituição disponibiliza para seus colaboradores celetistas um plano de previdência privada por contribuição definida junto à BrasilPrev, com o objetivo de complementação da previdência oficial. No ato da aposentadoria, o participante poderá optar pelo benefício da aposentadoria ou pelo resgate do saldo alcançado na composição do seu fundo.

O plano tem participação da Instituição e dos seus colaboradores na formação do fundo, por meio de contribuições mensais regulares e podendo o colaborador realizar aportes adicionais a qualquer tempo.

O plano prevê rentabilidade garantida do Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M/FGV), acrescido de 6% ao ano, e taxa de carregamento de 3% sobre o valor das contribuições mensais.

O montante das contribuições no exercício de 2020 foi de R\$2.082 (R\$2.034 em 2019).

### 10. Instrumentos financeiros

Os valores contábeis referentes aos instrumentos financeiros constantes no balanço patrimonial consistem basicamente de caixa e equivalentes de caixa e aplicações financeiras (conforme Nota Explicativa nº 4).

A Instituição não possui empréstimos com terceiros.

#### Risco de crédito

O risco de crédito é administrado pela Instituição e está composto por caixa e equivalentes e depósitos em instituições financeiras. Para os quais são aceitos somente títulos de entidades de primeira linha no mercado.

#### Risco de mercado

O risco cambial decorre das importações em moeda estrangeira realizadas pela Instituição, para os projetos em andamento. Durante os exercícios findos em 31 de dezembro de 2020 e 2019, a Instituição não realizou operações com derivativos.

#### Risco de liquidez

A previsão de fluxo de caixa é realizada pela Instituição e monitorada pela diretoria do Centro, que monitora as previsões contínuas das exigências de liquidez da Instituição para assegurar que ele tenha caixa suficiente para atender às necessidades operacionais.

A Instituição investe seus recursos em aplicações financeiras e debêntures, escolhendo instrumentos com vencimentos apropriados ou liquidez suficiente para fornecer margem segura conforme determinado pelas previsões acima mencionadas.

## **Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM**

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

### **11. Cobertura de seguros (não auditado)**

A Instituição contratou cobertura de seguros para os bens sujeitos a riscos, por montantes considerados suficientes para cobrir eventuais sinistros, considerando a natureza de sua atividade.

As premissas de riscos adotadas, dada a sua natureza, não fazem parte do escopo de uma auditoria das demonstrações contábeis e, conseqüentemente, não foram examinadas pelos nossos auditores independentes.

Em 31 de dezembro de 2020, a apólice de seguro da Instituição totaliza R\$1.213.117, sendo que o valor de R\$1.000.000 se refere a cobertura do Projeto SIRIUS e R\$213.117 ao CNPEM, a cobertura máxima em eventuais sinistros para o Projeto SIRIUS é de R\$500.000 e para o CNPEM é de R\$120.270, as principais coberturas são contra eventos de qualquer natureza, incluindo danos materiais e de responsabilidade civil.

### **12. Avais, fianças e garantias**

A Instituição não prestou garantias e não possuía quaisquer transações como interveniente garantidora em 31 de dezembro de 2020 e 2019.

### **13. Impactos da pandemia mundial – SARVS-Covid-19**

A partir de 18 de março de 2020 o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais – CNPEM tomou providências no âmbito interno para preservação da saúde de seus colaboradores e prestadores de serviços para manter as atividades e continuidade das pesquisas, sendo que todos os profissionais cujas atividades eram passíveis de serem realizadas na modalidade remota foram alocados em home-office para reduzir ao máximo o trânsito de pessoas no Campus e, assim, iniciar progressivamente as adaptações necessárias nos ambientes para uma possível retomada gradual de atividades consideradas prioritárias.

A continuidade das atividades essenciais, em ritmo menos intenso, foi viabilizada pela pronta adoção de estratégias de segurança, continuamente propostas e reavaliadas pela Diretoria, tais como: limitação de acesso às instalações do CNPEM; medição de temperatura e controle da saturação de oxigênio nos locais de trabalho; disponibilização de máscaras PFF2, álcool em gel e álcool líquido; adoção de e-mail institucional dedicado para troca de informações e relatos de sintomas, com monitoramento constante da área médica, recursos humanos e segurança do trabalho; adequações das instalações comuns garantindo o devido distanciamento entre os profissionais;

## **Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM**

Notas explicativas às demonstrações contábeis  
31 de dezembro de 2020 e 2019  
(Valores expressos em milhares de reais)

Desde o início do período de maior isolamento social, o CNPEM priorizou um conjunto de atividades associadas a “força-tarefa” de combate à Covid-19. Este cenário incluiu a priorização do comissionamento da linha de luz Manacá, tendo em vista sua aplicação nos estudos relacionados ao SARSCoV-2 e em alinhamento com os esforços do MCTI na Rede Vírus. O início do comissionamento científico da Manacá, os primeiros experimentos com a proteína 3CL do SARSCoV-2 e o atendimento dos primeiros usuários externos em setembro são provas do sucesso destes esforços de adaptação do CNPEM ao cenário de emergência sanitária mundial.

Essas foram providências operacionais para manter as atividades de pesquisa e gestão da Instituição, não havendo a necessidade de aderir às flexibilizações citadas na Portaria 139/2020 que tratava do diferimento de tributos federais e da Medida Provisória nº 927/2020 sobre diferimento do pagamento do FGTS. As ações tomadas pelo CNPEM asseguraram as atividades, não sendo necessário a redução de carga horária dos colaboradores ou demissões relacionadas a essas novas diretrizes de trabalho.

Em 01 de Julho de 2020 o CNPEM e o MCTI assinaram o 32º Termo Aditivo ao Contrato de Gestão, o qual apresenta o plano de ação do projeto denominado “Iniciativa de combate a viroses emergentes” pactuando um montante de R\$45.000 para desenvolvimento e atuação no enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus.

### **14. Eventos subsequentes**

Em 04 de janeiro de 2021 foram recebidos os recursos contratados no 33º e 34º Termo Aditivo do Contrato de Gestão, totalizando R\$17.166, destinados aos projetos LLABC e ILUM.

\* \* \*





**@cnpem**