



CNPq
Centro Nacional de Pesquisa
em Energia e Materiais

Relatório Semestral
2017



CNPEM
Centro Nacional de Pesquisa
em Energia e Materiais

Relatório Semestral | 2017

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais – CNPEM
Rua Giuseppe Máximo Scolfaro 10.000 – Polo II de Alta
Tecnologia
Caixa Postal 6192 – CEP 13083-970
Campinas – São Paulo
Telefones: +55 (19) 3512-1010 | Fax: +55 (19) 3512-1004
www.cnpem.br

Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
Gilberto Kassab
Ministro de Estado

Elton Santa Fé Zacarias
Secretário Executivo

Conselho de Administração
Rogério Cezar de Cerqueira Leite (Presidente)
Bernardo Afonso de Almeida Gradin
Esper Abrão Cavalheiro
Evando Mirra de Paula e Silva
Helena Bonciani Nader
Jailson Bittencourt de Andradre
José Ellis Ripper Filho
José Fernando Perez
Luiz Eugênio Araújo de Moraes Mello
Marco Antonio Raupp
Maurilio Biagi Filho
Oswaldo Luiz Alves
Ogari de Castro Pacheco
Reginaldo dos Santos
Rodrigo Villares Portugal

Diretores
Rogério Cezar de Cerqueira Leite
Diretor-Geral *pro tempore*

Cleonice Ywamoto
Diretora de Administração

Antonio José Roque da Silva
Diretor do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron - LNLS

Kleber Gomes Franchini
Diretor do Laboratório Nacional de Biociências - LNBio

Gonçalo Amarante Guimarães Pereira
Diretor do Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol – CTBE

Adalberto Fazzio
Diretor do Laboratório Nacional de Nanotecnologia – LNNano

*Esta é a composição do Conselho de Administração responsável pela aprovação do Relatório Semestral 2017.

O Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais – CNPEM, pessoa jurídica de Direito Privado sem fins lucrativos é a nova denominação da Associação Brasileira de Tecnologia de Luz Síncrotron, qualificada como Organização Social pelo Decreto n. 2.405, de 26 de novembro de 1997. O CNPEM atua no desenvolvimento de ciência, tecnologia e inovação por meio de seus quatro Laboratórios Nacionais: Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS); Laboratório Nacional de Biociências (LNBio); Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE) e Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano).

Todos os direitos reservados ao Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM). Os textos contidos nesta publicação podem ser reproduzidos, armazenados ou transmitidos desde que citada a fonte.

O Relatório Semestral de 2017 é parte integrante das atividades desenvolvidas no âmbito do Contrato de Gestão MCTIC/CNPEM.

SUMÁRIO



1. O CNPEM

**2. INSTALAÇÕES ABERTAS
A USUÁRIOS EXTERNOS**



**3. PESQUISA E
DESENVOLVIMENTO
IN-HOUSE**

**4. APOIO À
GERAÇÃO DE
INOVAÇÃO**



**5. TREINAMENTO,
EDUCAÇÃO E
EXTENSÃO**

**6. INFRAESTRUTURA
E OPERAÇÃO**



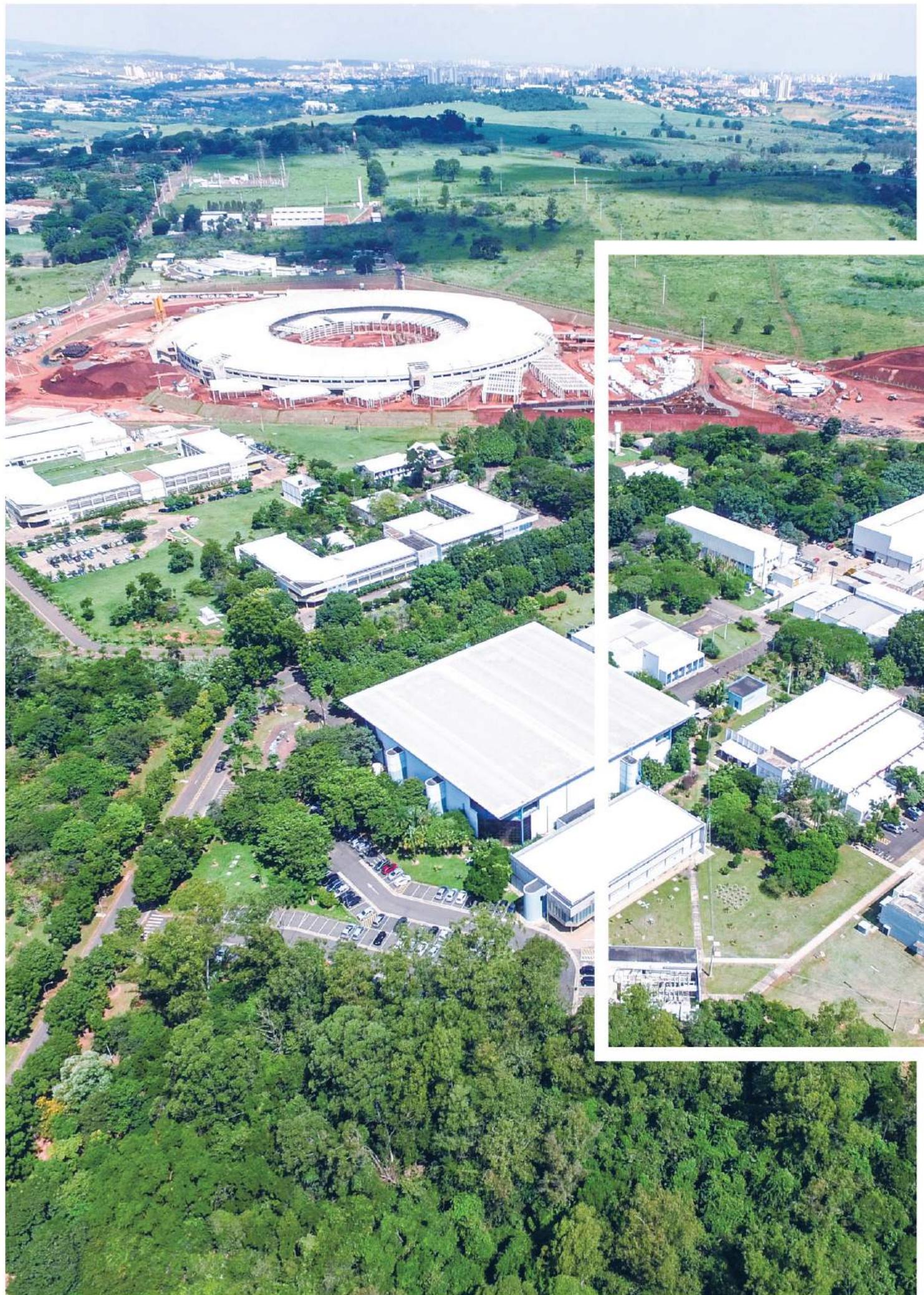
7. ANEXOS

Este relatório foi aprovado pelo Conselho de Administração
em Reunião Ordinária realizada em 25/08/2017





1.0 CNPEM



O CNPEM



O Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM) é uma associação privada, sem fins lucrativos, qualificada como Organização Social pelo Poder Público Federal em 1997 e supervisionada pelo Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). O Centro opera quatro Laboratórios Nacionais: Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS); Laboratório Nacional de Biociências (LNBio); Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE); e Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano). Os Laboratórios Nacionais são singulares pela combinação de competências e instalações experimentais e por se caracterizarem como centros de pesquisa de referência abertos, multiusuários e interdisciplinares.

O CNPEM, por meio de seus Laboratórios Nacionais, desempenha papel estratégico junto ao MCTIC, como indutor e executor das políticas públicas de ciência, tecnologia e inovação, em particular nas áreas de aceleradores de partículas, instrumentação para uso de luz síncrotron, biotecnologia e fármacos, nanociência e nanotecnologia e pesquisa básica e aplicada relacionadas à bioenergia. Adicionalmente, o CNPEM busca manter forte interação com empresas dos setores de agricultura, indústria e serviços, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico em áreas prioritárias para o País.

▪ Missão do CNPEM

Integrar competências singulares em Laboratórios Nacionais para o desenvolvimento científico e tecnológico e o apoio à inovação em energia, materiais e biociências.

▪ Visão do CNPEM

Ser reconhecido como um Centro Nacional de Pesquisas dotado de competências para criar conhecimento no estado da arte e desenvolver soluções criativas nas áreas de energia, materiais e biociências.

▪ Eixos de Atuação

A atuação do CNPEM pode ser desdobrada em quatro eixos:



Eixo 1

Instalações abertas a usuários externos



Eixo 2

Pesquisa e Desenvolvimento in-house



Eixo 3

Apoio à geração de inovação



Eixo 4

Treinamento, Educação e Extensão

CONHEÇA OS NÚMEROS MAIS RELEVANTES DA ORGANIZAÇÃO NO PRIMEIRO SEMESTRE DE 2017



45 instalações dedicadas às diversas atividades do Centro



Mais de 58.000 horas de equipamentos dedicadas a pesquisa e desenvolvimento



Aproximadamente 1.449 pesquisadores externos atendidos



33 instalações abertas a usuários externos

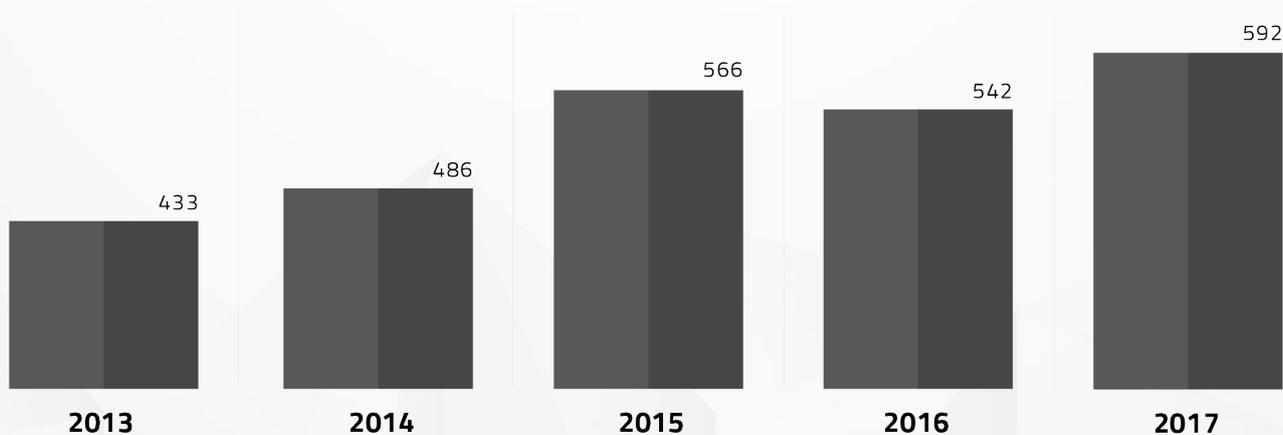


Mais de 160 instituições beneficiadas



592 propostas de pesquisa externas realizadas

Propostas realizadas





105 artigos publicados por pesquisadores internos



61 pós-doutores supervisionados



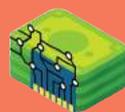
Mais de 50% dos artigos classificados no quartil 1*



40 projetos em parceria com empresas



6 tecnologias protegidas



Aproximadamente 8 milhões de reais recebidos por meio de projetos de apoio à inovação



Mais de 2 milhões de reais contratados em novos auxílios



3 eventos científicos



107 bolsistas de doutorado e 40 de mestrado



101 estagiários



Mais de 1200 visitantes no Campus

Beneficiários externos atendidos

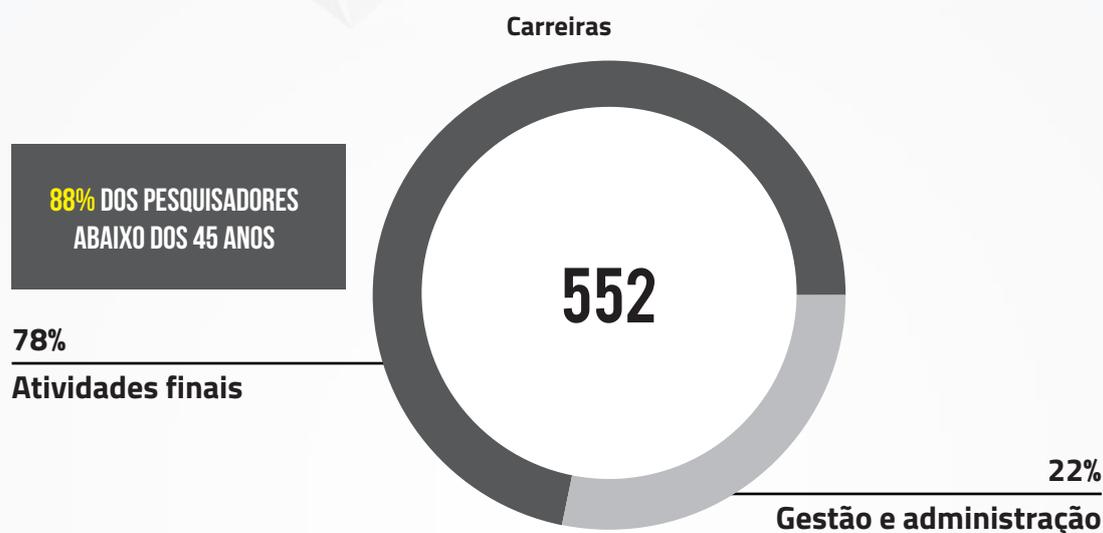


*A classificação por quartis está relacionada a cada periódico e sua respectiva categoria de assunto. O primeiro quartil, Q1, refere-se às revistas classificadas entre as 25% melhores da distribuição de fator de impacto em determinada área do conhecimento.

Recursos Humanos

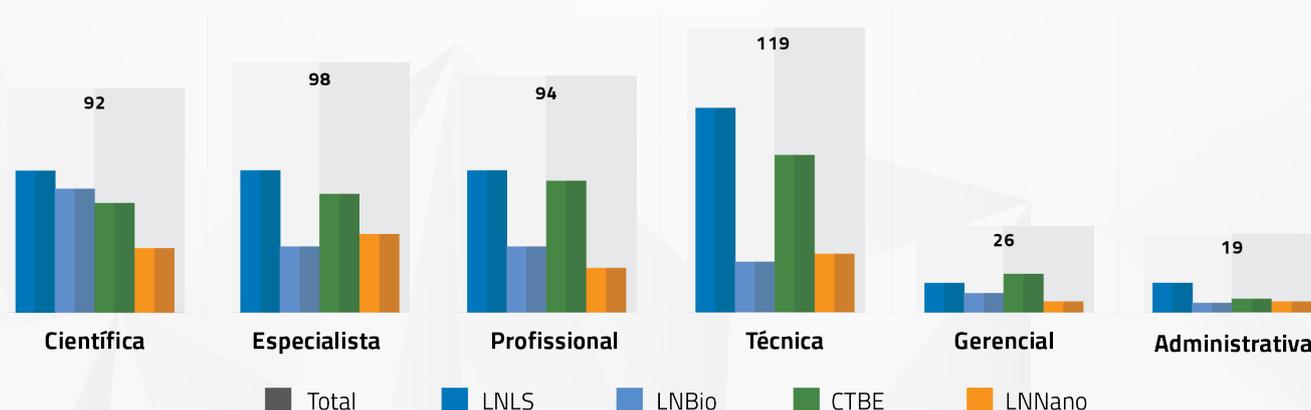
O principal ativo de uma instituição de pesquisa são seus recursos humanos. O quadro de colaboradores do CNPEM reúne um grande número de profissionais altamente especializados, direta ou indiretamente engajados no desenvolvimento de suas atividades-fim.

Ao final do primeiro semestre, o Centro contava com um total de 552 funcionários, quase 80% deles dedicados exclusivamente às atividades-fim associadas a seus quatro eixos de atuação. Os demais estavam envolvidos em atividades administrativas (gestão de recursos humanos, de compras e contratações, de orçamento e finanças etc.) e em atividades de apoio à operação do campus e atendimento de usuários externos.



A força de trabalho inclui ainda um amplo contingente de jovens pesquisadores. Anualmente, o CNPEM contribui para a formação complementar e o desenvolvimento de mais de 250 bolsistas, desde a iniciação científica até o pós-doutoramento.

Trata-se de uma importante vertente de atuação do Centro, que, a despeito de não oferecer cursos de pós-graduação, participa do processo de capacitação de jovens talentos em suas áreas de competência, muitas delas singulares. Parte desses jovens, engajados em projetos de pesquisa e desenvolvimento dos Laboratórios Nacionais, que se destacam como estagiários ou bolsistas, é absorvida internamente para seguir carreira como pesquisador ou especialista.



Gestão de Recursos Humanos

No primeiro semestre de 2017, o CNPEM implementou um novo modelo de avaliação de desempenho do seu quadro de funcionários. A metodologia utilizada foi estruturada ao longo de 2016 por um grupo de trabalho interno e considerou os eixos de atuação, os objetivos organizacionais e os perfis dos colaboradores.

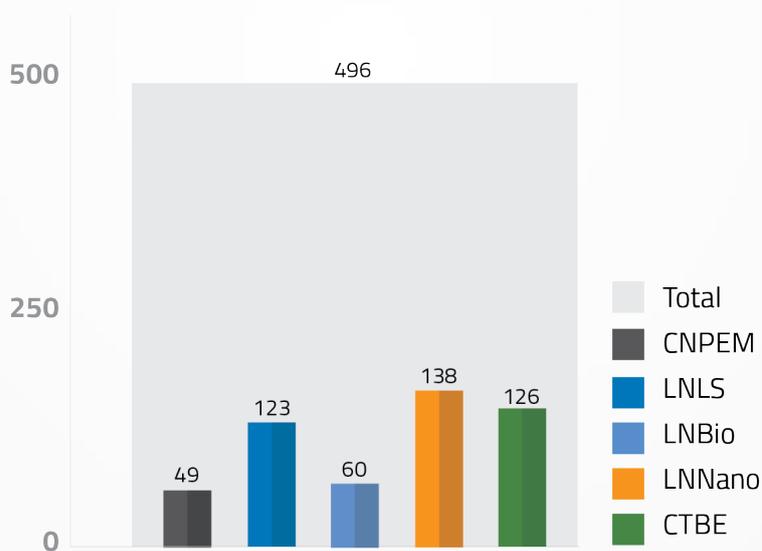
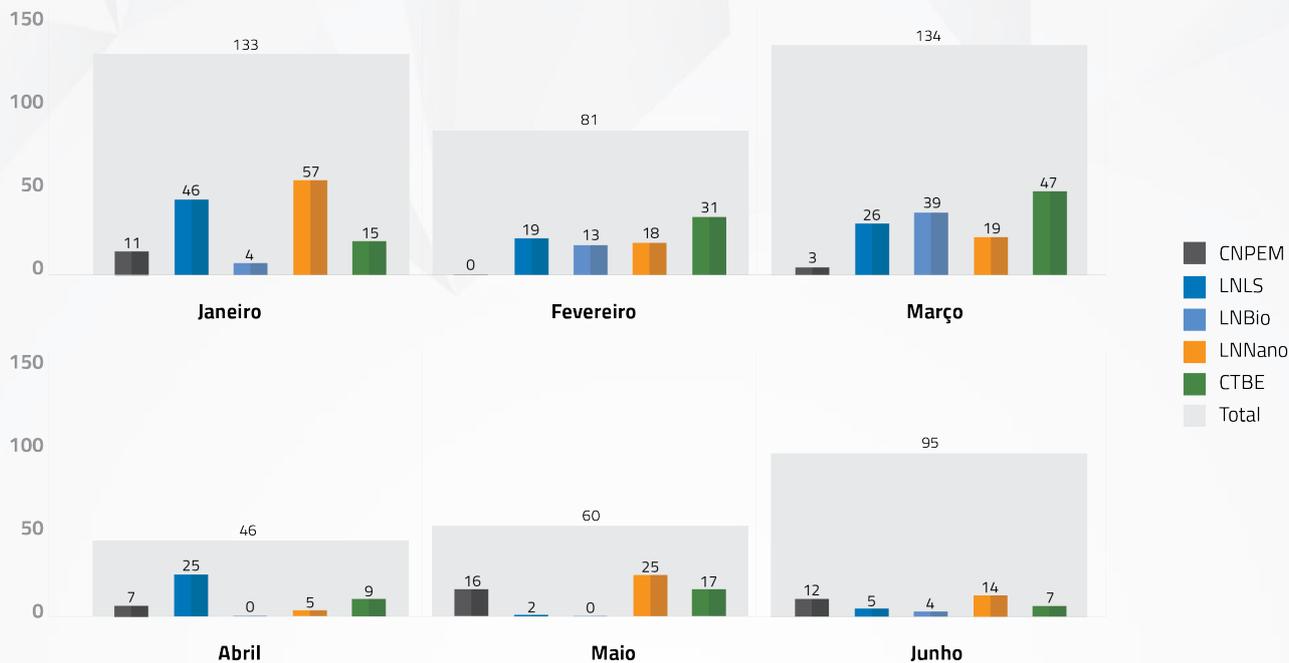
A prática de avaliação é considerada essencial para o desempenho institucional no longo prazo, orientado por metas previamente definidas. Os resultados de sua aplicação deverão contribuir, progressivamente, para aperfeiçoar programas e políticas de desenvolvimento de recursos humanos.

Comunicação



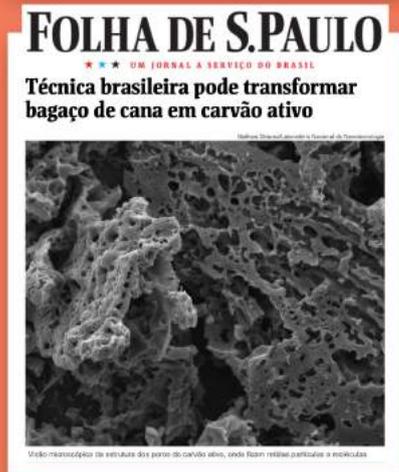
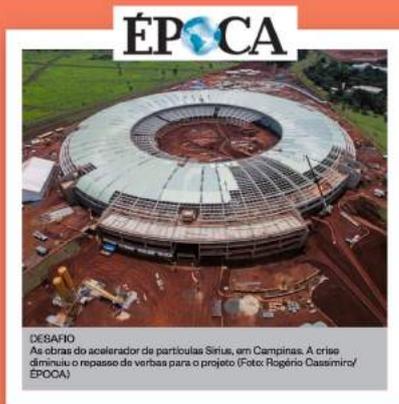
No primeiro semestre de 2017, as atividades de comunicação estiveram concentradas nas seguintes frentes: (i) divulgação das atividades dos Laboratórios Nacionais na imprensa; (ii) organização de eventos agendados para este ano; (iii) programa institucional de visitas ao Centro; (iv) ações em redes sociais; e (v) divulgações de newsletters institucionais.

Ao todo, **496 matérias** sobre o CNPEM e seus Laboratórios Nacionais foram publicadas na imprensa. Os detalhes podem ser conferidos a seguir:

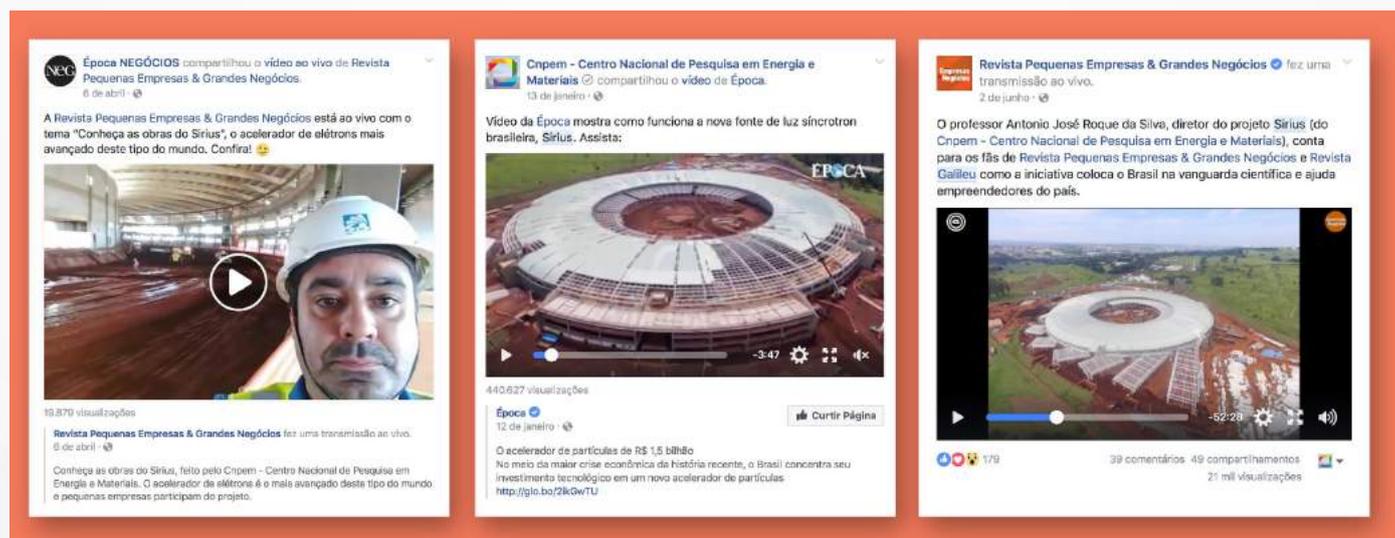


Desse total, 30 matérias foram publicadas em veículos de grande alcance, como os jornais Folha de S.Paulo e O Estado de São Paulo; redes de televisão com alcance nacional – Globo, Record, Bandeirantes; revistas Nature e Época; e portais online, como UOL, G1, BBC Brasil e Valor Econômico Online. As matérias institucionais alcançaram 59 minutos nas redes de televisão com alcance nacional.

Os temas com maior repercussão foram: (i) Sirius, com matérias nas revistas Época e Pequenas Empresas & Grandes Negócios (PEGN) e nos jornais Folha de S.Paulo, O Globo e O Estado de São Paulo; (ii) Pesquisa com carvão ativo nanoestruturado, divulgada na Rádio CBN, na Rede Record e na Folha de S.Paulo; (iii) Estudo sobre nanoantibiótico contra bactérias resistentes, tema de matérias nas Redes Bandeirantes e Record e no jornal Folha de S.Paulo; (iv) Artigo sobre os efeitos do zika vírus no desenvolvimento embrionário, divulgado no Jornal Nacional da Rede Globo, Portal G1 e rádio CBN.



Com ênfase no Sirius, as ações de divulgação no Facebook foram intensificadas em perfis de veículos de imprensa. Houve vídeo de visita às obras publicado nos perfis das Revistas Época Negócios e PEGN; entrevista com o Diretor do LNLS, Antônio José Roque da Silva, transmitida ao vivo nas páginas das Revistas Galileu e PEGN, e publicação de vídeo sobre o Sirius no perfil da Revista Época. Esses vídeos reúnem mais de 500.000 visualizações no Facebook



As ações em redes sociais contemplaram a atualização constante da página do CNPEM no Facebook. O perfil institucional reuniu mais 2.361 seguidores e fechou o semestre com 13.683 seguidores. No período, as postagens com maior alcance foram a divulgação do evento Ciência Aberta, previsto para o início do segundo semestre (48.856 pessoas alcançadas), e a divulgação do início da concretagem do piso do Sirius, uma das fases mais desafiadoras das obras civis (38.250 pessoas alcançadas).

13.683
CURTIDAS NA PÁGINA ATÉ
FINAL DE JUNHO DE 2017



Destaca-se também a produção interna da série de vídeos “Luz pra quê” – dedicada a apresentar quem são, de onde vêm e o que fazem os usuários da atual fonte de luz síncrotron, UVX. No primeiro semestre, foram publicados vídeos com 24 pesquisadores do Brasil (de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Pará e Rio Grande do Sul) e do exterior (Argentina e Suécia).

Divulgados semanalmente, no canal do LNLS no YouTube, os vídeos tiveram 3.500 visualizações. Na página do CNPEM no Facebook, a série alcançou mais de 140 mil pessoas.

As atividades do CTBE também foram divulgadas por meio de novas iniciativas. Foi lançado o “Boletim CTBE”, informativo temático distribuído eletronicamente para cerca de mil e-mails de representantes de áreas ligadas às atividades do Laboratório. Três edições foram produzidas no primeiro semestre.

O CTBE promoveu ainda duas edições do “Workshop Estratégico CTBE – WECTBE”. Planejado para acontecer com frequência bimestral, o evento tem como objetivo fazer a ponte entre o setor produtivo e o ambiente acadêmico, promovendo networking e facilitando a troca de experiências e soluções. O WECTBE reúne líderes do setor produtivo, formadores de opinião, tomadores de decisão, agências de fomento, representantes de órgãos públicos, bancos públicos e privados. “Desafios e oportunidades para a cultura de cana, produção de açúcar e etanol no Nordeste” e “Macaúba” foram os temas debatidos no primeiro semestre.

Dentre os eventos realizados no primeiro semestre, destacam-se a 26ª Edição do Bolsas de Verão (CNPEM); Desafios Analíticos da Indústria Farmacêutica: Produtos de degradação (LNBio) e C2PA Open Day (LNNano). O semestre foi marcado também pela divulgação de duas relevantes iniciativas: Escola Brasileira de Síncrotron (EBS) e Sao Paulo School of Advanced Science on Mass Spectrometry-based Proteomics (SPSAS-MS).

A 1ª edição da Escola Brasileira de Síncrotron, promovida pelo LNLs, está sendo planejada como um evento regular, de periodicidade anual, com o objetivo de impulsionar a formação e o treinamento de novos usuários, potencialmente aptos a utilizar técnicas de luz síncrotron em suas áreas de pesquisa. Foram contabilizadas 555 inscrições para as 100 vagas disponíveis, provenientes de quase todos os estados do País.

Já a Escola São Paulo (SPSAS-MS), promovida pelo LNBio, recebeu 282 inscrições para as 90 vagas disponíveis. Desse total, 88 inscrições foram de jovens pesquisadores de 53 instituições internacionais, presentes em 27 países. Dentre os brasileiros, houve 194 inscrições provenientes de 17 Estados.

O CNPEM recebeu 1.257 visitantes do Brasil e exterior. Grupos de diversos estados brasileiros estiveram no campus do Centro, assim como professores e pesquisadores da McGill University, do Canadá, e da Universidade de Aveiro, em Portugal; presidente e diretores da Universidade de Bordeaux, juntamente com o cônsul honorário da França em Campinas, além de alunos de graduação e pós-graduação da Universidade de Nottingham, na Inglaterra.

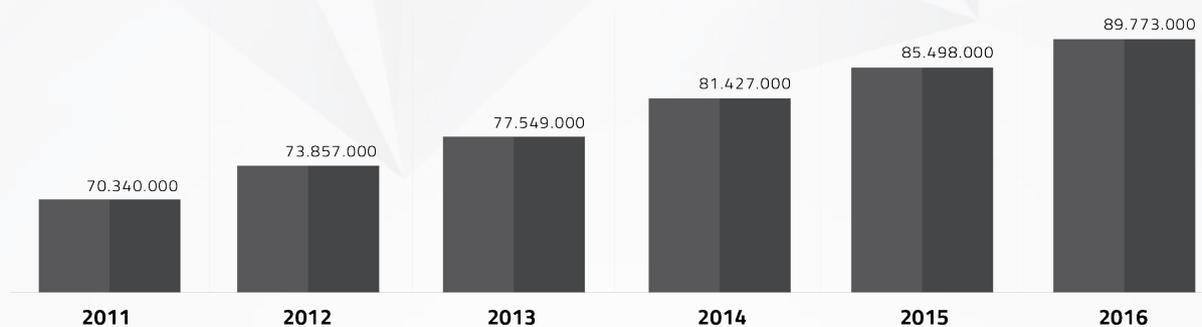
Foram registradas ainda 220.975 visitas aos sites institucionais e 530.863 visualizações de páginas, envolvendo tanto o CNPEM como os Laboratórios Nacionais. Diferentemente das visitas, que representam o número de acessos de usuários ao site, as visualizações correspondem ao acesso a páginas específicas dentro do site. Ambos os acessos acompanham a mesma tendência do primeiro semestre de 2016.

Por fim, foram enviadas duas newsletters com informações sobre o CNPEM e seus Laboratórios Nacionais. Esses informativos foram distribuídos para mais de 46 mil contatos, dentre os quais encontram-se pesquisadores de grupos cadastrados no Diretório de Grupos de Pesquisa da Plataforma Lattes que atuam em áreas relacionadas às atividades do Centro.

Gestão Orçamentária e Financeira do Contrato de Gestão

O Contrato de Gestão do CNPEM com o Ministério da Ciência e Tecnologia – atual Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – teve seu prazo de vigência alterado para setembro de 2018. Assinado em setembro de 2010, esse Contrato continha previsão de orçamento anual detalhada para o período 2011-2016 (gráfico abaixo), que não incluía recursos para projetos, como Sirius e SisNano.

Valores de desembolso previstos no Contrato de Gestão MCTIC/CNPEM, exceto projetos, no período 2011-2016 (Em R\$)



A perspectiva de crescimento anual dos recursos destinados à operação do CNPEM não foi confirmada ao longo do período, já que desde 2015 os valores contratados foram inferiores aos previstos no Contrato de Gestão. O valor contratado no primeiro semestre de 2017, correspondente ao limite de empenho estabelecido, R\$ 54,9 milhões, representa 65% do contratado no ano de 2016 (R\$ 84,0 milhões) e é muito inferior ao primeiro ano da série histórica apresentada no gráfico.

Nos meses de maio e julho de 2017, foram assinados, respectivamente, o 17º e o 18º Termos Aditivos, sendo o primeiro referente à reprogramação do saldo financeiro e à contratação de parte dos recursos para o Projeto Sirius (Ação 13CL do Orçamento da União), e o segundo, para a operação do CNPEM (Ação 212H, PO 0003) e para o Projeto SisNano (Ação 14XT).

Execução orçamentária do Contrato de Gestão

A execução orçamentária do CNPEM no primeiro semestre de 2017, exclusive projetos, foi de R\$ 45,9 milhões, considerando despesas efetivamente realizadas e compromissos assumidos. A tabela a seguir detalha a execução orçamentária do semestre, por natureza de despesa.

CNPEM: valores executados por natureza de despesa, exceto projetos (em R\$)

Natureza da Despesa	Realizado	Comprometido (*)	Executado
Pessoal	27.510.596	-	27.510.596
Custeio	9.364.158	8.861.173	18.225.331
Destaque: Energia Elétrica	4.053.615	4.132.006	8.185.621
Investimento	117.954	43.474	161.428
Total	36.992.708	8.904.647	45.897.355

(*) O valor comprometido refere-se a pedidos de compras, contratos e demais despesas aprovadas no período, ou seja, compromissos firmados e ainda não liquidados.

Saldo financeiro do Contrato de Gestão

Os recursos contratados em 2017 no 18º Termo Aditivo destinados à operação do CNPEM ainda não haviam sido repassados até 30 de junho. Neste primeiro semestre, as atividades de operação e manutenção foram viabilizadas pela reprogramação do saldo financeiro de 2016, de R\$ 91,6 milhões.

A tabela a seguir sintetiza o fluxo financeiro do CNPEM no período.

CNPEM: Saldo financeiro do Contrato de Gestão em 2017, exceto projetos (em R\$)

Saldo inicial	91.641.852
Entrada de recursos	4.703.683
Contrato de Gestão	-
Rendimentos Financeiros	3.108.114
Outras entradas	1.595.569
Saída de recursos	39.077.234
Saldo financeiro em 30.06.2017	57.268.301

Como pode ser visto na tabela abaixo, o saldo financeiro do Contrato de Gestão compreende a parcela da reserva técnica do Conselho de Administração, destinada a passivos contingentes do Contrato e a parcela destinada a honrar compromissos assumidos no período e ainda não pagos, assim como garantir a operação do Centro por até oito meses, constituindo, dessa forma, um mecanismo de proteção da Organização.

CNPEM: Saldo financeiro detalhado do Contrato de Gestão no primeiro semestre de 2017, exceto projetos (em R\$)

Saldo de operação do CNPEM	57.268.301
Reserva do Conselho de Administração	24.028.697
Recursos destinados a metas iniciadas em exercícios anteriores	33.239.604

Projetos Específicos do Contrato de Gestão

Projeto Sirius

Em 2017 foram contratados, por meio do 17º Termo Aditivo, R\$ 189.381.894 para continuidade da construção da Fonte de Luz Síncrotron de 4ª geração – Sirius, projeto incluído no PAC em 2016. A execução orçamentária no primeiro semestre de 2017 foi da ordem de R\$ 418 milhões, viabilizada pelo saldo reprogramado do ano anterior e pelo repasse de parte dos recursos contratados no 17º TA. Cabe chamar a atenção que o ano de 2017 é o ano de pico dos investimentos do Projeto Sirius, cujo cronograma prevê inauguração em 2018 com cinco linhas de luz e estações experimentais. As demais oito linhas serão instaladas até 2020, ano de conclusão do Projeto. A seguir, é detalhada a execução orçamentária, por natureza de despesa.

Projeto Sirius: valores executados por natureza de despesa (em R\$)

Natureza da Despesa	Realizado	Comprometido (*)	Executado
Pessoal	11.963.715	10.752.189	22.715.904
Custeio	21.196.045	45.228.065	66.424.110
Investimento	71.659.708	257.516.577	329.176.285
Destaque: Obras	64.171.676	166.338.237	230.509.912
Total	104.819.468	313.496.831	418.316.299

() O valor comprometido refere-se a pedidos de compras, contratos e demais despesas aprovadas no período, ou seja, compromissos firmados e ainda não liquidados.*

O fluxo financeiro dos recursos com destinação específica aos investimentos do Projeto Sirius é registrado no quadro abaixo.

Projeto Sirius: Saldo financeiro do Contrato de Gestão no primeiro semestre de 2017 (em R\$)

Saldo inicial	287.921.604
Entrada de recursos	139.321.167
Contrato de Gestão	130.000.000
Rendimentos e outras entradas	9.321.167
Saída de recursos	165.856.761
Saldo financeiro em 30.06.2017	261.386.010

Projeto SisNano

Para o projeto SisNano foi contratado em 2017, também por meio do 18º Termo Aditivo ao Contrato de Gestão, o valor de R\$ 6.664.393. A execução orçamentária do Projeto é detalhada na tabela abaixo.

Projeto SisNano: valores executados por natureza de despesa (em R\$)

Natureza da Despesa	Realizado	Comprometido (*)	Executado
Custeio	524.285	105.826	630.111
Investimento	336.835	83.996	420.831
Total	861.120	189.822	1.050.942

() O valor comprometido refere-se a pedidos de compras, contratos e demais despesas aprovadas no período, ou seja, compromissos firmados e ainda não liquidados.*

O saldo financeiro do SisNano, apurado ao final do ano de 2016, de R\$ 12 milhões, foi reprogramado no primeiro Termo Aditivo do ano. Não foram recebidos recursos financeiros para o projeto em 2017. O quadro a seguir apresenta o fluxo financeiro específico do Projeto SisNano no primeiro semestre do ano.

Projeto SisNano: Saldo financeiro do Contrato de Gestão no primeiro semestre de 2017 (em R\$)

Saldo inicial	12.170.689
Entrada de recursos	503.420
Contrato de Gestão	-
Rendimentos e outras entradas	503.420
Saída de recursos	692.686
Saldo financeiro em 30.06.2017	11.981.423

Projeto Biotec

Os recursos do projeto Biotec têm destinação específica, embora ele não corresponda a uma ação no Orçamento da União, como Sirius e SisNano. A execução orçamentária do Biotec no primeiro semestre de 2017 foi de R\$ 1,3 milhão. Esse valor é detalhado por natureza de despesa na tabela abaixo.

Projeto Biotec: valores executados por natureza de despesa (em R\$)

Natureza da Despesa	Realizado	Comprometido (*)	Executado
Pessoal	408.612	-	408.612
Custeio	130.715	777.296	908.011
Investimento	890	-	890
Total	540.217	777.296	1.317.513

(*) O valor comprometido refere-se a pedidos de compras, contratos e demais despesas aprovadas no período, ou seja, compromissos firmados e ainda não liquidados.

O saldo financeiro do Biotec no início de 2017, de R\$ 3,8 milhões, foi reprogramado no primeiro Termo Aditivo do ano. Ao final do primeiro semestre, o saldo do projeto correspondia a R\$ 3,3 milhões.

Projeto Biotec: Saldo financeiro do Contrato de Gestão em 2017 (em R\$)

Saldo inicial	3.869.101
Entrada de recursos	178.235
Contrato de Gestão	-
Rendimentos Financeiros	178.235
Saída de recursos	729.315
Saldo financeiro em 30.06.2017	3.318.021



2. Instalações abertas a usuários externos

Instalações abertas a usuários externos

O CNPEM representa um dos maiores complexos de instalações dedicadas às atividades de pesquisa e desenvolvimento no País. Situado no polo tecnológico de Campinas, com área de 530.000 m² - incluindo a área da futura Fonte Brasileira de Luz Síncrotron de 4^a geração, Sirius, o CNPEM é composto por 45 instalações, sendo 33 delas abertas a usuários externos, mediante processo de avaliação de viabilidade técnica e mérito das propostas de pesquisa. Anualmente, são submetidas ao Centro aproximadamente 1900 propostas de pesquisa, aproximadamente 60% delas aprovadas e executadas.

Parte importante dos esforços do CNPEM neste eixo de atuação está associada à dedicação de uma equipe de profissionais altamente capacitada, que facilita o uso das instalações e auxilia a execução das pesquisas externas. Ou seja, além de permitir o acesso da comunidade científica e empresarial a um conjunto de equipamentos altamente sofisticados, o CNPEM compartilha conhecimentos e técnicas, por meio de treinamentos individualizados durante a execução dos experimentos, e colabora na interpretação e análise dos resultados. Essa composição de infraestrutura e competências técnicas fazem do Centro um ambiente singular no País.



30.000
horas de experimentos



150 publicações de
pesquisadores externos



1450 beneficiários externos



592 propostas de
pesquisa externas
atendidas



As instalações do CNPEM são compostas por um ou mais equipamentos que disponibilizam a pesquisadores externos técnicas experimentais aplicáveis a diversas áreas de pesquisa.



Espectroscopia Dispersiva por Absorção de Raios X (DXAS)

Estação experimental dedicada a técnica de espectroscopia dispersiva de absorção de raios X duros, no intervalo de 5 a 14 keV. A DXAS é especialmente apropriada para detectar sinais pouco intensos em experimentos de XANES (Espectroscopia de Estrutura Fina de Absorção de Raios X), XMCD (Dicroísmo magnético circular de Raios X) e para rastrear reações químicas dependentes do tempo.

■ 1587 horas utilizadas ■ 46 beneficiários externos atendidos ■ 12 propostas externas realizadas



Espectroscopia de Raios X Moles (SXS)

Estação experimental dedicada a técnicas de absorção de raios X e espectroscopia de fotoelétrons na região dos raios X moles (1 a 5 keV). Dedicada ao estudo da estrutura eletrônica, magnética e geométrica de materiais com aplicações em física atômica e molecular, química analítica e ciências ambientais e da terra. Outras técnicas experimentais disponíveis incluem dicroísmo magnético de raios X e espectroscopia Auger ressonante

■ 1518 horas utilizadas ■ 74 beneficiários externos atendidos ■ 13 propostas externas realizadas



Espectroscopia de Fluorescência e Absorção de Raios X (XAFS1)

Linha de luz dedicada a técnica de absorção de raios-x duros na faixa de 4 a 23 keV. Esta técnica permite o estudo da estrutura atômica da matéria assim como suas propriedades eletrônicas e magnéticas, com aplicações na física atômica e molecular, química, geociências e biologia. As técnicas disponíveis nesta linha incluem espectroscopia por XANES e EXAFS.

■ 276 horas utilizadas ■ 6 beneficiários externos atendidos ■ 1 proposta externa realizada



Espectroscopia de Fluorescência e Absorção de Raios X (XAFS2)

Estação experimental dedicada a técnicas de espectroscopia por absorção de raios X duros (3.5 a 17 keV). Esta linha é utilizada para o estudo de estruturas em nível atômico assim como das propriedades eletrônicas e magnéticas da matéria. Outras técnicas experimentais disponíveis nesta linha incluem espectroscopia por fluorescência de raios X, luminescência óptica excitada por raios X, refletividade, e absorção combinada com difração de raios X.

■ 1833 horas utilizadas ■ 113 beneficiários externos atendidos ■ 23 propostas externas realizadas



Cristalografia de Macromoléculas (MX2)

Estação experimental dedicada a cristalografia de macromoléculas na região dos raios X duros (5 a 15 keV) com fluxo máximo a 8,5 keV. A estação está disponível para a obtenção convencional de dados por comprimento de onda único, assim como para experimentos de difração anômala por comprimento de onda único ou múltiplo.

■ 1035 horas utilizadas ■ 80 beneficiários externos atendidos ■ 25 propostas externas realizadas



Espalhamento de Raios X a Baixos Ângulos (SAXS1)

Linha de luz dedicada ao espalhamento de raios X a baixo ângulo, operando em uma energia fixa de 8 keV. Ela foca em investigações estruturais de materiais e amostras biológicas, na escala de nanômetros a micrômetros, com aplicações em ciência de matérias, química, géis, reologia, biologia estrutural, ciências ambientais e geociências.

■ 1702 horas utilizadas ■ 189 beneficiários externos atendidos ■ 40 propostas externas realizadas



Espectroscopia de Raios X Moles (PGM)

Estação experimental dedicada a técnicas de espectroscopia de raios X moles (100 a 1500 eV), com aplicações no estudo de propriedades elétricas, magnéticas e estruturais de materiais. Também oferece instrumentação para microscopia e fotoemissão em líquidos.

■ 1541 horas utilizadas ■ 68 beneficiários externos atendidos ■ 15 propostas externas realizadas

Espectroscopia de Ultravioleta (TGM)

Estação experimental que opera na região do ultravioleta e ultravioleta de vácuo, cobrindo a faixa de energia de 3 a 330 eV (400 a 4 nm). Esta linha é uma ferramenta muito importante na investigação da estrutura eletrônica e das propriedades óticas de sólidos (orgânicos e inorgânicos); do comportamento de moléculas e seus subprodutos em estudos de interesse ambiental, atmosférico, astrofísico, astroquímico e astrobiológico; na dosimetria e degradação, em baixa energia, de polímeros, etc.

■ **543** horas utilizadas ■ **17** beneficiários externos atendidos ■ **2** propostas externas realizadas

Difração de Raios X (XRD2)

Estação experimental dedicada a técnicas de difração de raios X duros (3 a 17 keV). Diversos tipos de medição podem ser executados nesta linha de luz, com aplicações que incluem caracterização cristalográfica de monocristais a baixas temperaturas (2K-400K), magnetismo microscópico, estudos de ordenamento orbital, e caracterização de filmes finos, pontos quânticos e heteroestruturas.

■ **1656** horas utilizadas ■ **88** beneficiários externos atendidos ■ **18** propostas externas realizadas

Difração e Espectroscopia de Raios X (XDS)

Estação experimental dedicada a técnicas de difração e espectroscopia de raios X duros (5 a 30 keV). A linha foca na determinação da estrutura atômica, eletrônica e magnética de materiais com aplicações em física da matéria condensada, química, geociências, entre outras.

■ **1932** horas utilizadas ■ **56** beneficiários externos atendidos ■ **15** propostas externas realizadas

Difração de Raios X em Policristais (XPD)

Estação experimental dedicada a técnicas de Difração de Raios X em Policristais cobrindo a faixa de energia de 6 a 12 keV. A linha de luz é focada em estudos estruturais de materiais cristalinos e nanocristalinos e é capaz de executar tanto experimentos em alta resolução como experimentos in situ mais rápidos sob condições não-ambiente.

■ **1817** horas utilizadas ■ **86** beneficiários externos atendidos ■ **18** propostas externas realizadas

Microtomografia de Raios X (IMX)

Estação experimental dedicada a técnicas de tomografia de raios X. A IMX é capaz de obter imagens em raios x usando uma combinação de modalidades de imageamento por absorção, fase e campo escuro. Aplicações incluem a análise da estrutura interna de fósseis e rochas, a descrição geométrica e quantificação de porosidade e permeabilidade de materiais, e a estrutura e características de células.

■ **1334** horas utilizadas ■ **61** beneficiários externos atendidos ■ **14** propostas externas realizadas

Simulação Termomecânica (XTMS)

Estação experimental que possibilita a simulação física acoplada à linha XRD1. Dentre as principais áreas aplicações dos materiais estudados nesta instalação estão oleodutos, gasodutos, equipamentos para exploração de petróleo no pré-sal e aplicações em indústria automotiva e de aviação.

■ **897** horas utilizadas ■ **25** beneficiários externos atendidos ■ **5** propostas externas realizadas

Nanoespectroscopia de Infravermelho (IR)

Estação experimental dedicada à nano-espectroscopia de infravermelho (nano-FTIR) na faixa de infravermelho médio (mid-IR). Seu principal propósito é a análise de propriedades opto-químicas da matéria condensada na nano-escala.

■ **1242** horas utilizadas ■ **44** beneficiários externos atendidos ■ **11** propostas externas realizadas

Espectrometria de Massas (MAS)

Esta instalação permite identificar e quantificar proteínas de diversos sistemas biológicos complexos para o entendimento de processos no nível molecular, celular e do organismo. Uma aplicação para esse conjunto de técnicas é a busca por biomarcadores de doenças e alvos terapêuticos.

■ **733**
horas utilizadas

■ **72**
beneficiários externos atendidos

■ **30**
propostas externas realizadas

Ressonância Magnética Nuclear (RMN)

A instalação permite o estudo da estrutura e interação de proteínas, ferramenta considerada importante para o entendimento de suas funções e para o desenvolvimento de novas drogas ou fármacos. A ressonância magnética nuclear também é relevante para a caracterização de drogas e compostos orgânicos utilizados para o desenvolvimento de novos e melhores compostos ou drogas.

■ **1034**
horas utilizadas

■ **42**
beneficiários externos atendidos

■ **15**
propostas externas realizadas

Espectrometria e Calorimetria (LEC)

Permite a caracterização da qualidade de amostras de proteínas, DNA e nanopartículas, além de medir interações entre moléculas que possam atuar como possíveis fármacos.

■ **391**
horas utilizadas

■ **40**
beneficiários externos atendidos

■ **16**
propostas externas realizadas

Cristalização de Proteínas (ROBOLAB)

Esta instalação é utilizada para a cristalização de macromoléculas, sejam proteínas ou complexos formados entre DNA, RNA e outras moléculas.

■ **120**
horas utilizadas

■ **25**
beneficiários externos atendidos

■ **27**
propostas externas realizadas

Análise de Macromoléculas (LAM)

Dedica-se à caracterização bioquímica e biofísica de macromoléculas, utilizando técnicas de dicroísmo circular, espalhamento de luz dinâmico, potencial zeta e fluorescência.

■ 92 horas utilizadas

■ 28 beneficiários externos atendidos

■ 16 propostas externas realizadas

Metabolômica (MET)

Esta instalação permite a identificação e quantificação de metabólitos em amostras biológicas complexas por meio da espectrometria de massas acoplada à cromatografia líquida e gasosa.

■ 108 horas utilizadas

■ 13 beneficiários externos atendidos

■ 6 propostas externas realizadas

Sequenciamento de Ácidos Nucleicos (NGS)

A instalação atua no sequenciamento de genomas, avaliação da expressão gênica de sistemas biológicos diversos e auxilia no desenvolvimento de coquetéis enzimáticos destinados à hidrólise para aplicação em biocombustíveis.

■ 192 horas utilizadas

■ 14 beneficiários externos atendidos

■ 8 propostas externas realizadas

Desenvolvimento de Bioprocessos (LDB)

Este laboratório utiliza as técnicas de cultivo e caracterização de microorganismos, hidrólise enzimática e fermentação alcoólica visando à produção de biocombustíveis e de outros produtos de origem renovável.

■ 225 horas utilizadas

■ 6 beneficiários externos atendidos

■ 1 proposta externa realizada

Biorrefinaria Virtual de Cana-de-açúcar (BVC)

Esta instalação provê uma plataforma de simulação computacional, composta por softwares e outras ferramenta computacionais, que possibilitam avaliar a integração de novas tecnologias à cadeia produtiva de cana-de-açúcar e outras biomassas.

■ 224 horas utilizadas

■ 9 beneficiários externos atendidos

■ 4 propostas externas realizadas

Desenvolvimento de Processos (LDP)

É uma infraestrutura diferenciada para processamento físico, físico-químico e caracterização de biomassa lignocelulósica e seus derivados com foco em processos de conversão em etanol celulósico e produtos de origem renovável.

■ 48 horas utilizadas

■ 8 beneficiários externos atendidos

■ 4 propostas externas realizadas



Microscopia
Eletrônica (LME)

O conjunto de equipamentos presentes no laboratório permite analisar materiais orgânicos e inorgânicos. Permite ainda estudar o tamanho, a forma, a estrutura e a composição química desses materiais.

■ **2417**
horas utilizadas

■ **167**
beneficiários externos
atendidos

■ **93**
propostas externas
realizadas



Ciência de
Superfícies (LCS)

Este laboratório opera microscópios de varredura por sonda e um equipamento de crescimento epitaxial por feixe molecular, equipados com uma variedade de técnicas importantes para pesquisas em semicondutores nanoestruturados.

■ **1206**
horas utilizadas

■ **84**
beneficiários externos
atendidos

■ **36**
propostas externas
realizadas



Microfabricação
(LMF)

O laboratório oferece um conjunto de técnicas e equipamentos que permitem fabricar e desenvolver diversos dispositivos ópticos, microeletrônicos, eletroquímicos e colorimétricos, abrangendo diversas áreas de aplicação.

■ **888**
horas utilizadas

■ **43**
beneficiários externos
atendidos

■ **21**
propostas externas
realizadas



Caracterização e
Processamento
de Materiais
(CPM)

Esta instalação está voltada à pesquisa de novos processos de junção de materiais metálicos e técnicas de processamento para modificação das propriedades mecânicas, químicas e tribológicas de metais.

■ **1053**
horas utilizadas

■ **16**
beneficiários externos
atendidos

■ **9**
propostas externas
realizadas



Materiais
Nanoestruturados
(LMN)

Esta instalação possibilita obter informações sobre a morfologia e composição química da superfície de diversos tipos de materiais. Permite a produção de materiais celulósicos e carbonáceos preparados a partir de fontes renováveis e estudos toxicológicos de nanomateriais.

■ **765**
horas utilizadas

■ **122**
beneficiários externos
atendidos

■ **53**
propostas externas
realizadas



Dispositivos e
Sistemas
Funcionais (DSF)

Complexo de salas limpas que permite a prototipagem e fabricação de dispositivos eletrônicos por meio das técnicas de fotolitografia, corrosão e deposição metálica, além de uma infraestrutura para a caracterização elétrica.

■ **162**
horas utilizadas

■ **18**
beneficiários externos
atendidos

■ **9**
propostas externas
realizadas



3. Pesquisa e desenvolvimento in-house

Pesquisa e desenvolvimento in-house

Biomassa

Área de atuação que se concentra na concepção de processos alternativos focados na redução de custos e de impactos ambientais para o manejo da cultura de cana-de-açúcar e cana-energia. A ênfase está na entrega de biomassa com teores adequados de impurezas minerais e vegetais, de modo a não prejudicar a eficiência industrial de produção de etanol de primeira e segunda gerações (1G e 2G, respectivamente). As rotas de colheita, recolhimento e condicionamento de biomassa são alvos de pesquisa, além do manejo mecânico do ciclo de produção da biomassa.

No âmbito da Biotecnologia Vegetal, destaca-se projeto do CTBE envolvendo a demonstração molecular do papel essencial do TOR (Target Of Rapamycin) na homeostase de carbono (C), modulando a partição precisa de carbono (C) entre órgãos fonte e dreno para o controle preciso do crescimento. Um dos mecanismos deste processo envolve o controle preciso das reservas de amido na regulação do crescimento. Foi mostrado pela primeira vez que TOR exerce um controle sobre a partição em amido de maneira dependente do relógio circadiano, que é conhecido por antecipar respostas ambientais, otimizando o crescimento e produção de biomassa. Obtiveram-se as primeiras evidências de que a alocação precisa em amido é um dos elementos cruciais para a produção de biomassa. Além do amido, está em processo de investigação o papel de TOR no controle da partição de outras fontes de C insolúvel, como é o caso de parede celular.

Ainda no campo da Biotecnologia Vegetal, em conjunto com a Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético (RIDESA) e Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), foram mapeados mais de 280 QTLs (quantitative trait loci) metabólitos em cana-de-açúcar que co-localizam com características de importância agrônoma, como fibra e conteúdo de sacarose. Adicionalmente, foram identificados metabólitos capazes de prever o desempenho no campo de certas características agrônômicas, que poderão ser amplamente usadas em programas de melhoramento genético para encurtar o tempo de seleção de genótipos superiores.

Em relação à estrutura da biomassa, estão em andamento no CTBE projetos relacionados à variabilidade nanoestrutural de celuloses vegetais e seu impacto na produção de whiskers de celulose. Os resultados de estudos desenvolvidos no âmbito do projeto temático **“Armazenagem, modelagem e análise de sistemas dinâmicos para aplicações em e-Science”**, em parceria com a USP, e de análises de imagens de microtomografia de bagaço de cana-de-açúcar na linha de luz IMX do LNLS deram origem a um capítulo de livro².

No estudo sobre efeito do plantio direto e do manejo da palha da cana-de-açúcar nos atributos do solo e desenvolvimento do canavial, concluiu-se que a adoção do plantio direto, associada à rotação de culturas com leguminosas (*Crotalaria Spectabilis*) e à manutenção da palha na superfície, resulta em melhoria da qualidade do solo e em aumento da produção de biomassa de cana-de-açúcar. Na região das usinas Quirinópolis e Cerradinho (Goiás) e Quatá (São Paulo), a manutenção de maiores quantidades de palha aumenta o conteúdo de água no solo, acelera a decomposição da palha, resultando em maior reciclagem de carbono e nutrientes. Estes estudos são realizados com apoio dos grupos São Martinho, Zilor e Cerradinho Bio, onde são coletadas as informações.

Ainda voltado à temática da biomassa de cana-de-açúcar, foi publicado o boletim **“Lei da Balança: uma avaliação nos custos de produção de cana-de-açúcar e de recolhimento de palha”** (Figura 1). O estudo trata da avaliação do impacto no custo de produção da cana-de-açúcar e de recolhimento da palha com restrição de carga no transporte exigida pela chamada “Lei da Balança”, que regulamenta o transporte rodoviário, principalmente quanto as dimensões e capacidades máximas de carga dos caminhões³.

²Driemeier C. (2017). Nanostructure of Lignocellulose and Its Importance for Biomass Conversion into Chemicals and Biofuels. In: Buckeridge M., De Souza A. (eds) *Advances of Basic Science for Second Generation Bioethanol from Sugarcane*.

³<http://ctbe.cnpem.br/boletim-ctbe-2-lei-da-balanca>;



Figura 1. Custo de recolhimento de palha (R\$/t base seca) – valores em R\$ de dez/2016

Outros cinco estudos do CTBE tiveram seus resultados organizados para publicação no boletim “Uso Agrícola da Água”, que aborda os principais conceitos e resultados da análise da sustentabilidade dos recursos hídricos na produção de cana-de-açúcar. São eles: Mudanças do uso da terra e implicações no balanço hídrico; Pegada hídrica dos biocombustíveis brasileiros; Efeitos das práticas de manejo da pegada hídrica no Brasil (avaliação de caso); Avaliação da mudança do uso da terra e dos recursos hídricos em áreas de expansão da cana no Brasil (Figura 2) e Implicações da expansão da cana em bacias hidrográficas⁴.

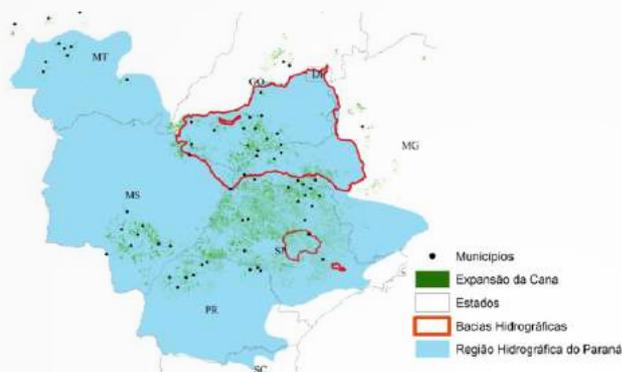


Figura 2. Aumento de área plantada de cana: expansão de 2006 a 2013.

Trabalhos exploratórios relativos a máquinas e mecanização criaram modelos de sistemas de dosagem de mudas e simulações virtuais de operação no campo em uma usina no Nordeste. Os resultados foram apresentados em workshop estratégico promovido pelo CTBE, cujas discussões deram origem ao boletim “Setor Sucroenergético no Nordeste⁵” (Figura 3). O problema da declividade nas plantações também foi abordado por meio de simulações, utilizando o software Rocky, de possíveis componentes do corte de base em encosta (áreas declivosas), assim como simulações de modelos de possíveis máquinas para este fim. Foram gerados mapas de declividade para as usinas de Caeté (Alagoas) e Trapiche (Pernambuco), através da técnica Geographic Information System (GIS), a fim de verificar áreas com possibilidade de corte mecanizado de cana-de-açúcar.



Figura 3. Os dez tópicos revelam desafios e oportunidades do setor sucroenergético do Nordeste.

⁴<http://ctbe.cnpem.br/7792>

⁵<http://ctbe.cnpem.br/boletim-ctbe-3-setor-sucroenergetico-nordeste>

A avaliação de uma nova biomassa, promissora na bioeconomia, foi realizada pelo CTBE em parceria com o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). O estudo objetivou a avaliação técnico-econômica e ambiental do processamento da Macaúba em biodiesel e outros coprodutos. Foi analisada toda a cadeia de produção desde a etapa agrícola, em cultivos semimecanizados e em escala comercial, até a etapa industrial, na qual ocorre a extração do óleo dos frutos com posterior conversão em biodiesel. A partir do estudo, foi possível identificar o custo de produção e as emissões de gases de efeito estufa do biodiesel de Macaúba. Isso permitiu concluir que o biocombustível da Macaúba apresenta vantagens econômicas e ambientais em comparação com os equivalentes de soja e palma. O CTBE realizou em junho, um workshop exclusivo para especialistas, empresários e representantes de órgãos públicos com o fim de debater potenciais e desafios da Macaúba.

Bioenergia e Biocombustíveis

Área dedicada a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias de processamento, caracterização e aproveitamento, de forma direta ou indireta, de matérias-primas e resíduos provenientes de fontes renováveis e/ou abundantes, com ênfase na biomassa de cana-de-açúcar para a geração de bioenergia e biocombustíveis.

No primeiro semestre, o CTBE iniciou projeto dedicado a desenvolvimento e ampliação de escala de processos fermentativos extrativos, com formação de equipe multidisciplinar, mapeamento da estrutura disponível e ajustes preliminares na Plataforma de Bioprocessos (Planta Piloto). Vale realçar que o acesso a equipamentos em escala laboratorial e industrial permite estudos em várias escalas, além de processos de upstream e downstream envolvidos na cadeia produtiva. A técnica de fermentação extrativa tem como objetivo realizar a fermentação com alto teor alcoólico, levando à redução de custos na etapa de destilação. Neste projeto serão integrados conhecimentos em automação e controle, simulação de processos e fluidodinâmica computacional para obtenção de resultados de fermentação extrativa na obtenção de etanol de primeira e segunda gerações. Com vistas a otimizar a produção de etanol 1G e melhorar as condições para produção de etanol 2G, iniciou-se um projeto para obtenção de etanol hidratado usando coluna de destilação na Planta Piloto (PPDP). A PPDP atualmente não possui unidade dedicada a etapa de destilação. Para tanto, será adquirida uma coluna multipropósito e modular que deverá servir tanto para obtenção de etanol hidratado como para solventes e outros produtos.

Outra iniciativa do CTBE no semestre foi a aplicação da simulação numérica do escoamento de fluidos e partículas no processamento da biomassa. Foram adquiridos e instalados softwares e identificados estudos de caso com o intuito de otimizar processos, analisar segurança e risco das operações, reduzir emissões de poluentes e garantir a obtenção de produtos de alta qualidade.

Visando a aplicação de sensores analíticos para processos referentes à bioeconomia, foram realizadas provas de conceito com dispositivos existentes no mercado. Vale ressaltar que uma das provas de conceito foi realizada no módulo de fermentação da PPDP, com a utilização de sensor desenvolvido no LNNano para detecção de etanol. As provas de conceito foram bem-sucedidas, indicando que os dispositivos testados podem evoluir para detecção dos parâmetros de interesse. O conhecimento adquirido no desenvolvimento desses sensores também poderá ser utilizado na área de Bioprodutos.

O projeto do CTBE que visa a extração de ácido acético e compostos fenólicos a partir do licor de pré-tratamento do bagaço de cana-de-açúcar apresentou resultados promissores. No primeiro semestre, foram selecionados os melhores solventes para extração dos compostos inibitórios presentes no licor hemicelulósico, obtido após a etapa de pré-tratamento com ácido diluído. A tecnologia, desenvolvida em parceria com UNICAMP e Universidade Estadual de Maringá, pode levar ao aumento da produção de etanol a partir das pentoses, além de agregar valor à cadeia mediante a recuperação do ácido acético e compostos fenólicos. No geral, os compostos orgânicos hidroxilados apresentaram os melhores resultados de extração, com eficiências de 96% e 83% para remoção de ácido acético e compostos fenólicos totais, respectivamente. Por outro lado, estes solventes são solúveis no diluente, podendo promover inibição da levedura durante o processo fermentativo. Os licores destoxificados foram submetidos à etapa de fermentação para avaliação da fermentabilidade, utilizando leveduras *Scheffersomyces stipitis* e *Spathaspora passalidarum*. O rendimento e a produtividade fermentativa dos materiais destoxificados aumentaram significativamente comparativamente ao material não submetido ao processo de extração. As frações orgânicas contendo compostos inibitórios foram caracterizadas para elucidação dos principais componentes extraídos. Análise técnica-econômica do processo será realizada para avaliar a inserção dessa operação à rota de etanol 2G.

O projeto de avaliação do processo de pré-tratamento do bagaço da cana-de-açúcar com líquidos iônicos práticos sintetizou vinte novos líquidos iônicos para avaliar o fracionamento do bagaço de cana-de-açúcar. O intuito é maximizar a extração da lignina e minimizar a remoção da celulose e hemiceluloses. Os pontos-chave do processo consistem na otimização da reciclagem do líquido iônico após o pré-tratamento e na recuperação de lignina presente no líquido iônico com o intuito de agregar valor ao produto⁶.

Foi aprovado, em chamada especial da FAPESP⁷, o projeto intitulado **“BioValue – Valorização de Cadeia Produtiva descentralizada de biomassa visando à produção de biocombustíveis avançados: desenvolvimento e avaliação de rotas termoquímicas integradas à produção da biomassa e a rotas bioquímicas”**. Este projeto pretende explorar as sinergias entre produção de biomassa, diversificação e aspectos logísticos das cadeias de valor definidas para produção de biocombustíveis avançados (com foco em biocombustíveis de aviação), através de rotas de conversão termoquímicas e bioquímicas, beneficiando-se das sinergias e complementaridades de know-how e das experiências de Brasil e Europa na produção de biocombustíveis lignocelulósicos. Com coordenação do CTBE, o projeto tem participação de doze instituições provenientes de cinco estados (Minas Gerais, Rio de Janeiro, Pernambuco, Rio Grande do Sul e São Paulo). Participa também um consórcio de seis empresas formado por: Petrobras, Fibria, Klabin, Valmet, Embraer e Boeing. Neste semestre, foram realizados esforços na articulação com empresas, instituições e FAPs para assinatura de contratos e termos de outorgas.

No contexto da avaliação de sustentabilidade, buscou-se comparar modelos regulatórios e não regulatórios de contabilidade de emissão de gases de efeito estufa de biocombustíveis - GHGenius do Canadá, GREET dos EUA e BioGrace da Europa (Figura 4). Resultados do projeto, desenvolvido em parceria com IEA-Task 39, University of British Columbia e National Renewable Energy Laboratory (NREL), foram apresentados nos congressos “Advanced Biofuels”, em Gotemburgo, na Suécia, e “Bioenergy Conference”, em Brisbane, na Austrália. Os resultados deste estudo são relevantes para discussão do Programa Renovabio e farão parte do compilado anual do relatório da IEA (International Energy Agency). A colaboração com pesquisadores do NREL deu origem a um artigo submetido à revista “Biotechnology for Biofuels”⁸.

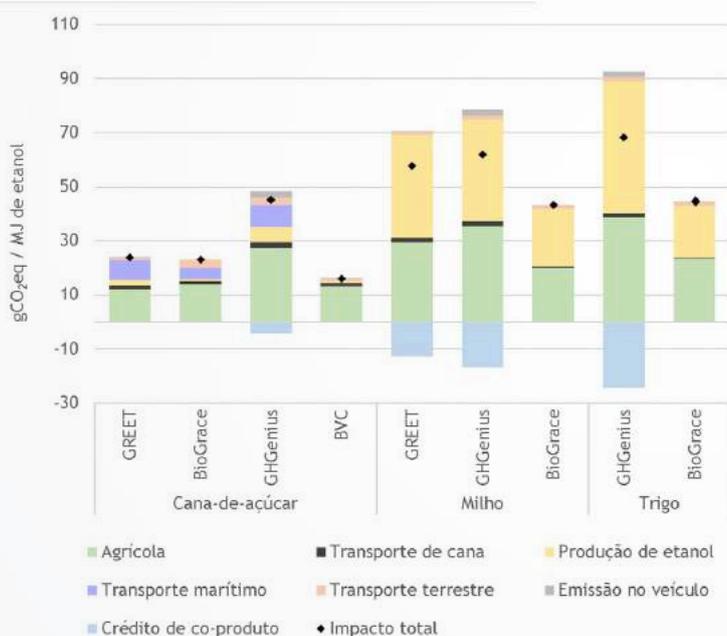


Figura 4. Impactos das emissões de gases de efeito estufa do etanol produzido a partir da cana-de-açúcar, milho e trigo, em g CO₂eq por MJ de etanol, calculados pelos modelos GREET, GHGenius, BioGrace e BVC.

Neste semestre, foi iniciada interlocução com o Ministério de Minas e Energia no âmbito do Programa RenovaBio, sobre as premissas para determinação do desempenho ambiental em termos de emissões de gases de efeito estufa (GEE). O RenovaBio busca a competitividade na produção, comercialização e no uso de biocombustíveis, com estímulo à concorrência entre os próprios biocombustíveis e em relação aos combustíveis de origem fóssil. O estímulo à competitividade se traduzirá na premiação de processos de produção com melhor desempenho ambiental, no que se refere à redução de emissões de GEE, sendo este desempenho comprovado por certificação. Em parceria com Embrapa Meio Ambiente e UNICAMP, encontra-se em desenvolvimento no CTBE ferramenta estruturada para estabelecer os perfis de desempenho ambiental nos quais os ingressantes no Programa RenovaBio serão enquadrados, para se candidatar a certificação e premiação. Esta ferramenta, batizada de RenovaCalc, foi citada em palestra do Ministério de Minas e Energia, durante o Ethanol Summit 2017.

⁶O trabalho foi apresentado na 5th Edition of the Iberoamerican Meeting on Ionic Liquids (IMIL 2017).

⁷Chamada de propostas International Cooperation with Brazil on Advanced Lignocellulosic Biofuels da Comissão Europeia e órgãos que compõem o programa europeu Horizon 2020 em parceria com a FAPESP, Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) e Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (CONFAP).

⁸“Comparison of biofuel lifecycle GHG emissions assessment tools: the case studies of ethanol produced from sugarcane, corn and wheat”

Área de atuação que abrange estudos e desenvolvimentos relacionados a diferentes tipos de dispositivos funcionais, sensores e biossensores com aplicações em várias áreas do conhecimento. Inclui o desenvolvimento de plataformas microfluídicas baseadas em polímeros flexíveis, vidro e outros materiais de interesse, criando inovadoras tecnologias de microfabricação, com forte potencial comercial para aplicação em energia, meio ambiente e saúde.

No âmbito do projeto **“Plataforma capacitiva para sensoriamento e bio-sensoriamento”**, do LNNano, que conta com apoio financeiro de FAPESP, CAPES e CNPq, foram desenvolvidas plataformas de análise e monitoramento baseadas na funcionalização de superfícies para a detecção e quantificação de analitos inorgânicos, orgânicos e biológicos.

A plataforma capacitiva foi empregada no desenvolvimento de um sensor para monitorar o grau alcoólico em etano combustível. A presença de excesso de água durante o processo de destilação ou por adulteração do etanol é uma grande preocupação em sua utilização como combustível. O sensor desenvolvido é simples, de análise rápida e preciso. Sua fabricação é baseada em métodos padronizados de microfabricação e deposição de filmes finos. O funcionamento do sensor baseia-se em medidas de capacitância, empregando para isso um capacitor de placas paralelas, contendo camada fina conformacional de óxido de alumínio (Al_2O_3) (15 nm) (Figura 5). O sensor opera em toda a faixa de concentração de água, ou seja, de 0% a 100% vol. de água no etanol, sendo capaz de detectar traços de água a partir de 0,5% vol. Essas características tornam o dispositivo singular em relação a outras plataformas. Por fim, a boa concordância entre a resposta do sensor e as análises realizadas por cromatografia gasosa para o etanol biocombustível reforça a precisão do método proposto. O sensor tem potencial tecnológico para ser utilizado como uma ferramenta analítica do tipo point-of-care em postos de gasolina ou nas indústrias química, farmacêutica e de bebidas. Os resultados deste trabalho foram publicados⁹.

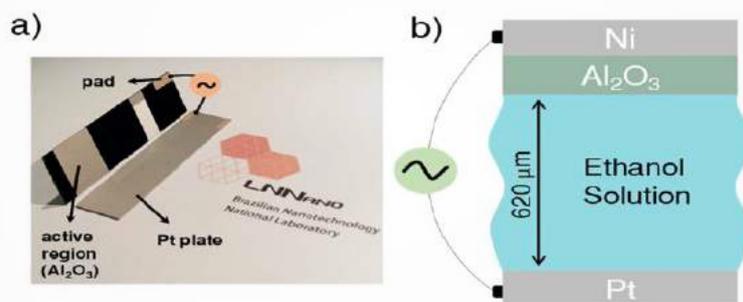


Figura 5: (a) Fotografia do sensor capacitivo, exibindo as duas placas paralelas. (b) Esquema da configuração do capacitor durante a avaliação das amostras de etanol.

O projeto **“Fabricação de dispositivos em plataformas de baixo custo e renováveis”**, do LNNano, tem como objetivo a fabricação de dispositivos em plataformas de baixo custo como papel. Foco especial tem sido dado aos dispositivos sensores e biossensores.

Foi dada continuidade ao desenvolvimento de dispositivos em estruturas condutoras tridimensionais de papel. Como principal resultado, destaca-se a implementação de um método de desenho direto de grafite sobre papel visando a fabricação de sensores eletroquímicos flexíveis de alto desempenho. O método é simples e rápido e utiliza um lápis para preparar os sensores de alto desempenho. A transferência de elétrons lenta observada em superfícies confeccionadas de lápis foi aprimorada, com uso de duas etapas eletroquímicas: na primeira etapa é realizada a oxidação da superfície; a mesma é reduzida num passo subsequente. A constante heterogeneia foi de $5,1 \times 10^{-3} \text{ cm s}^{-1}$, sendo o maior valor relatado até o momento para superfícies confeccionadas a lápis. A origem dessa performance foi mapeada por microscopia de força atômica, espectroscopia de fotoelétrons de raios-X e espectroscopia Raman. Os resultados obtidos sugerem que o processo de oxidação leva a transformações químicas e estruturais na superfície do eletrodo. Como prova de conceito, essa superfície foi modificada com azul de metileno a fim de detectar eletrocataliticamente o cofator enzimático dinucleótido de nicotinamida adenina (NADH). O dispositivo eletroquímico exibiu a maior constante catalítica ($1,7 \times 10^5 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$) e o menor potencial de detecção de NADH relatado até o momento em eletrodos à base de papel. A Figura 6 ilustra o sensor eletroquímico confeccionado, usando lápis para preparar eletrodos de carbono. Estes resultados foram publicados¹⁰.

⁹Scientific Reports 7, Article number: 43432 (2017), DOI: 10.1016/j.bios.2016.08.050

¹⁰Revista ACS Appl. Mater. Interfaces, 9 (13), 11959–11966 (2017). DOI: 10.1021/acsami.6b15646

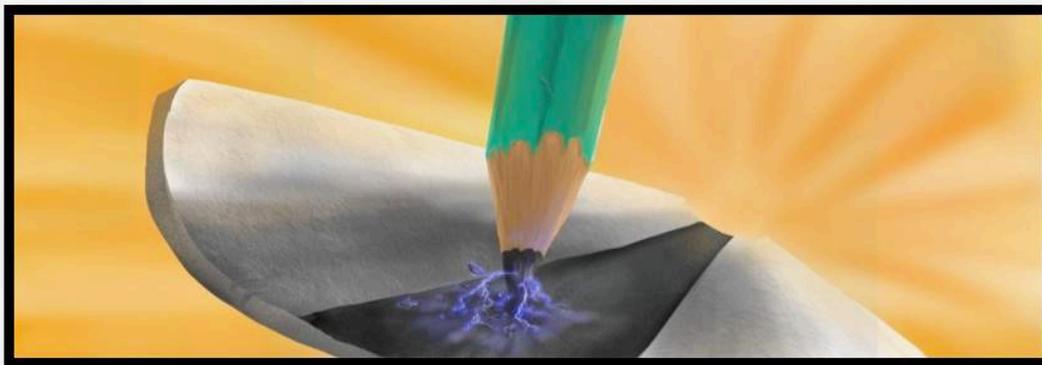


Figura 6. Ilustração do sensor eletroquímico confeccionado a lápis em papel.

O projeto **“Caracterização de materiais e dispositivos baseados em materiais nanoestruturados híbridos”**, do LNnano, que conta com recursos de FAPESP, CAPES e CNPq, tem como foco a fabricação de dispositivos baseados em nanomembranas híbridas. O desenvolvimento inclui síntese e incorporação de novos nanomateriais para a criação de dispositivos funcionais.

Destaca-se nos últimos meses o avanço na produção e integração de dispositivos baseados em nanomembranas. O primeiro caso compreende a fabricação de estrutura utilizada na caracterização de camadas orgânicas na escala nanométrica. O transporte de carga em sistemas moleculares é governado por uma série de interações quânticas entre moléculas e portadores de carga, as quais resultam em vasto conjunto de fenômenos químicos e físicos. O controle preciso de cada um destes fenômenos é um dos principais desafios relacionados à fabricação de dispositivos inovadores na nanoescala.

Os mecanismos de transporte de carga predominantemente observados em sistemas moleculares são o tunelamento direto, através de barreiras de 1-10 nm, e a condução por hopping (saltos), através de barreiras mais espessas. A transição contínua de um mecanismo para o outro como função da distância, entretanto, tem sido reportada apenas para conjuntos moleculares adsorvidos quimicamente aos eletrodos. Para os conjuntos moleculares elementares, formados por pequenos núcleos moleculares adsorvidos fisicamente, extensivamente utilizados pela eletrônica orgânica, tal transição permanece inexplorada. Neste trabalho, tal transição é minuciosamente investigada e a primeira evidência experimental de tunelamento sequencial coerente é reportada para moléculas fisicamente adsorvidas aos eletrodos. Como vem sendo observado para sistemas em que há adsorção química, as junções moleculares aqui investigadas exibem uma transição gradual de tunelamento coerente para regimes termicamente ativados, no intervalo de 10 a 22 nm. Deste modo, uma sólida conexão entre efeitos quânticos do transporte de carga e fenômenos difusivos de condução para a classe elementar de moléculas orgânicas é definida. Os trabalhos relacionados a este tipo de desenvolvimento foram aceitos para publicação em dois periódicos¹¹.

No âmbito do projeto **“Língua eletrônica microfluídica livre de funcionalização e baseada em resposta única”**, colaboração do LNnano com o Instituto de Física de São Carlos, da Universidade de São Paulo, busca-se desenvolver um novo tipo de plataforma analítica simples, rápida e robusta para aplicações em controle de qualidade na indústria e na academia.

Foi desenvolvido um novo tipo de língua eletrônica que evita processos de modificação de superfície e a realização de medidas subsequentes para cada uma das unidades sensíveis (eletrodos) que integram o dispositivo. A diversificação dos dados (necessária para uma classificação das amostras satisfatória pela língua) foi obtida em uma única resposta, qual seja, o espectro da admitância real equivalente de uma associação de resistores ou capacitores em paralelo que consistiram de microtubos de aço inoxidável em curto-circuito inseridos em um dispositivo microfluídico de polidimetilsiloxano (PDMS), como mostra a imagem abaixo. Esses microtubos foram revestidos com filmes finos de resistividades diferentes, atuando como unidades sensíveis da língua eletrônica. Uma vez que essa admitância equivalente depende das admitâncias de cada resistor ou capacitor, a resposta única registrada pelo dispositivo do LMF contempla as transduções elétricas de todas as unidades sensíveis. Por conseguinte, tal resposta exibiu diversificação suficiente para gerar a classificação efetiva de uma miríade de insumos comumente aplicados na indústria do petróleo. Esse método pode representar um avanço notável no que concerne ao desenvolvimento de plataformas de controle de qualidade (triagem) simples, rápidas e reprodutíveis, contribuindo para a disseminação dessa tecnologia na academia e na indústria. Um artigo sobre os dados de prova de conceito dessa língua eletrônica foi aceito recentemente para publicação¹².

¹¹Phys. Chem. C, (2017), DOI: 10.1021/acs.jpcc.7b02528, e Organic Electronics (2017), DOI: 10.1016/j.orgel.2017.06.041

¹²Periódico ACS Sensors (ACS).

O projeto **“Nova célula eletroquímica em microfluídica com detecção visual”** do LNNano tem como foco o desenvolvimento de célula eletrolítica em dispositivo microfluídico de PDMS que permita: i) análises semiquantitativas com detecção visual; ii) reutilização dos eletrodos; e iii) determinações múltiplas simultâneas a partir de um único eletrodo de trabalho. A detecção visual foi conseguida a partir da oxidação eletroquímica de Ag depositada sobre os eletrodos auxiliares. A concentração de espécies reduzidas no eletrodo de trabalho foi estimada a partir da extensão de oxidação da Ag. O projeto busca desenvolver uma plataforma que contemple ambas as vantagens de métodos point-of-use (simplicidade e rapidez) e de bancada (sensibilidade, seletividade e precisão).

Realizou-se uma prova de conceito utilizando p-benzoquinona (p-BQ) como modelo (0,5 a 9,5 mmol L⁻¹) em medidas de cronoamperometria, as quais foram realizadas a vazões de 75,0 e 500,0 µL min⁻¹. As correntes- limite (i_{lim}) para a redução eletroquímica de p-BQ foram registradas a -0,4 V durante um tempo de 180 s. As médias desses valores, bem como o número de eletrodos oxidados (nox), variaram linearmente com a concentração de p-BQ (R² maior que 0,99), com intervalos de confiança reduzidos, mostrando que a renovação dos eletrodos foi reproduzível. Esses resultados demonstraram a viabilidade do dispositivo para determinações point-of-use baseadas na detecção visual de nox. Ademais, foi verificada uma habilidade sem precedentes provida pela célula eletroquímica microfluídica: sua capacidade de realizar análises quantitativas múltiplas simultâneas a partir de um único eletrodo de trabalho. Tal vantagem contribui significativamente para o aumento da frequência analítica dos métodos eletroquímicos. Após injeção de amostras com concentrações diferentes de p-BQ nos 3 canais do chip (500,0 µL min⁻¹), verificou-se que o nox observado para as análises em cada canal permaneceu de acordo com as medidas individuais para cada solução. Por outro lado, a i_{lim} adquirida equivalente foi praticamente a soma das correntes individuais registradas em cada canal. Um artigo mostrando os resultados de prova de conceito desse novo método foi submetido para publicação¹³

No projeto realizado em cooperação entre LNNano e Unicamp, o foco é o uso de smartphone para automação do método baseado em microemulsificação (MEC) em uma plataforma microfluídica contendo detecção por turbidimetria e mistura assistida por turbulência. O MEC foi criado no LMF em 2014 para determinações analíticas point-of-use.

Nesse trabalho, buscou-se a automação integral de uma plataforma contendo detecção turbidimétrica e chip microfluídico com mistura assistida por turbulência, mediante o desenvolvimento de aplicativos para Android em um smartphone. Esse aparelho foi responsável por todas as etapas da rotina analítica, incluindo o controle das bombas de fluxo, a realização do processo de detecção (baseado na escala de cor de RGB) e a aquisição e o tratamento dos dados gerados em tempo real. Com isso, foi dada contribuição significativa para melhorar a simplicidade e a frequência analítica da rotina experimental do MEC, livre de intervenção humana. A plataforma microfluídica automatizada foi investigada para a determinação de etanol (% v/v) em bebidas alcoólicas comerciais como apresenta a Figura 7. O dispositivo microfluídico consistiu de uma peça única de PDMS, fabricado pelo método de polimerização e remoção de scaffold (PSR). Desenvolvida em 2016 no Laboratório de Microfabricação do LNNano, essa técnica de microfabricação gera dispositivos com forças de adesão suficientes para suportar as vazões necessárias para formação do regime de fluxo por turbulência. A fabricação PSR é rápida, simples (requer apenas estufa) e elimina o uso de ‘sala limpa’, solventes e etapas convencionais de construção de microcanais e selagem.

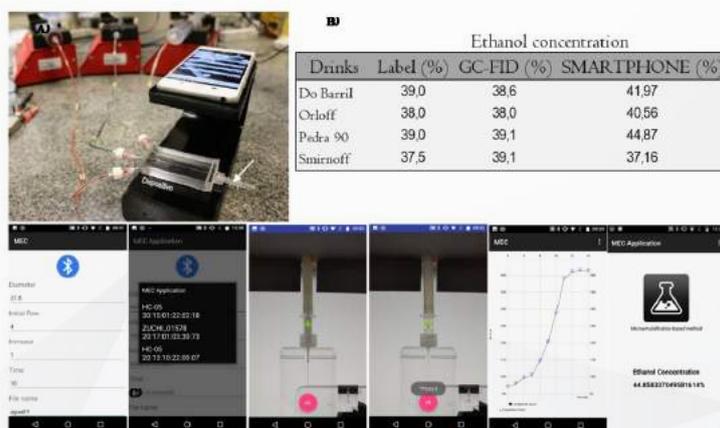


Figura 7. Uso de smartphone para controle de sistema microfluídico turbulento e detecção turbidimétrica visando à automação do MEC. (a) plataforma analítica; (b) dados de concentração de etanol em bebidas e (c) telas do smartphone associadas a estágios diferentes da rotina de análise, incluindo a definição de parâmetros experimentais, a imagem em tempo real da zona de detecção para aquisição de fotos pelo aparelho e exibições do mecograma obtido imediatamente após a análise e da concentração de etanol estimada para a amostra.

¹³Periódico Lab on a Chip (RSC).

Foram realizados novos estudos e aplicações do MEC, em cooperação com a Unicamp, para investigar o efeito de fatores intervenientes diversos (natureza do anfifílico, temperatura e força iônica) sobre o desempenho analítico do MEC e aumentar a sua velocidade de análise.

O uso de surfactantes iônicos e neutros em composições de dispersão diversas mostrou-se satisfatório para a determinação de etanol em amostras de bebida diferentes. Ademais, um método baseado em placa de 96 posições e micropipeta multicanais foi desenvolvido de modo a aumentar a frequência analítica do método. Essa configuração, ilustrada na Figura 8, permitiu análises semiquantitativas com detecção visual de até 12 amostras com resolução de 8 faixas de concentração em uma única análise. Um artigo sobre esses novos estudos e melhoramentos do MEC foi publicado recentemente¹⁴.

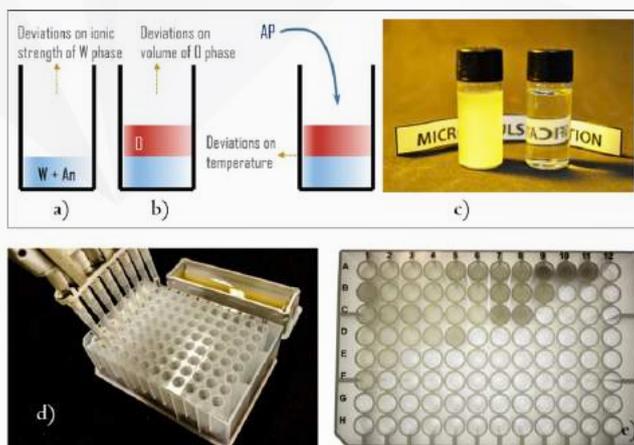


Figura 8. Novos estudos e aplicações do MEC: (a, b, c) rotina analítica pelo método convencional; (d) procedimento baseado em micropipeta multicanais e placa de 96 posições para melhoramento da velocidade de análise; e (e) foto da placa após análise pelo MEC contendo dispersões turvas e transparentes de acordo com as concentrações de etanol presentes em cada amostra.

Outro projeto desenvolvido em colaboração entre LNNano e Unicamp foi **“Destilação assistida por gravidade em microescala”**. A destilação é o processo de separação menos utilizado em microfluídica devido às dificuldades associadas à separação das fases líquido-vapor. Em sistemas convencionais, essa separação ocorre pela ação da gravidade. No interior de microcanais, porém, as forças de superfície predominam e a gravidade é desprezível. Os destiladores microfluídicos reportados na literatura baseiam-se em mecanismos de separação de fases que resultam em microfabricação complexa e lenta. Ademais, esses dispositivos não possuem unidades funcionais integradas, prejudicando a simplicidade e a portabilidade do método. Foi desenvolvida, de forma inédita, um destilador microfluídico com todos os componentes de um sistema convencional (fonte de aquecimento, câmara de destilação, condensador e coleta do destilado) integrados numa única peça de PDMS. O objetivo é desenvolver uma plataforma de dessalinização potencial como preparo de amostra para subsequentes análises químicas instrumentais, qualitativas e/ou quantitativas.

Tensões no intervalo de 4,0 a 5,0 V foram aplicadas no resistor de aquecimento a fim de promover a ebulição do líquido na câmara de destilação. Como o PDMS é um polímero com baixa condutividade térmica (0,16 W m⁻¹ K⁻¹), o topo da câmara apresentou temperaturas menores do que a região inferior, proporcionando a condensação do vapor gerado como mostra a Figura 9. A plataforma foi aplicada na dessalinização de amostras de água que simularam a salinidade da água do mar (35 g L⁻¹), obtendo-se eficiências de remoção de sal elevadas, de aproximadamente 99% com produtividade de 30 µL h⁻¹. Essa produtividade foi melhorada através de duas modificações no dispositivo, quais sejam, alongamento da câmara de destilação e adição de um segundo microcanal de 400 µm na parte superior da câmara. Esse canal adicional permitiu a diminuição da pressão de vapor dentro do dispositivo, inibindo o fenômeno de bumping (contaminação do destilado por frações de amostra não destiladas) o que possibilitou a aplicação de maiores tensões para conduzir os processos de destilação. Assim, a produtividade foi aumentada em aproximadamente 85%, passando a gerar 250 µL h⁻¹ de destilado com uma eficiência de remoção de sal de aproximadamente 96%. Um artigo mostrando os dados de prova de conceito desse novo microdestilador foi submetido para publicação¹⁵.

¹⁴ *Analytical Methods (RSC, v. 9, p. 3347, 2017).*

¹⁵ *Periódico Lab on a Chip (RSC).*

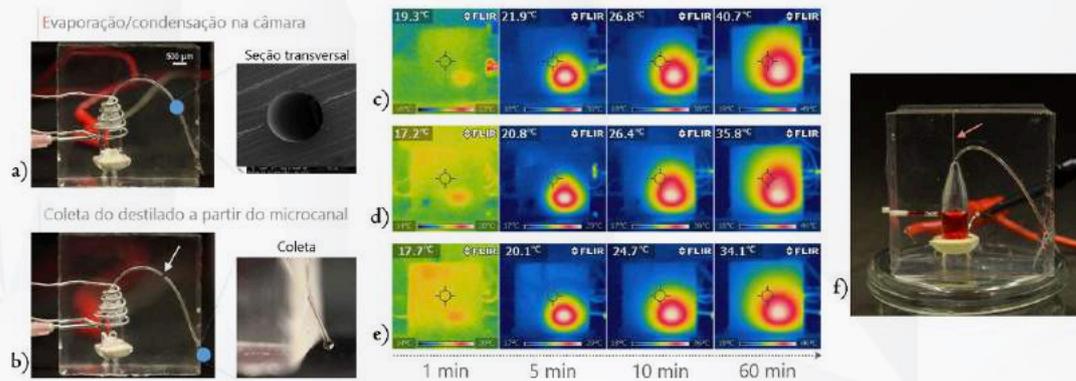


Figura 9. Destilação assistida por gravidade em microescala: (a) dispositivo em operação durante os estágios de evaporação e (b) de condensação para coleta do destilado no microcanal (800 μm); (c, d, e) imagens de infravermelho do chip para destilações a 4,8 V durante 1 h usando condensadores sem fluido, com fluido de água injetada a partir do topo e da base do condensador; (f) dispositivo desenvolvido para aumentar a produtividade das destilações com destaque para o canal superior de 400 μm.

No projeto do LNnano **“Simulação numérica de turbulência em canais microfluídicos”**, também realizado em cooperação com a Unicamp, o objetivo é avaliar, por meio de simulações numéricas, a influência de diferentes geometrias, parâmetros de escoamento e modelos de turbulência na mistura de fluidos e na transição dos regimes laminar-turbulento no interior de canais microfluídicos. Mais especificamente, almeja-se verificar os valores críticos de Re (número de Reynolds), para os quais o escoamento passa de um regime laminar para um regime turbulento. Uma vez atingida esta meta, deverá ser verificada a influência dessa transição na mistura de dois ou mais fluidos. É importante ainda destacar que o laboratório desenvolve trabalhos com misturas assistidas por turbulência em microcanais. Logo, tais simulações serão essenciais para maior compreensão da mecânica de fluidos envolvida nos dispositivos e, como consequência, para a criação de layouts de canais otimizadas.

Para efetuar as simulações, foi usado o pacote de CFD gratuito, de código aberto e amplamente difundido no meio acadêmico OpenFOAM. Foram utilizadas geometrias de dois e três canais trançados como mostra a Figura 10 (a, b). Simulações-teste foram feitas para verificar a convergência do solver com relação aos microcanais. Resultados iniciais com três canais, ilustrados na Figura 10 (c), mostraram que o escoamento circula o formato helicoidal do tubo enquanto que no centro ele permanece na direção imposta pela vazão na entrada (direção em y). A velocidade máxima de escoamento ocorre no centro do tubo. De acordo com essas observações, espera-se que o ponto em que a mistura ocorre de forma mais acentuada esteja próximo ao ponto de encontro dos canais. A influência da turbulência ainda precisa ser avaliada para verificar a intensidade da mistura em pontos mais distantes da entrada.

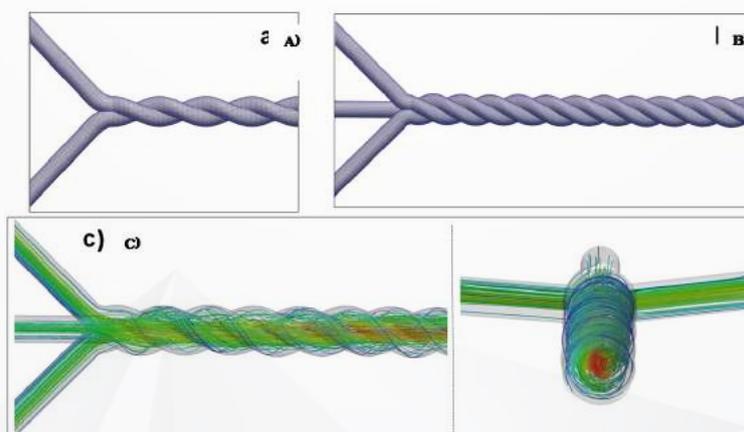


Figura 10. Simulação numérica de turbulência em canais microfluídicos. Geometria (malhas) construídas para (a, b) dois e três canais trançados, respectivamente; (c) resultado inicial mostrando linhas de corrente para o caso de três canais.

Área de atuação que abrange estudos relacionados a materiais estratégicos para os setores industriais de energia, petróleo e gás, aeroespacial, automotivo e metalúrgico. Inclui o estudo de métodos de transformação de materiais convencionais a fim de proporcionar propriedades sob medida e que levem a um aumento significativo na aplicação de processos por atrito pela indústria brasileira.

O projeto **“Modelamento termodinâmico e cinético de materiais”** do LNNano tem como objetivo a estruturação de base de dados para ligas a base de cobalto, a partir de dados de sistema binários, ternários e multicomponentes ricos em Co. A validação da base de dados é feita por meio da comparação entre resultados de simulações de cálculo termodinâmico com resultados experimentais obtidos por microscopia eletrônica de varredura, análise térmica (DTA) e difração de raios. Ligas de cobalto estão sendo estudadas como possíveis materiais para ferramentas de soldagem por atrito FSW com pino não consumível.

Os resultados dos cálculos mostraram a existência de equilíbrios de fases contendo a fase gama linha- γ' a temperaturas abaixo de 1100 °C para adições de Ta. As adições de Nb, Ni e Cr também promoveram a formação da fase γ' com variações das temperaturas γ' -solvus. Entretanto, foi observada variação importante entre os valores de γ' -solvus simulados e os medidos. Apesar dessas discrepâncias, os resultados de cálculo podem auxiliar no desenvolvimento de materiais e servem como referência no entendimento dos equilíbrios de fases estabelecidos em sistemas multicomponentes.

O LNNano conduz o projeto **“Desenvolvimento de processo FSW em ligas de cobre para componentes de Front-end do Sirius”**, com o objetivo desenvolver metodologia de processamento de ligas de cobre utilizadas na fabricação de componentes do front-end do Sirius. Estuda-se a substituição de uma liga de cobre endurecida por dispersão de partículas duras por uma liga de Cu-Cr-Zr, que traria benefícios tanto do ponto de vista técnico como econômico. Como essa liga possui baixa soldabilidade por processos que envolvem fusão, avalia-se o uso de FSW para união dos componentes do front-end do Sirius.

Foram determinados parâmetros ideais para o processamento da liga de Cu-Cr-Zr, inicialmente em chapas planas e posteriormente em cilindros. Em seguida, foram realizados protótipos, ensaiados e aprovados em estanqueidade e pressurização. Em seguida, será fabricado um componente completo para testes.

O projeto **“Soldagem a ponto de alumínio-aço para indústria automotiva”**, colaboração entre o LNNano e a *Universidad Tecnológica Nacional*, da Argentina, busca soluções para o setor de transporte. A redução de peso de componentes e estruturas para aumentar a eficiência energética dos meios de transporte é uma necessidade do setor, assim como o aprimoramento das condições de segurança. Isso requer estruturas complexas, compostas por materiais avançados, que precisam ser unidos de forma a compor a estrutura. Dessa forma, os processos de união a ponto, como FSSW (Friction Stir Spot Welding), são imprescindíveis. Na realização de ensaios mecânicos, foi demonstrada a necessidade de modificação nas ferramentas de soldagem. Novas ferramentas foram desenvolvidas e testes estão programados para o segundo semestre de 2017.

No âmbito do projeto intitulado ***Growth and fabrication of semiconductor nanomembrane structures for basic research and potential device applications***, colaboração entre LNNano e Unicamp, foram estudadas as propriedades fundamentais dos sistemas de nanomembranas relacionadas às aplicações potenciais em dispositivos óticos e eletrônicos. Utilizando a epitaxia por feixe molecular, planejou-se a condução de estudos fundamentais sobre crescimento para entendimento da formação de nanoestruturas na superfície de membranas semicondutoras. Como segundo passo, será investigada a adequação dessas membranas para o crescimento de dispositivos óticos.

Além da investigação de nanomembranas, como substratos flexíveis, busca-se desenvolver uma nova classe de dispositivos plasmônicos, baseados em membranas semicondutoras enroladas. Para isso, deverá ser otimizada e estudada a integração de uma nova classe de emissores mesoscópicos de GaAs não tensionadas, em ressonadores enrolados. Como meio ativo plasmônico, será utilizado o grafeno, devido a sua resposta plasmônica no espectro infravermelho e a sua maior transparência comparativamente a Ag ou Au.

Área que concentra estudos para a produção e caracterização de nanopartículas funcionalizadas para fármacos e agroquímicos, de nanobioconjugados e de nanobiomateriais. Também contempla estudos da interação de materiais nanoestruturados sobre sistemas biológicos e com o ambiente, visando o desenvolvimento responsável e sustentável de novos materiais e processos.

No âmbito do projeto **“Nanopartículas seletivas às bactérias”**, desenvolvido em colaboração entre LNnano, UFRGS e Unicamp, buscou-se obter sistemas seletivos às bactérias, tanto suscetíveis como resistentes aos antibióticos. Como resultado, foi sintetizado um sistema complexo e multi-estruturado. O sistema é composto por um núcleo de prata recoberto por sílica mesoporosa, que é então funcionalizado com Ampicilina (antibiótico). Esse sistema foi muito eficaz contra bactérias suscetíveis e resistentes aos antibióticos e, além disso, não apresentou qualquer tipo de efeito residual quando em contato com células de mamíferos. Adicionalmente, o perfil de replicação celular foi estudado e concluiu-se que a presença dessas nanopartículas não afetou o metabolismo nem a divisão celular¹⁶.

No projeto **“Nanopartículas em meios biológicos e seus impactos”**, o LNnano procurou investigar se as estruturas presentes nos meios biológicos teriam algum impacto no recobrimento de nanopartículas com superfícies distintas bem como no resultado biológico final.

Foram sintetizadas nanopartículas de sílica com distintos grupos químicos em suas superfícies. Assim, foi possível conferir a força de interação entre os componentes do meio biológico e as distintas superfícies. Verificou-se que distintas quantidades dos componentes do meio biológico são adsorvidas nas superfícies das nanopartículas e que a quantidade de material adsorvido é diretamente proporcional ao poder bactericida das estruturas estudadas. Nesse caso, foram investigadas as propriedades bactericidas das nanopartículas contra duas bactérias de relevância médica: *E. coli* e *S. aureus*. Os resultados da pesquisa já foram submetidos para publicação.

O projeto **“Biosafety - Avaliação da toxicidade do carvão ativo nanoestruturado de bagaço: caracterização da nanobiointerface e impactos da interação com poluentes ambientais”** foi desenvolvido em cooperação com NCNST (Beijing, China), voltado a desenvolvimento e caracterização avançada de carvões ativos nanoestruturados e derivados funcionalizados para estudos de nanotoxicidade sobre o organismo modelo *C. elegans*.

Foi realizada a produção do carvão ativo nanoestruturado, e estudos de dispersão em meio de cultivo (Figura 11). O organismo modelo *C. elegans* foi estabelecido na rotina do Laboratório de Nanotoxicologia, e está em andamento a padronização dos ensaios de toxicidade.



Figura 11. Dispersão do carvão ativo nanoestruturado de bagaço no meio de cultivo do organismo modelo *C. elegans* após 96 horas: 10, 100 e 1000 mg/L.

¹⁶O trabalho foi noticiado pelo Jornal Folha de São Paulo (13/5/2017), pela Agência Fapesp, pelo canal de TV EPTV (Globo), pelo Jornal da Rede Bandeirantes e pela publicação científica *Scientific Reports*, v. 7, No. 1326, 2017.

O projeto **“Biodegradação de nanocompósitos poliméricos em solos tropicais: aspectos químicos e ecotoxicológicos”** foi realizado em cooperação entre LNNano, USP, Embrapa e UFG, com o objetivo de investigar a biodegradação de nanocompósitos poliméricos em solos tropicais e a identificação e caracterização das nanopartículas/microplásticos secundários originados da matriz polimérica no ambiente terrestre. A biodegradação será monitorada através da avaliação de parâmetros microbiológicos do solo e físico-químicos pelas alterações nas propriedades estruturais, morfológicas e químicas destes nanocompósitos.

Foi demonstrado que nanocompósitos poliméricos contendo nanopartículas de prata influenciam o processo de biodegradação em solo (Figura 12). Após monitoramento de parâmetros microbiológicos, foi possível verificar efeitos tóxicos de nanopartículas/íons prata lixiviados nestes nanocompósitos para a comunidade microbiana do solo. Em seguida, foi realizado um estudo sistemático da biodegradação destes nanocompósitos através do emprego de técnicas de caracterização de materiais (e.g. SEM, XPS, FT-IR, DSC, Confocal).



Figura 12. Filmes poliméricos após 60 dias de incubação em solo: PHBV (esquerda) e PHBV contendo nanopartículas de prata (direita).

O projeto **“Interação de nanomateriais de carbono com soro fetal bovino e a formação da nanobiointerface: caracterização e impactos na toxicidade”**, do LNNano, busca estudar a interação de nanomateriais de carbono (i.e. nanotubos, grafenos e carvão ativo nanoestruturado) com soro fetal bovino (SFB) e a formação da nanobiointerface, visando explorar suas potenciais aplicações biotecnológicas e seus impactos na toxicidade.

Foi dada continuidade aos estudos de caracterização da protein corona após interação com dois tipos de nanomateriais de carbono: óxido de grafeno – GO, single-layer e multi-layer). Foi comprovado que o número de camadas atômicas (GO single-layer versus GO multi-layer) influencia criticamente a formação da protein corona e estabilidade coloidal após interação destes materiais com meio de cultura de células. Em colaboração com o LNBio, foram iniciados experimentos in vitro de avaliação da citotoxicidade (Ensaio Clonogênico) sobre cultura de células HaCat (Figura 13).

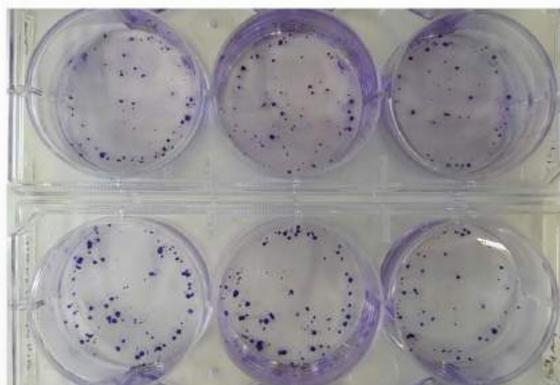


Figura 13. Ensaio Clonogênico – colônias de células HaCat em placa após exposição aos nanomateriais de carbono (Graphene oxide, single-layer e multi-layer)

O projeto **“Caenorhabditis elegans: desenvolvimento de uma plataforma microfluídica para avaliação da toxicidade de nanomateriais”** foi realizado em colaboração entre LNNano e a Faculdade de Tecnologia da Unicamp, com o objetivo de estudar a toxicidade de nanomateriais sobre o organismo modelo *C. elegans*, empregando plataformas microfluídicas.

No período, foi fabricado o primeiro Microchip de PDMS para imobilização do *C. elegans* e realizados estudos do tempo de vida do organismo após sua imobilização no microcanal. Estão em andamento a fabricação de novos microchips, estudos biológicos e toxicidade, bem como a síntese de nanopartículas específicas para aplicação nestes dispositivos.

Área que envolve o desenvolvimento de rotas químicas e biológicas para obtenção de produtos químicos de origem renovável e de interesse das indústrias de transformação, tais como química, alimentícia, farmacêutica e cosmética. Compreende, ainda, a caracterização e o aproveitamento de matérias-primas e resíduos da cana-de-açúcar, gerando nanoprodutos sustentáveis e de amplo uso para a sociedade.

O projeto **“Nanopartículas de celulose no controle reológico de fluidos complexos”**, desenvolvido pelo Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano), envolve cooperação com Unicamp e Waterloo Institute for Nanotechnology (WIN), do Canadá, e conta com financiamento da Fapesp. Ele propõe-se a investigar a produção de nanopartículas de celulose extraídas de bagaço de cana e a avaliar seu potencial uso no controle reológico de fluidos complexos.

No primeiro semestre deste ano foi iniciado o estudo das propriedades reológicas de géis contendo celulose nanofibrilada (CNF). A CNF extraída de bagaço de cana com diferentes graus de cationização apresenta diâmetro de cerca de 2 nm, o que corresponde a uma fibrila elementar (ver imagem de AFM Figura 14a). Quando dispersas em água, formam géis (G' , módulo elástico $> G''$, módulo viscoso em toda a faixa de frequência estudada), em baixas concentrações de CNF, devido ao alto grau de entrelaçamento das nanofibras (Figuras 14b e 14c). Tais resultados são promissores, pois indicam que as CNF extraídas podem ser utilizadas como espessante de fluidos.

O trabalho foi selecionado para apresentação, em forma oral, na conferência da IUPAC 2017 (Int. Union of Pure and Applied Chemistry)

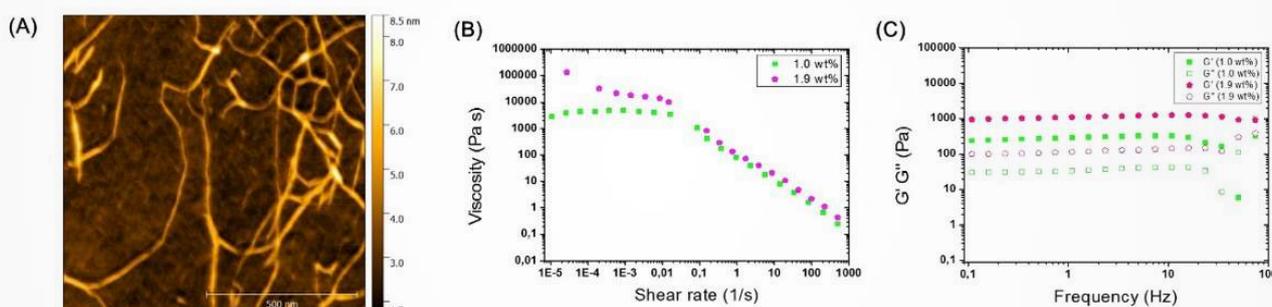


Figura 14. (a) Imagem de AFM de CNF catiônica, (b) curva de viscosidade e (c) G' e G'' em função da frequência.

O projeto **“Desenvolvimento de materiais preparados a partir de celulose nanofibrilada com potencial aplicação em curativos”**, é realizado pelo LNNano em cooperação com UFABC e Universidade de Estocolmo, Suécia, com apoio financeiro da Fapesp. O projeto consiste na preparação de curativos a partir de celulose nanofibrilada de bagaço de cana. A partir de géis de celulose nanofibrilada, são preparados hidrogéis contendo moléculas bioativas com ação cicatrizante incorporadas (NO-glutationa, GSNO). A adição de baixa concentração de íons de cálcio promove a reticulação das nanofibras, aumentando consideravelmente o módulo elástico das dispersões, o que leva ao encapsulamento do fármaco dentro da rede tridimensional (Figura 15). Nas próximas etapas, deverão ser avaliadas a morfologia, o perfil da liberação do fármaco e a toxicidade dos sistemas preparados. Além disso, também serão produzidos materiais com distintas morfologias para diferentes formas de aplicação, como por exemplo, filmes/membranas e géis injetáveis.

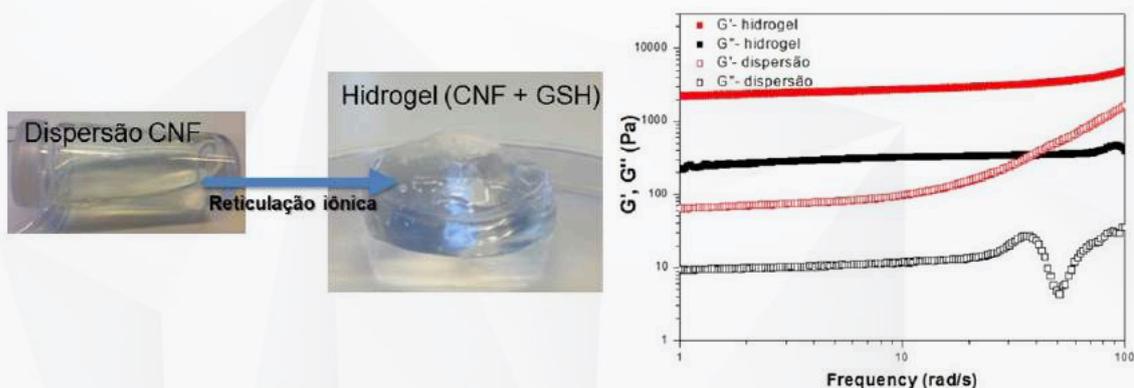


Figura 15. Fotos da dispersão de CNF e do hidrogel com o fármaco encapsulado e comportamento reológico da dispersão e do hidrogel (gráfico à direita)

No âmbito do projeto **“Desenvolvimento de materiais à base de nanocelulose para eletrônica flexível”**, do LNNano, tintas condutoras a base de celulose nanofibrilada (CNF) e negro de fumo foram preparadas e depositadas com sucesso sobre substratos transparentes e flexíveis de CNF (Figura 16). Além de funcionar como ligante no filme seco, a nanocelulose de bagaço também aumenta a estabilidade coloidal da tinta, fator crucial para uma boa impressão. Estão sendo avaliadas as propriedades elétricas e o uso desses sistemas no sensoriamento de umidade relativa.

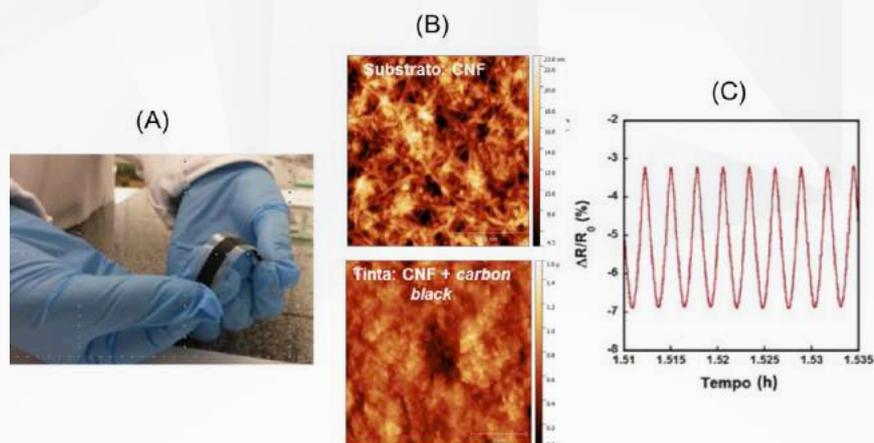


Figura 16. (A) Foto da trilha condutora depositada sobre substrato transparente de nanocelulose; (B) imagens de AFM das superfícies do substrato e da tinta; (C) perfil de resposta aos ciclos de stress mecânico de flexão da amostra.

O projeto **“Produção de compósitos poliméricos: processamento termoplástico”** visa à obtenção de compósitos poliméricos com utilização de fibras ricas em celulose de bagaço de cana-de-açúcar como fase dispersa. A incorporação das fibras é feita por processamento termoplástico.

O aproveitamento de resíduos de biomassa de bagaço de cana para a produção de compósitos poliméricos faz parte de um projeto do LNNano em colaboração com o IAP-Fraunhofer da Alemanha. No primeiro estão sendo produzidos compósitos de polietileno e celulose (modificadas e não modificadas), em diversas concentrações de celulose. Vale ressaltar que o compósito com 20% de celulose modificada com hexametildisilazano (HMDS) apresentou desempenho mecânico superior a 350%, quando comparado ao polimérico puro.

Desenvolvido pelo LNNano em cooperação com a Faculdade de Engenharia Química da UNICAMP, o projeto **“Funcionalização de nanocristais de celulose para o desenvolvimento de nanocompósitos in situ”** tem o objetivo de obter nanocompósitos poliméricos com a utilização de nanocristais de celulose como fase dispersa. A incorporação das fibras é feita por polimerização in situ.

No primeiro semestre foram estabelecidos protocolos de preparação e modificação química de nanocristais de celulose de bagaço de cana para aplicação nos materiais nanocompósitos. A Figura 17 mostra imagens de microscopia de força atômica (AFM) dos nanocristais não modificados e modificados com ácido adípico (material precursor da síntese).

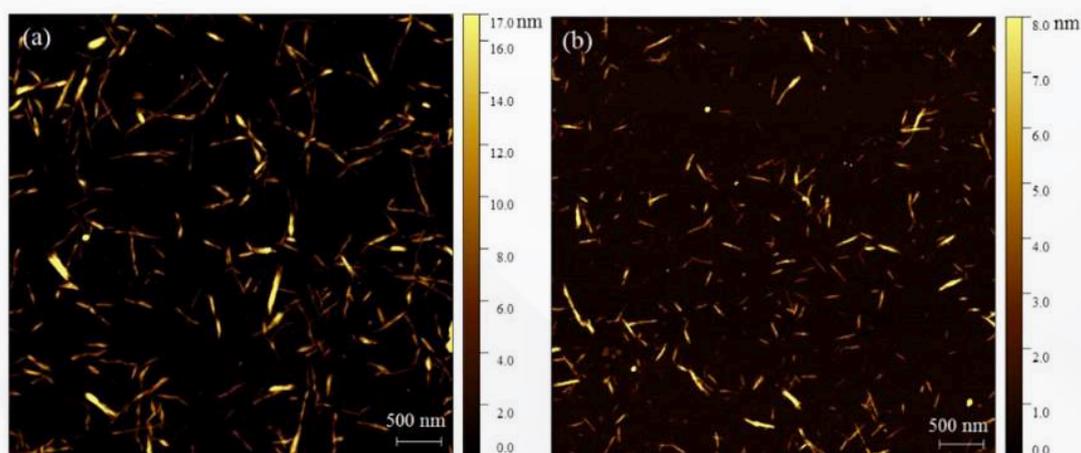


Figura 17. Imagens de AFM de nanocristais de celulose (a) nanocristais sem modificação e (b) nanocristais após a modificação química

Os nanocristais não modificados e modificados apresentaram comprimentos e diâmetros médios de (413 ± 52) nm, $(10 \pm 2,5)$ nm e (242 ± 57) nm e $(6,8 \pm 1,7)$ nm, respectivamente. A modificação química dessas nanoestruturas foi comprovada por dados de infravermelho, espectrômetro de fotoelétrons excitados por raios-X (XPS), ângulo de contato e estabilidade das dispersões.

No âmbito do projeto **“Biocarb – Descontaminação de efluentes utilizando carvão ativo nanoestruturado produzido a partir de biomassa”**, desenvolvido pelo LNNano em cooperação com o National Engineering Research Center for Nanotechnology (NERCN), da China, estuda-se a utilização de biomassa da cana-de-açúcar no desenvolvimento de carvões ativos nanoestruturados e dispositivos e produtos neles baseados para descontaminação de água e ar.

Avanços significativos foram alcançados nos estudos de regeneração dos carvões ativos de bagaço de cana e na preparação de materiais compósitos baseados em aerogéis de nanocelulose e carvão ativo. A regeneração dos carvões ativos foi testada com o objetivo de realizar a reciclagem destes materiais adsorventes saturados após aplicação em descontaminação de água. Foram realizados ensaios de reciclagem com soluções aquosas de HCl ou NaOH e com etanol. Verificou-se que há uma dependência entre o tipo das moléculas adsorvidas no carvão ativo, a solução de reciclagem que deve ser utilizada e a recuperação da performance do material. Estão programados ainda ensaios de regeneração térmica dos carvões ativos.

Foram realizados os primeiros testes de produção de aerogéis compósitos de nanocelulose com carvão ativo, empregando amostras comerciais e estudadas as correlações existentes entre a preparação dos aerogéis compósitos, sua estrutura e seu desempenho na adsorção de moléculas contaminantes do ar (Figuras 18 a, b, c).

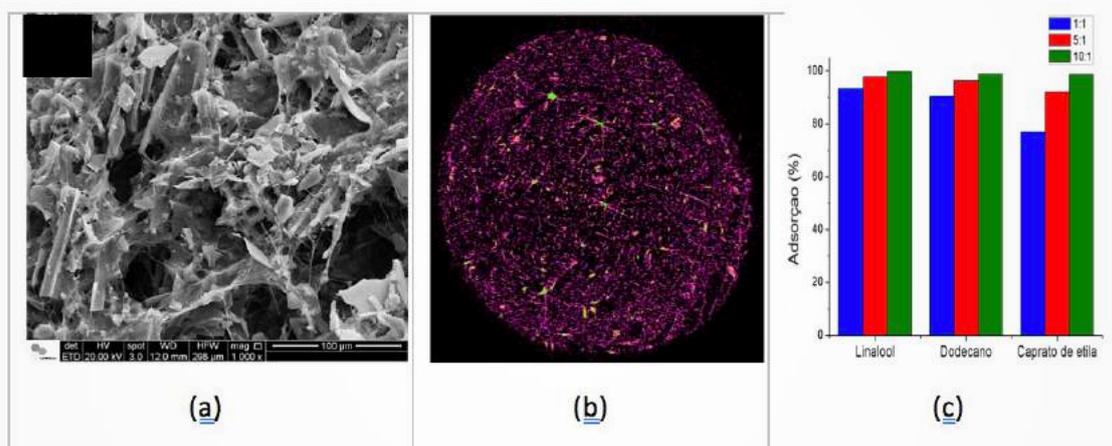


Figura 18. (a) microscopia eletrônica de varredura; (b) microtomografia de raios-X dos aerogéis compósitos de nanocelulose e carvão ativo; (c) desempenho na adsorção de moléculas contaminantes do ar

Foi dada continuidade aos estudos em todos os campos de aplicação alvo dos materiais de carbono produzidos a partir de biomassa. Na área de descontaminação de água e ar foi estudada a preparação de aerogéis compósitos de nanocelulose com carvão ativo, nanopartículas magnéticas e nanopartículas de Ag. Foram realizados ensaios de sua performance na descontaminação de ar, resistência mecânica, ação antimicrobiana e hipertermia. Os resultados promissores alcançados encorajam, para o próximo semestre, o estudo mais detalhado destes sistemas, a serem preparados também exclusivamente de biomassa da cana.

Grandes avanços foram realizados no desenvolvimento de negros de fumo condutores a partir de celulose e lignina de bagaço de cana. Neste trabalho foram preparadas cargas condutoras a partir das fontes de biomassa, realizada caracterização físico-química completa e conduzidos estudos da aplicação destes materiais em tintas condutoras para dispositivos elétricos e eletroquímicos (Figuras 19 a e 19 b).

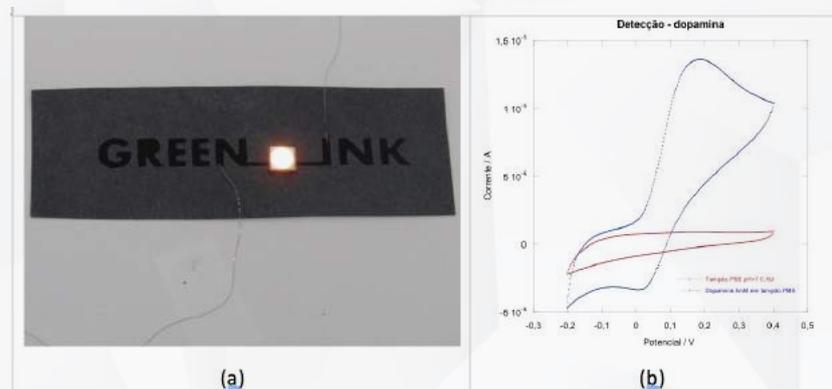


Figura 19. (a) Dispositivo (b) Detecção eletroquímica de dopamina utilizando um dispositivo construído com tinta condutora de negro de fumo condutor de lignina

No início do ano, foi aprovado projeto temático da FAPESP¹⁷, cujo objetivo é descobrir e explorar novas enzimas ativas sobre carboidratos (CAZymes) com potencial de aplicação em processos industriais de relevância nacional, como nas áreas de bioenergia, produção de alimentos e setores correlacionados. Resultados preliminares como a descoberta de atividades relacionadas à sacarificação de polissacarídeos de importância econômica já foram identificados nesse primeiro semestre. Entre eles, destacam-se a primeira exo-mananase genuína da família GH2, que teve seu mecanismo desvendado ao nível molecular pela combinação de estudos cristalográficos, enzimológicos e mutagênese, a descoberta de uma enzima bifuncional inédita, com atividade β -xilosidade (EC 3.2.1.37) e β -L-arabinofuranosidase (EC 3.2.1.55), que é muito atrativa para a desmontagem do bagaço da cana-de-açúcar.

Também nesta linha, tem-se avaliado a capacidade do arsenal enzimático do fungo termofílico *Thermoascus aurantiacus* combinados a coquetéis comerciais e de *Trichoderma reesei* RUT-C30 na despolimerização da biomassa lignocelulósica. O CTBE demonstrou a maior eficiência de extratos deste fungo atuando em bagaço de cana-de-açúcar quando comparados a outros coquetéis enzimáticos comerciais, o que reforça seu potencial para descoberta de enzimas acessórias, bem como uma plataforma alternativa para produção de coquetéis enzimáticos. Na área genômica, foi finalizado o estudo comparativo do transcriptoma de *A. niger* e *T. reesei* crescido em bagaço de cana, publicado na BMC genomics, que auxiliará no desenvolvimento de coquetéis enzimáticos mais eficientes para esta biomassa.

Vale ressaltar a criação, ainda no primeiro semestre, de um programa de pesquisa dedicado ao desenvolvimento da primeira plataforma nacional de produção de coquetel enzimático para sacarificação do bagaço de cana (Figura 20). A tecnologia, inexistente no País, é estratégica para viabilizar a produção de etanol de segunda geração. Para isso, o CTBE constituiu equipe multidisciplinar com competências que envolvem desde a descoberta e o desenvolvimento de enzimas, manipulação genética de fungos, otimização de bioprocessos, até sua avaliação técnico-econômica. Apesar da recente criação, o programa já definiu uma rota de obtenção de açúcares fermentescíveis, selecionou o fungo base a ser desenvolvido e deu início a testes de complementação com novas enzimas. Em paralelo, ferramentas moleculares para manipulação genética de fungos filamentosos estão sendo desenvolvidas baseadas na CRISPR/Cas9, tecnologia que permitirá múltiplas modificações genéticas simultâneas, com alta precisão e em períodos curtos de tempo, acelerando a obtenção desta plataforma nacional.



Figura 20. Programa de desenvolvimento de coquetel enzimático para sacarificação do bagaço de cana-de-açúcar.

¹⁷"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".

Ainda nesta linha, cabe destacar o trabalho intensivo do CTBE em colaboração com UNICAMP, EMBRAPA Instrumentação - São Carlos e Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) na otimização do bioprocessamento em biorreatores, visando identificar fontes de carbono alternativas e de menor custo. Com o desenvolvimento de novas estratégias, o efeito de repressão catabólica foi mitigado e atividades enzimáticas importantes para sacarificação da lignocelulose tiveram sua produtividade aumentada. Decorrente dessas otimizações, foi ampliada a escala (100 L) de processo de produção de enzimas celulolíticas por fungos filamentosos em fermentação submersa junto à planta piloto. Estudos de fluido dinâmica e de parâmetros do processo estão sendo realizados para o sucesso da ampliação de escala da produção de enzimas.

Ainda no primeiro semestre, o CTBE iniciou a estruturação de um acervo biológico para armazenamento de micro-organismos (principalmente leveduras, fungos e bactérias), genes e plasmídeos. O acervo inclui também o armazenamento de micro-organismos geneticamente modificados (OGM) até o nível de biossegurança 2 (NB-2). Todas as informações associadas a esses materiais biológicos serão armazenadas em um sistema de banco de dados, em elaboração, desenvolvido no LIMS (*Laboratory Information Management System*).

Um dos destaques no desenvolvimento de micro-organismos foi a publicação do genoma da cepa industrial *Saccharomyces cerevisiae* Barra Grande, que abrirá oportunidades para que estudos moleculares possam ser realizados utilizando esta cepa como background. Dois projetos foram iniciados no semestre: o primeiro deles, voltado ao estudo do engenheiramento genético da cepa industrial brasileira barra grande para fermentação de xilose; o segundo, relacionado à construção de um atlas genômico para engenharia metabólica racional da levedura *Saccharomyces cerevisiae*¹⁸. As informações obtidas serão utilizadas na construção de leveduras para produção de etanol 2G. Nesta área, também foi padronizado um ensaio *high-throughput* de fermentação comparativa de cepas de *Saccharomyces cerevisiae*, cujo protocolo permitirá um *screening* de cepas diversas em larga escala e em condições de interesse. Atualmente, as linhagens estão sendo avaliadas quanto à resistência a inibidores do processo fermentativo mais comumente presentes em hidrolisados de segunda-geração. Adicionalmente, estão sendo validadas mutações associadas à assimilação de xilose e também à tolerância ao ácido acético.

A obtenção de novas cepas geneticamente modificadas de leveduras consumidoras de xilose a partir da inserção da via bacteriana da xilose isomerase é uma etapa essencial para produção de etanol de segunda geração com alta eficiência. A identificação de genes que codificam para xilose isomerase funcionalmente expressa em leveduras é um desafio biotecnológico que pode ser superado com a ajuda de ferramentas computacionais de bioinformática aplicadas à prospecção de enzimas. Nesse contexto, o desenvolvimento do software XIMMER2, em colaboração com o Laboratório de Genômica e Evolução da UNICAMP, tem como objetivo prospectar xilose isomerases funcionais em bancos públicos de proteínas e bancos proprietários do CTBE utilizando metodologias de inteligência artificial e busca por padrões. Encontra-se também em andamento análise de genômica comparativa de leveduras industriais para produção de bioetanol, comparando as principais cepas industriais brasileiras já sequenciadas (CAT, PE2, BG e SA) com as de outros países como China, Índia e França, envolvendo leveduras fermentadoras de hexoses provenientes tanto de cana-de-açúcar quanto de outras fontes.

Em colaboração com a Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP), foram realizadas análises da diversidade bacteriana de amostras de reatores anaeróbios aplicados à digestão de vinhaça de cana-de-açúcar. Os resultados foram registrados em artigo publicado na *Applied Energy*¹⁹.

No âmbito dos projetos relacionados a química verde, um dos gargalos associados à utilização da cana energia pelo setor sucroalcooleiro é a impossibilidade de obtenção de açúcar cristalizado do seu caldo. O CTBE desenvolve um processo para viabilizar a cristalização da sacarose, para o qual foi construída uma linhagem de levedura capaz de assimilar os açúcares redutores glicose e frutose e não metabolizar a sacarose, viabilizando o processo. Estudos continuam para o melhoramento e a otimização de todo o processo.

¹⁸Engenhairamento Genético da Cepa Industrial Brasileira Barra Grande Para Fermentação de Xilose” e “Construção de um atlas genômico para engenharia racional de *Saccharomyces cerevisiae* visando a produção de E2G”, ambos FAPESP.

¹⁹Thermophilic two-phase anaerobic digestion using an innovative fixed-bed reactor for enhanced organic matter removal and bioenergy recovery from sugarcane vinasse. *Applied Energy*, vol. 189, 2017, pp. 480-491.

²⁰A invenção intitulada “Processo para produção de açúcar e etanol a partir de soluções impuras de sacarose de cana-de-açúcar contendo níveis elevados de não-sacarose” foi depositada no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (BR 10 2017 011800 2).

Outro bioproduto de destaque é o n-butanol, composto utilizado na indústria de tintas e vernizes e, dentre outras aplicações comerciais, na produção de plastificantes. Atualmente não existe nenhuma planta de fermentação ABE (acetona – n-butanol – etanol) em operação no país e o n-butanol é produzido, exclusivamente, por rotas químicas a partir de derivados petroquímicos. Duas tecnologias têm potencial para tornar essa produção economicamente viável: (i) processo fermentativo de segunda geração e (ii) engenharia metabólica, a qual permite o desenvolvimento de linhagens de *Clostridium* altamente eficientes. O CTBE deu início a uma linha de pesquisa no qual se utiliza a bactéria *Clostridium saccharoperbutylacetonicum*, linhagem industrial utilizada na fermentação ABE, e o hidrolisado lignocelulósico de cana-de-açúcar para produção fermentativa de n-butanol. Estão sendo otimizadas as condições de fermentação e estabelecidas e padronizadas as ferramentas necessárias para a obtenção de bactérias geneticamente modificadas. Adicionalmente, estão sendo conduzidos estudos de genômica comparativa de diversas linhagens industriais da bactéria, com o intuito de compreender os mecanismos moleculares envolvidos na produção de n-butanol.

A produção de lipídios a partir da vinhaça de cana é um dos focos de estudo em Química Verde. O projeto que visa à avaliação da potencialidade da produção de lipídios, como produto de alto valor agregado, a partir da vinhaça teve como destaque a anotação metabólica do micro-organismo *Pythium irregulare* CBS 493.86²¹. O projeto é desenvolvido em parceria com a Universidade de São Francisco, Escola de Engenharia de São Carlos-USP e Universidade do Minho, em Portugal.

Instrumentação Científica

Esta área de atuação compreende o aprimoramento de técnicas instrumentais de alta complexidade em diversas instalações, além de desenvolvimentos e intervenções técnicas para elevar o desempenho do atual acelerador de elétrons, incluindo projetos de melhorias nas áreas de aceleradores e engenharia e melhorias na capacidade de operação e nas características das linhas de luz e de suas estações experimentais.

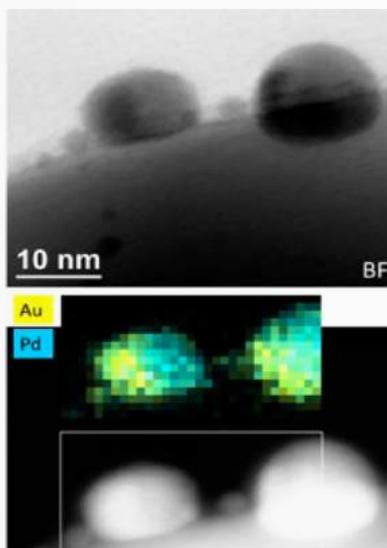


Figura 21. Imagens de Campo-claro (BF) e de campo escuro de alto ângulo (HAADF), obtidas no microscópio eletrônico de transmissão por varredura (STEM) JEOL JEM-2100F, de partículas do catalisador AuPd/ TiO₂ reduzido. Os mapas elementares obtidos de imagens espectrais de energia dispersiva de raios-X (XEDS-S) sobrepostos na imagem de HAADF mostram a segregação de domínios ricos em Au na superfície das partículas da liga AuPd.

O projeto “Desenvolvimento de instrumentação de simulação termomecânica para experimentação in situ paralela com espalhamento de raios X OGT”, que envolve colaboração entre o LNNano e o LNLS, visa à implementação e ao uso de técnicas para estudo de transformações de fase induzidas por energia térmica e mecânica com utilização de radiação síncrotron. Com isso, é possível visualizar aspectos fundamentais dos fenômenos de transformação de fase.

Em 2016, havia sido desenvolvida instrumentação para o uso de nitrogênio líquido para resfriar amostras a temperaturas abaixo de -100 °C dentro do simulador termomecânico, mantendo a capacidade de controle de temperatura oferecida pela Gleeble. Foram instaladas válvulas, mangueiras, possibilitando programar o início e a interrupção do fluxo de LN₂, sem a necessidade de intervenção do usuário durante o teste. Em 2017, esse equipamento foi utilizado no estudo da estabilidade termomecânica da Austenita em temperaturas inferiores à temperatura do ambiente, com bom controle e precisão.

No primeiro semestre deste ano foi publicado artigo científico²² contendo resultados da linha de pesquisa “Morfologia e morfogênese de catalisadores heterogêneos bimetalícos com arquiteturas planejada”. No artigo, realizado por pesquisadores do LNNano (AATN e ETN), em colaboração com LNLS e USP, dois catalisadores de AuPd/TiO₂ foram sintetizados com a mesma composição, mas com diferentes características estruturais (Figura 21). Composição superficial e desempenho comuns, onde essa convergência se mostrou independente da estrutura física inicial das partículas. O objetivo é controlar os genesis de catalisadores homogêneos e avaliar o papel da morfologia e composição química nas características de reatividade química.

²¹ Genoma e anotação depositados no National Center for Biotechnology Information (NCBI).

²² “Surface composition and structural changes on titanium oxide-supported AuPd nanoparticles during CO oxidation”. A.A. Teixeira-Neto, R.V. Gonçalves, C.B. Rodella, L.M. Rossi and E. Teixeira-Neto; *Catalysis Science & Technology* (v. 7, p.1679-1689, 2017).

No âmbito das técnicas de luz síncrotron em superfícies, interfaces e materiais multifuncionais, programa científico sob a responsabilidade do LNLS, o objetivo é a síntese e caracterização de materiais com propriedades eletrônicas exóticas. Isso envolve principalmente o crescimento de multicamadas de espessura nanométrica de óxidos complexos de metais de transição, cujas propriedades vão além daquelas de seus constituintes individuais.

O principal desenvolvimento a destacar no semestre foram as medidas de foto-emissão com resolução angular (ARPES) de melhor resolução realizadas até agora, e que permitiram a evidência (Figura 22) de uma indução de comportamento metálico pela adsorção de hidrogênio em um filme de ZnO, que é naturalmente isolante. Uma possível explicação para o fenômeno é que os átomos de hidrogênio criaram uma pequena distorção que induziu uma reconstrução da superfície, suficiente para mudar hibridizações e induzir o surgimento de estados de elétrons livres no meio do gap isolante. Este trabalho realizado pelos pesquisadores da linha PGM está sendo submetido para publicação.

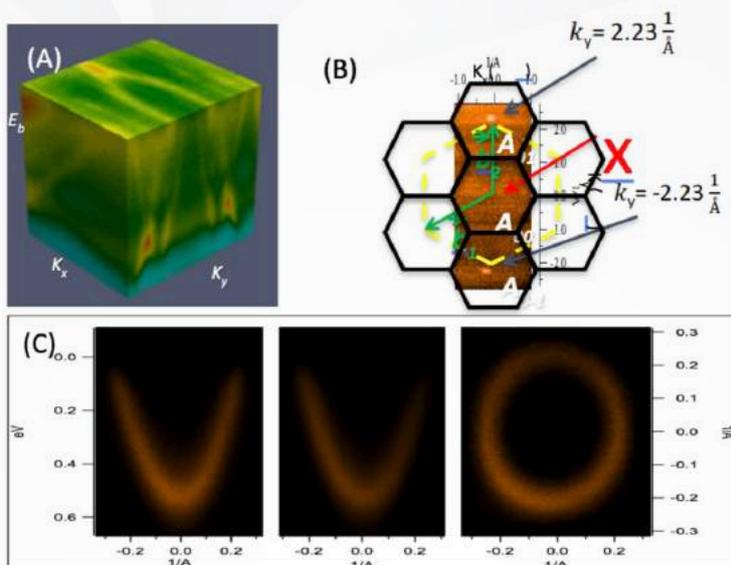


Figura 22. Estrutura de bandas medida pelo método de ARPES da linha PGM no filme de ZnO (A). Os estados que aparecem devido a adsorção do hidrogênio têm uma dispersão parabólica (C) e correspondem a uma possível reconstrução da superfície (B).

No campo das técnicas de luz síncrotron em nanoscopia por raios X, outro programa científico do LNLS, são desenvolvidos métodos experimentais para imagens bi- e tridimensionais com resolução nanométrica, com utilização de nanoscopia de raios X por varredura ou campo inteiro, explorando a micro- e nanofocalização e o espalhamento coerente de raios X. Esses desenvolvimentos estão na fronteira de técnicas de imagens de luz síncrotron, utilizando diversos contrastes, químico, eletrônico, magnético etc, que poderão ser utilizadas no Sirius. Destaca-se no período a conclusão da construção do protótipo do microscópio de raios X moles (TenderMic), a ser empregado na linha de luz Carnáuba para o Sirius. O sistema foi instalado na linha SXS do UVX. No momento este instrumento encontra-se em comissionamento.

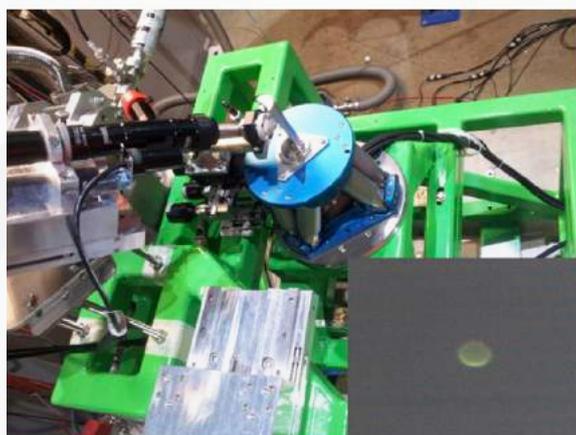


Figura 23. Foto da montagem do protótipo do TenderMic instalado na linha SXS e detalhe do microfoco de cerca de 20 μm de diâmetro no inset.

Criomicroscopia

A criomicroscopia é uma técnica de análise que fornece informação estrutural, com resolução subnanométrica, de macromoléculas biológicas, principalmente complexos de proteínas. É também um importante técnica para a análise de coloides, micelas e lipossomas, de interesse de grupos de pesquisa e indústrias farmacêuticas e de cosméticos.

Foi incorporado à equipe do LNNano um dos pesquisadores mais importantes na área, Professor Marin Van Heel, agraciado com o prêmio Willey em Ciências Biomédicas em 2017 por suas importantes contribuições na área da criomicroscopia eletrônica. Com resolução próximas à escala atômica, a técnica permite conhecer a estrutura de moléculas em solução, em condições controladas, preservando a integridade das amostras.

Câncer

Reúne estudos do papel de macromoléculas na sinalização, regulação e ativação de processos metabólicos envolvidos em câncer

No âmbito do projeto **“Estudos biofísicos e bioquímicos de proteínas mitocondriais transmembrana e suas implicações para o processo de adaptação tumoral”**, do LNBio, estão em estudo três componentes do processo de adaptação metabólica tumoral: Glutaminases, enzimas-chave no processo de anaplerose do ciclo do TCA; HIF e PHD, controladores da resposta celular a hipóxia; e MPC e VDAC-2, transportadores de membrana mitocondriais.

O trabalho, que propõe uma origem evolutiva para a complexidade multidomínios das glutaminases humanas e apresenta quatro estruturas cristalográficas humana inéditas, foi aceito para publicação. Nesse trabalho, em colaboração com o LNNano, busca-se determinar a estrutura do filamento formado pela ativação de Glutaminase C em alta resolução, utilizando técnica de criomicroscopia eletrônica. Outro trabalho que descreve a funcionalidade inédita de MPC2 no transporte de piruvato in vitro encontra-se em fase final de revisão no *Journal of Breast Cancer*.

Por meio de colaborações com a Universidade de Oxford, *Membrane Protein Laboratory* e Universidade de Brandeis estão sendo realizados ensaios funcionais de PHDs de organismos não usuais, ensaios de cristalização do carreador humano e determinação do mecanismo molecular de transporte, por RMN, de MPC2 homodimérico. Também foi produzida VDAC-2 humana recombinante.

Outro projeto do LNBio nessa linha de pesquisa, **“Entendimento da regulação funcional da enzima glutaminase e desenvolvimento de inibidores como terapia de combate ao câncer”** visa compreender o aumento da atividade de glutaminase e o papel de suas variantes para o desenvolvimento tumoral, buscando novas oportunidades terapêuticas. O metabolismo de células tumorais é alterado para atender a alta demanda proliferativa e migratória/invasiva destas células.

Estudos sobre o mecanismo de controle celular da ação da glutaminase demonstraram que sua isoforma sofre modificações pós-traducionais de acetilação e fosforilação. A próxima etapa do trabalho consiste na investigação do papel dessas modificações na biologia dos tumores, em especial nos processos de transição epitélio-mesênquima (EMT), características de desdiferenciação celular (stemness) e tumorigênese, todos recentemente relacionados ao metabolismo de glutamina. Dados preliminares indicam que fosforilação no resíduo S95 de GLS diminui a atividade de glutaminase e afeta parâmetros celulares dependentes dela. Em outro sentido, estuda-se o mecanismo pelo qual a proteína HuR controla o processo de splicing alternativo do gene GLS, determinando a escolha da isoforma KGA (versus GAC). Hur ligase ao intron 14 do gene GLS, e, assim, coordena a escolha de KGA sobre GAC. Células tumorais com knock down de HuR crescem menos e invadem menos matrix de colágeno. Isso indica que a isoforma é importante para esses processos.

No projeto **“Proteômica aplicada ao Câncer Oral”**, buscaram-se candidatos a marcadores de prognóstico e/ou alvos terapêuticos, assim como elucidar os mecanismos moleculares desses alvos no câncer oral, utilizando abordagens de espectrometria de massas baseada em Proteômica.

Por meio de parceria entre LNBio e Waters, métodos de monitoramento seletivo de reações (SRM) foram desenvolvidos e otimizados. Aproximadamente 200 peptídeos sintéticos presentes na saliva de pacientes com carcinoma epidermóide, com e sem metástase linfonodal, foram monitorados.

Destacam-se três trabalhos desenvolvidos e em fase de publicação. Os artigos relatam a avaliação da abundância diferencial de proteínas em seis áreas do tumor (frente de invasão e interior do tumor – estroma e ilhas neoplásicas grandes e pequenas) por proteômica e por 125 casos imuno-histoquímica, a avaliação por meio de interactoma, ensaios funcionais em células OSCC silenciadas ou não para agrina, modelo ortotópico e a análise de imunohistoquímica em amostras de pacientes com carcinoma epidermóide.

Também cabe destaque, nesse projeto, à otimização da extração e da análise de proteínas em vesículas extracelulares de plasma humano, à otimização de cultura primária de fibroblastos e queratinócitos e vesículas extracelulares obtidos de biópsia de carcinoma epidermóide e à otimização de método de análise proteômica quantitativa utilizando TMT.

Em outra vertente do projeto, a análise do proteoglicano Sindecan-1 demonstrou que a diminuição da expressão gênica do sindecan-1 está associada ao aumento de invasão celular em modelo ortotópico e ao aumento de metástase em pacientes. Esses resultados foram revelados a partir da análise de parceiros moleculares do sindecan-1 clivado e de sua porção adjacente à membrana por interactoma e ensaios celulares de silenciamento simples e/ou duplo de sindecan-1 e folistatina-1, modelo ortotópico e análises em banco de dados públicos.

A pesquisa de **“Triagem, caracterização e otimização de inibidores do proteassomo”**, foca nas etapas de triagem, caracterização da interação do proteassomo com seus inibidores e otimização hit2lead. Para tanto, compreende: produção do alvo e cristais, triagem de inibidores, caracterização bioquímica, obtenção de complexos cristalográficos, estudos de SAR, (bio) síntese de inibidores e análogos.

Para o caso do hit MA9, foram obtidas no primeiro semestre estruturas cristalográficas do proteassomo com o inibidor capturado do extrato bruto, fração enriquecida e com dois isômeros isolados: TMC-95 A e B. Foi realizado ainda o recultivo da bactéria para obtenção de mais massa para o isolamento do composto-alvo, que se encontra em andamento. Em paralelo, investigou-se a biossíntese de LNBec001 por meio da mineração do genoma desta bactéria.

Em maio, foi efetivada uma colaboração do LNBio com o grupo da Prof. Letícia Lotufo da USP. Neste trabalho, foi realizada triagem de extratos acetato de etila de actinobactérias e, já no primeiro lote, identificado extrato contendo inibidores do proteassomo. Análises de MS/MS molecular networking também foram realizadas para triar a m/z ativa. Os resultados iniciais indicam um inibidor peptídico de 2-3 aminoácidos com uma warhead diferenciada, que faz 2 interações covalentes com o proteassomo. A partir de estruturas cristalográficas de complexos proteassomo foram propostas novas estruturas inspiradas em inibidores sintéticos e baseadas em produtos naturais.

A pesquisa **“Mecanismo de regulação de quinases e fosfatases envolvidas em câncer”** busca elucidar as bases moleculares da regulação de vias de sinalização envolvidas em câncer, especialmente no contexto da sinalização por aminoácidos, combinando biologia estrutural e experimentos em cultura de células. A quinase mTOR e a fosfatase PP2A são componentes centrais de vias de sinalização envolvidas em câncer.

No primeiro semestre, foi concluído o refinamento da estrutura do dímero HBXIP-C7orf59, que foi submetida ao PDB em “hold”. A dinâmica do dímero em solução foi analisada por troca de hidrogênio-deutério (HDX/MS). Os experimentos de coimunoprecipitação com C7orf59 em fusão ao epítipo FLAG em cultura de células resultaram na identificação de novo mecanismo de regulação do complexo Ragulator mediado pela quinase PKA. A inibição de PKA em cultura de células promove maior interação de C7orf59 com p18, enquanto a ativação de PKA tem efeito contrário.

Os ensaios de interação e de atividade enzimática utilizando FLAG-PP2Ac e mutantes transfectados em células HEK293 mostraram que as mutações utilizadas afetam tanto o rendimento de expressão quanto a atividade da PP2Ac transfectada. A inibição da expressão de TIPRL reduz a atividade de PP2Ac, enquanto a superexpressão de TIPRL não tem efeito significativo na atividade de PP2Ac, embora aumente a ativação de mTORC1. TIPRL interage com o mutante cataliticamente inativo de PP2Ac, assim como outras proteínas reconhecidamente envolvidas na biogênese da PP2A, o que dá suporte à ideia de que TIPRL participa da biogênese da PP2Ac.

Foi realizado ainda experimento piloto de identificação de parceiros de interação de PP2Ac por imunoprecipitação e espectrometria de massas, comparando PP2Ac WT e uma variante cataliticamente inativa para comparar o perfil de interações.

Destaca-se, por fim, no âmbito da pesquisa sobre câncer, o projeto **“Regulação epigenética em tumores sólidos pediátricos”**, do LNBio. Osteossarcomas compreendem 5% dos tumores em crianças e adolescentes. Trata-se de doença extremamente agressiva, com prognóstico muito pobre. A análise da metilação de DNA de amostras de 28 pacientes (quimioterapia-naive) identificou 3.146 sítios CpGs diferencialmente metilados entre osteossarcomas e osso normal (adjP<0.01 e >10% de diferença nos níveis de metilação), sendo que a maioria desses sítios (63%) apresentou mais metilados nos tumores. Dentre as 95 regiões diferencialmente metiladas (>7 sítios CpG apresentando o mesmo perfil de metilação em uma sequência de 300 bases), identificou-se hipermetilação do promotor de PTEN, cuja baixa expressão foi previamente associada com o crescimento de osteossarcomas. Os trabalhos desenvolvidos resultaram na publicação de um artigo. As próximas etapas incluem a caracterização do perfil mutacional e do transcriptoma desses tumores, com o objetivo de melhor compreender a biologia dos hepatoblastomas.

Biologia Cardiovascular e Doenças Metabólicas

Estudos do desenvolvimento e evolução cardíaca

Na pesquisa **“Derivados de Quinazolininas, Quinazolinonas e de Pirazolopirimidinas na inibição de quinases: Abordagem Sintética, Estudos de RMN, Potencial Terapêutico e Estudos Farmacocinéticos”**, destaca-se em 2017 a preparação de uma série de compostos inéditos, com a utilização de métodos sintéticos já estabelecidos. Após a purificação, os compostos foram caracterizados por Ressonância Magnética Nuclear (RMN) e por análises no HPLC.

A partir dos resultados bioquímicos de inibição da AK por 4-anilinoquinazolininas, foram iniciados estudos por RMN para caracterização da natureza da interação entre os ligantes e a AK murina e humana. Os ensaios de STD para a AK murina foram concluídos e os experimentos para a enzima humana encontram-se em fase final. Além disso, ensaios com a marcação isotópica (^{13}C , ^{15}N e ^2H) da enzima revelaram os sítios de interação com os inibidores comparativamente com os substratos ATP e Adenosina.

Ainda neste projeto, foi desenvolvida e validada nova metodologia bioanalítica (LC/UV e/ou LC/MSMS) para determinação dos níveis das concentrações dos compostos quinazolinínicos em líquidos biológicos.

A pesquisa **“Inibidores para enzimas de tripanossomatídeos”** tem como objetivo identificar inibidores de enzimas essenciais para a sobrevivência de parasitas durante o processo de infecção em humanos. Também busca elucidar a estrutura cristalográfica dos complexos estabelecidos entre os inibidores e as enzimas-alvo. As enzimas estudadas na pesquisa pertencem a protozoários causadores de doenças infecciosas negligenciadas, tais como, doença de Chagas, doença do sono e leishmanioses.

Em 2017, foram iniciados ensaios com compostos fornecidos pela empresa GlaxoSmithKline e pela University of Western Australia para identificação de inibidores da Enzima Málica de *T. cruzi*. Os resultados demonstram que os compostos testados são capazes de eliminar o parasita dentro de células de mamíferos infectadas sem causar nenhum mal a essas células. A caracterização destes compostos como inibidores da Enzima Málica do parasita revela seu provável mecanismo de ação, tornando-os candidatos a novo fármaco para o tratamento da doença de Chagas.

Além dos estudos com a Enzima Málica, outras moléculas inibidoras das enzimas glicose-6-fosfato desidrogenase e glicose-6-fosfato isomerase foram testadas em ensaios celulares para avaliar a eficácia contra *T. cruzi*, *T. brucei* e *Leishmania major*. Os ensaios foram realizados em colaboração com a University of New York.

No âmbito dos **“Estudos SAR e otimização hit2lead por síntese química”**, do LNBio, foram desenvolvidos derivados de esteroides inibidores da G6PDH, enzima essencial à sobrevivência de parasitas, como Tripanossoma, para aperfeiçoar propriedades farmacológicas tais como potência, seletividade, metabolização e toxicidade, através da avaliação dos compostos sintetizados em ensaios enzimáticos e celulares. Esta pesquisa pode contribuir para o desenvolvimento de novos tratamentos para a doença de Chagas.

Em continuidade a resultados anteriores, sete dos onze compostos preparados mantiveram a potência contra e a seletividade para a enzima do parasita em ensaios enzimáticos. Ensaios celulares em parasitas demonstraram que nove dos 11 compostos foram capazes de matar mais de 50% dos parasitas. Porém, alguns desses apresentaram índices de toxicidade celular. Outro composto (mbz027) destacou-se com um perfil de eficácia e segurança (não-toxicidade) idêntico ao do benznidazol, fármaco atualmente em uso para tratamento da doença de Chagas, mas não foi seletivo para a enzima do parasita em ensaios enzimáticos.

Foi dado início, no primeiro semestre, a síntese de novos inibidores seletivos da TcG6PDH baseados em NMN. Esse estudo visa avaliar uma cavidade adjacente ao sítio de ligação do substrato NADP exclusiva à enzima do parasita Tripanossoma, quanto às oportunidades para o desenvolvimento de novos fármacos seletivos para o tratamento de Chagas.

Na pesquisa **“BacWall - Estruturação de Complexos Moleculares da Parede Bacteriana envolvidos na Biossíntese e Virulência”**, dois artigos foram submetidos para publicação na Nature Communications e no Scientific Reports. Os artigos descrevem a estrutura do complexo entre a Penicillin-Binding Protein 2 (PBP2) e MreC, do patógeno humano *Helicobacter pylori* e a arquitetura do complexo formado pela macroglobulina de *Pseudomonas aeruginosa*.

Na pesquisa **“Doenças Arbovirais Negligenciadas”** destaca-se a obtenção de duas importantes certificações: a primeira, da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA); a segunda, do Comitê de Biossegurança (CIBio).

Neurobiologia

Aborda aspectos estruturais e epigenéticos envolvidos no estabelecimento de doenças de neurodesenvolvimento, com ênfase em Deficiência Intelectual (DI) e Transtorno do Espectro Autista (TEA). O pressuposto é que fatores genéticos e ambientais contribuem de forma bastante complexa para a patogênese desses transtornos.

No projeto **“Neurobiologia estrutural – desvendando os mecanismos moleculares de transtornos de neurodesenvolvimento”**, do LNBio, foram produzidas proteínas UBE2A *wild-type* e mutante de forma recombinante para caracterização estrutural. Após resolução da estrutura tridimensional de ambas as proteínas identificaram-se pequenas diferenças estruturais na proteína contendo a mutação do paciente, que causaram impacto no ambiente químico do sítio catalítico desta enzima. Ensaios funcionais confirmaram que a proteína contendo a mutação apresenta inibição na sua atividade enzimática.

Experimentos de RMN, juntamente com ensaios funcionais, permitiram desvendar o mecanismo de inibição causado pela mutação e verificar a existência de reversibilidade no defeito gerado pela mutação, ou seja, por meio da alteração das condições da reação enzimática, a proteína mutada pode se tornar ativa. O resultado representa uma oportunidade para a busca de pequenas moléculas que possibilitem reestabelecer a atividade da proteína mutada em pH fisiológico. É a primeira vez que o problema causado por uma mutação em UBE2A associada a DI pode ser revertido.

Adicionalmente aos estudos estruturais e funcionais realizados com UBE2A, foram realizadas a geração e a caracterização de linhagens celulares estáveis contendo UBE2A *wild-type*/mutante, com a utilização do sistema Flp-In™, para estudos de biologia celular e de interação com parceiros. No primeiro semestre, foram gerados modelos animais contendo a mutação identificada no paciente, através da técnica CRISPR/Cas9, para estudos comportamentais e de biologia celular e dado início à clonagem e purificação de três novos genes alvos deste projeto, MID1, MID2 e DDX3, relacionados a DI ou transtorno do espectro autista (TEA). As proteínas codificadas pelos genes MID1 e MID2 estão em fase de testes de expressão e purificação.

A pesquisa **“Alterações genéticas e epigenéticas em doenças de neurodesenvolvimento”** explora alterações genéticas e epigenéticas utilizando material biológico e sintomatologia de pacientes pediátricos (e suas famílias) com alterações de neurodesenvolvimento (de herança mendeliana ou complexa).

No âmbito dos estudos de herança de característica mendeliana, demonstrou-se que mutações germinativas de KDM5C resultam em desregulação global da metilação de DNA. Estes resultados foram associados ao desenvolvimento de deficiência intelectual em crianças. O KDM5C é um regulador epigenético que remove grupos di- e tri- metil da lisina 4 da histona 3 (H3K4). Portadores da mutação não possuem alterações globais na metilação da H3K4, porém, a função reduzida do KDM5C está intimamente ligada a super regulação de genes-alvo. A comparação entre amostras de sangue de pessoas com a mutação e controles identificaram 399 sítios diferencialmente metilados, dos quais 72% foram hipometilados nos casos de deficiência, indicando que a mutação em KDM5C resulta em hipometilação global. Esta hipometilação provavelmente está associada ao mecanismo pelo qual a mutação de KDM5C resulta na grave deficiência intelectual observada nesses casos.

Em relação às doenças complexas (autismo, esquizofrenia, transtorno obsessivo-compulsivo, etc.) observou-se que meninos apresentam hipometilação global em sangue de cordão umbilical que regula genes relacionados com doenças do tipo DOHaD (Developmental Origins of Health and Disease). Esses resultados foram publicados. Na sequência, amostras de sangue de crianças com autismo foram avaliadas, com uso da mesma metodologia para caracterizar os perfis de metilação de DNA e associar com alterações genéticas que potencialmente aumentam o risco de desenvolvimento da doença. A análise dos dados está em andamento.

Paralelamente, foi realizado estudo de mulheres com fibromialgia do tipo caso-controle. A fibromialgia afeta 1.5% da população e apresenta impacto negativo significativo na qualidade de vida, já que é uma síndrome caracterizada por dor crônica associada com fadiga, sono não restaurador, problemas de concentração e memória, rigidez articular e distúrbios de humor. Sabe-se que a avaliação da metilação em pacientes com fibromialgia pode abrir perspectivas para a compreensão da biologia associada ao desenvolvimento da doença.

Estudo do LNBio demonstrou que os níveis de metilação no sangue periférico alteram-se conjuntamente com as medidas de excitabilidade cortical aferidos por estimulação magnética transcranial. As pacientes analisadas apresentam perfil com tendência à hipometilação, principalmente de genes relacionados com as vias de reparo de DNA, resposta a estresse e eliminação de radicais livres. Esses resultados foram publicados.

Doenças de Plantas

Estudos sobre interação planta-patógeno

Os objetivos do projeto “Interação planta-patógeno”, do LNBio, incluem a elucidação da estrutura e função de proteínas de citros envolvidas na defesa contra bactérias e de proteínas de patógenos envolvidas em adaptação e desenvolvimento de doenças. Além disso, o projeto visa o desenvolvimento de estratégias de controle de doenças em citros.

Destacam-se neste semestre: (i) a resolução da estrutura cristalográfica da proteína MAF1 de *Citrus sinensis*, envolvida no controle do crescimento celular e desenvolvimento dos sintomas do Cancro Cítrico; (ii) a identificação da proteína MAF1 de citros como sendo regulada pelo hormônio auxina e como alvo da quinase TOR; (iii) a identificação da proteína *BigR* dos fitopatógenos *Xylella fastidiosa* e *Agrobacterium tumefaciens* como sensor de gás sulfídrico; e (iv) a identificação de uma dioxigenase de enxofre de *X. fastidiosa* e *A. tumefaciens* que se mostrou essencial para detoxificação do gás sulfídrico e manutenção da respiração aeróbica nas bactérias em condições de hipóxia.

Na pesquisa **“Descoberta e desenvolvimento de compostos antifúngicos para controle da doença vassoura de bruxa do cacauero e outras doenças de origem fúngica”**, o planejamento e a viabilização de rotas sintéticas para a obtenção de uma biblioteca de derivados de N-fenilbenzamidas que, em resultados preliminares, apresentaram inibição da enzima oxidase alternativa (AOX), abre caminho promissor para o combate da doença vassoura-de-bruxa do cacauero.

Por meio da integração de diversos conhecimentos da biologia, novos candidatos a inibidores da AOX foram sintetizados. Os resultados alcançados indicaram que o desenho racional das novas entidades químicas, as N-fenilbenzamidas, foi bem-sucedido, sendo confirmados em ensaios funcionais tanto na levedura *Pichia pastoris* como no fungo filamentoso *Moniliophthora perniciosa*. Por meio da metodologia sintética empregada, foram obtidos 90 derivados de N-fenilbenzamidas com alto grau de pureza e rendimentos que variaram de bons a quantitativos, dos 100 planejados até o momento. A análise dos espectros de RMN forneceu informação estrutural dos compostos sintetizados, bem como determinou sua pureza. De forma geral, esses compostos permitiram comparar a relação entre estrutura e atividade dentro da classe química planejada.

A modelagem estrutural da MpAOX foi utilizada como suporte para o desenvolvimento direcionado de agentes antifúngicos e para a triagem de novas famílias químicas inéditas como inibidores da AOX. A alta correlação entre os dados oriundos da docagem das N-fenilbenzamidas sintetizadas e do ensaio de crescimento de *P. pastoris* indica que o modelo desenvolvido é capaz de prever corretamente as interações entre proteína e ligante. Com isso, uma série de novos candidatos poderão ser avaliados *in silico* quanto ao potencial de inibição dessa enzima.

A MpAOX recombinante foi obtida a partir da otimização do protocolo de expressão e purificação, especialmente em relação ao detergente usado durante cada etapa de purificação. Um ponto essencial para estudos funcionais com a MpAOX é a realização de ensaios enzimáticos *in vitro*. O ubiquinol (substrato da AOX) foi sintetizado com sucesso no LNBio, a partir do análogo disponível comercialmente. A cinética enzimática da MpAOX em relação ao ubiquinol-1, foi caracterizada com sucesso. O Km determinado está dentro da faixa de valores descrita para outras AOX recombinantes purificadas, tais como a de *S. guttatum* (Km = 100 µM) e de *T. brucei* (Km = 338 µM).

A medição do crescimento da levedura *Pichia pastoris* mostrou-se um bom modelo para a caracterização de candidatos a inibidores da AOX. Aqui, foi desenvolvido ensaio miniaturizado que reduz a quantidade (massa total) de droga utilizada e fornece parâmetros quantitativos do efeito biológico exercido pelos compostos sob investigação. Esse ensaio foi útil para comparação e classificação das N-fenilbenzamidas em relação a sua potência e toxicidade, exibindo também boa correlação com simulações computacionais da interação proteína-ligante.

A N-fenilbenzamida 7J-15 demonstrou ação contra *M. perniciosa* *in vitro*. Adicionalmente, a medição direta da atividade da PpAOX e da rMpAOX revelou que a difenilamida 7J-41 inibiu igualmente ambas as enzimas. Todos esses resultados corroboram o uso da *P. pastoris* como um modelo biológico poderoso para a triagem e caracterização de inibidores da AOX voltados ao controle de fitopatógenos fúngicos. Além disso, comprovou-se mais uma vez a relevância da MpAOX como alvo para o controle de *M. perniciosa*.

Fármacos

Concentra esforços institucionais nas áreas de química medicinal, produção de anticorpos monoclonais e identificação de produtos naturais bioativos para o desenvolvimento de fármacos, bem como projetos voltados à identificação de alvos terapêuticos e biomarcadores.

A **TransTar**, que envolve parceria com a Universidade de Nottingham, é uma plataforma transatlântica para descoberta de fármacos baseada em alvos. As etapas do processo DD da TransTar são: descoberta e validação de alvos, desenvolvimento de ensaios (celulares e enzimáticos) e triagem, validação e caracterização dos hits, estudos de SAR, análises DMPK, planejamento racional e otimização hit2lead.

No âmbito do projeto *softdrug*, relacionado a receptores adrenergicos, foram preparados 24 compostos. Outros seis compostos estão em fase de preparação, completando a série planejada. Os 30 compostos finais serão enviados à Universidade de Nottingham para análises.

Engenharia Biológica

Envolve estudos de enzimas e vias metabólicas de interesse em processos biotecnológicos, bem como desenvolvimento de organismos geneticamente modificados e vetores virais com aplicações acadêmicas.

O projeto **“Plataforma Biotecnológica de Produção de Esteróides”**, do LNBio, busca estabelecer todas as etapas da cadeia de produção de esteroides derivados de diosgenina no País. A diosgenina é um fitoesteroide natural, extraído da raiz do barbasco, que serve de composto de partida para produção de diversos medicamentos esteroides, como anti-inflamatórios e hormônios. O Brasil não produz nenhum destes medicamentos, ou seja, depende 100% da importação destes insumos farmacêuticos.

No primeiro semestre de 2017, foram retiradas 60 plantas do plantio experimental para teste de produção de mudas a partir de pedaços do turbérculo e estimativa da taxa de propagação em campo. Até o momento, foram produzidas cerca de 240 novas plantas, o que resulta em taxa de propagação em campo de 4 vezes ao ano.

O alvo da pesquisa **“Engenharia e Desenvolvimento de Vetores para Transferência Gênica”** é o aprimoramento de vetores biológicos utilizados para veiculação de material genético para células-alvo. Os vetores são engenheirados para apresentar maior especificidade por células-alvo e controle desejado para expressão do transgene, efetuando-se modificações em envelopes virais e sequências promotoras.

No semestre, foram desenvolvidos vetores virais para silenciamento do fator de transcrição FoxP3 com o sistema crisper/cas. Esses vetores já foram validados em ensaios de in vitro com linhagens estabelecidas e estão sendo realizados ensaios com cultura de células primárias. Um ensaio em cultura de células para monitorar o efeito de drogas na inibição da citotoxicidade viral mediada por vírus citopáticos (Zika vírus) foi otimizado e, a partir deste resultado, outros compostos elegidos por algoritmos computacionais serão avaliados.

Biologia Computacional

Desenvolvimento e aplicação de ferramentas baseadas em biologia computacional para resolver problemas biológicos.

O principal objetivo da pesquisa **“Predição e análise estrutural de biomacromoléculas”** é a construção de modelos estruturais de alta qualidade de proteínas e seus complexos com outras macromoléculas e também com pequenas moléculas. Neste sentido, são utilizados métodos que envolvem modelagem por homologia e dinâmica molecular.

No primeiro semestre, foi avaliado sítio de coordenação com um íon de cálcio essencial para a atividade da enzima 2-Cys peroxirredoxinas, enzima presente nos parasitas de *Leishmania* e essencial à infectividade de mamíferos. Outras análises permitiram a elucidação do modo de interação entre a Miosina 5a e a proteína centrossomal RPGRIP1L, responsável por controlar a sinalização e localização ciliar das células. Além disso, técnicas de modelagem molecular foram utilizadas no entendimento do mecanismo de fosforilação de MAF1.

Projeto Sirius

Aceleradores

O primeiro semestre de 2017 foi caracterizado pela intensificação das encomendas de produção de sistemas e componentes do Sirius. Os magnetos do Booster já foram todos entregues e os do anel estão sendo fabricados. Diversos modelos de câmaras de vácuo estão sendo produzidos regularmente, muitos deles no próprio LNLS e cerca de 30% dos corpos de BPM já foram entregues.

Grande parte dos pedidos de compra dos itens mais demorados já foi colocada e diversos procedimentos para o início das instalações no segundo semestre estão sendo revistos e ensaiados. O acelerador linear, comprado da China, já está a caminho e sua instalação mantida para outubro deste ano.

Ótica da máquina

Com exceção de pequenas alterações na posição de alguns elementos de diagnóstico de feixe, não houve mudanças na ótica da máquina. O trabalho maior do grupo de Física de Aceleradores (FAC) concentrou-se no desenvolvimento dos aplicativos de alto nível para o Sirius

Os aplicativos de alto nível (HLA) do sistema de controle do Sirius estão organizados em uma estrutura em camadas de diferentes módulos que se comunicam utilizando o protocolo EPICS através de rede ethernet. Este protocolo é um framework de código aberto com várias ferramentas desenvolvidas de forma colaborativa e utilizadas no sistema de controle de vários laboratórios. Na estrutura em camadas há no topo as interfaces gráficas para usuários, desenvolvidas em diversas ferramentas, como CS Studio, PyQt com EpicsQt, etc. Essa camada comunica-se com os Soft-IOCs, programas que fornecem parâmetros derivados dos equipamentos a partir de parâmetros primitivos, fornecidos pelos IOCs, que interagem diretamente com o hardware. Para testar os HLAs sem o hardware disponível, foi desenvolvido um acelerador virtual com interface EPICS que fornece um conjunto de variáveis do sistema de acordo com o modelo dos aceleradores.

Foi iniciado o desenvolvimento dos HLA do sistema de controle do Sirius, utilizando ambiente aberto Linux e linguagem de programação Python para os Soft-IOCs. A Figura 24 mostra algumas interfaces gráficas para usuários em fase de desenvolvimento.



Figura 24: Esquerda: interfaces gráficas de alto nível para operação do Sirius. Direita: interface gráfica para operação do Sirius mostrando janelas de leitura da posição do feixe.

Sistema de vácuo

No final de 2016 foi iniciada a produção de todas as câmaras de vácuo do anel de armazenamento de elétrons do Sirius. A produção está sendo feita pelo grupo de vácuo do LNLS, salvo algumas exceções de processos de fabricação especiais que não estão disponíveis no Laboratório, como, por exemplo, processos de eletro-erosão e usinagens complexas de componentes com grandes quantidades. Componentes comerciais, como bombas iônicas, válvulas e sensores, já foram especificados e os pedidos colocados. Todos deverão chegar até fevereiro de 2018, em data condizente com o início das instalações do sistema de vácuo.

Câmaras retas de trechos multipolares: a produção das 250 câmaras de 13 modelos diferentes está em andamento sendo que 67 já estão prontas, 66 aguardam a deposição de filme NEG, 87 aguardam a solda do tubo de refrigeração e posterior deposição do filme NEG e 30 ainda em processo inicial de soldagem (Figura 25).



Figura 25: Esquerda: Lote de câmaras retas para trechos multipolares prontas aguardando instalação no Sirius. Direita: Lote de câmaras retas para trechos multipolares parcialmente prontas.

Câmaras retas dos trechos retos: a produção das 63 câmaras de 3 modelos diferentes está em andamento, sendo que 40 câmaras para os trechos retos já estão prontas e 23 faltando as etapas de brasagem do tubo de refrigeração e posterior depósito do filme NEG.

Câmaras de dipolo sem saída de luz: a usinagem de todos componentes das 56 câmaras já foi finalizada. Faltam ainda os processos de brasagem dos flanges especiais, soldagem dos componentes, brasagem dos tubos de refrigeração e deposição do filme NEG. Esses processos serão iniciados em agosto de 2017.

Câmaras de dipolo com saída de luz: o projeto dos 3 diferentes modelos de câmaras está em fase final de revisão, sendo que a usinagem dos flanges especiais está em andamento. Os protótipos de validação de projeto deverão ser concluídos até o final de agosto, já que neste momento os processos de eletro erosão de longo alcance, com 400 mm de profundidade, estão sendo otimizados. O início da produção dessas câmaras está agendado para setembro.

Estações de bombeamento/crotch absorbers: os projetos dos 3 diferentes modelos de estações estão prontos e o protótipo final de validação de um dos modelos aprovado (Figura 26 - esquerda). Alguns componentes foram enviados para a eletro erosão e a produção do lote piloto está em andamento. O processo final de deposição NEG das estações terá início em setembro.



Figura 26: Esquerda Protótipo final de um dos modelos de estações de bombeamento/crtoch absorber. Direita: Protótipos finais das estações de bombeamento convencionais.

Estação de bombeamento convencional: a maior parte da usinagem dos componentes está pronta, faltando apenas a usinagem das peças de cobre com ranhuras, que são montadas no interior do corpo das estações (Figura 26 - direita). Os tubos retangulares estão passando por processo de decapagem química para remoção de óxido derivados do processo de tratamento térmico de solubilização. A soldagem dos flanges deverá ser iniciada em julho, para a posterior deposição NEG dos componentes.

RF shielded bellows: o projeto do bellows foi concluído e 3 protótipos construídos (Figura 27). Os protótipos foram aprovados para fabricação e pressão final de vácuo. Está em andamento a usinagem dos 410 conjuntos, dos quais 40, que contemplam o lote piloto, deverão ser entregues até o final de julho. Os bellows já foram adquiridos e estão no LNLS, apenas aguardando a usinagem dos componentes para serem soldados e montados. O início da soldagem e montagem final deverá ser iniciada em meados de agosto.

Câmaras do booster: até o momento foram fabricadas e entregues, pela empresa FCA Brasil, todas as câmaras de dipolo do booster, estações de bombeamento e 40% das câmaras retas para trechos multipolares (Figura 28). A entrega do restante das câmaras retas deverá acontecer em meados de agosto. Desta forma, todas as câmaras para o booster estarão prontas para instalação.

Câmaras das linhas de transporte: Foram prototipados e definidos os processos de fabricação das câmaras dos septa de injeção no anel, câmaras mais complexas das linhas de transporte. O projeto do sistema de vácuo das linhas de transporte está bem encaminhado e a fabricação das primeiras câmaras, programada para o 2º semestre. As câmaras das linhas de transporte também serão fabricadas pela empresa FCA Brasil e serão fabricadas na sequência das câmaras do booster, ou seja, a partir de agosto.

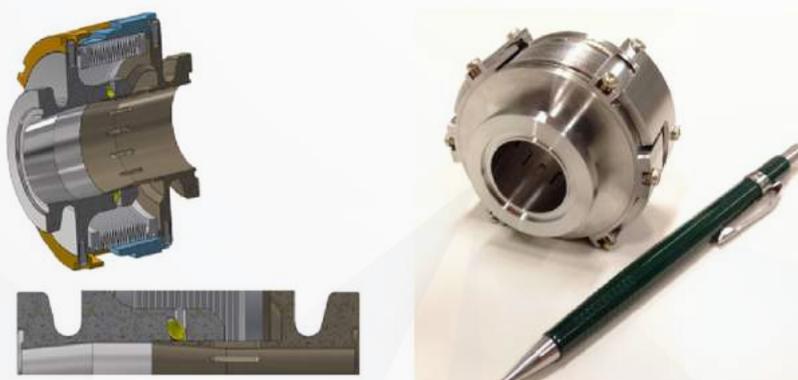


Figura 27: Desenho final do conjunto bellows conceito "telescópico"



Figura 28: Câmaras de dipolo do Booster (acima, à esquerda); estações de bombeamento (acima, à direita).

Soldas especiais

O Grupo de Materiais (MAT), responsável por soldas especiais em diversos componentes do Sirius, participou de quatro grandes projetos no primeiro semestre:

BPM: fabricação e caracterização de BPM, que inclui fabricação de peças e dispositivos, brasagem e ensaios; fabricação e medição dos corpos dos BPM e desenvolvimento e qualificação de fornecedores e de processos de fabricação. Na Figura 29 é mostrada uma panorâmica dos componentes e montagem das peças. Na sequência, são apresentados os números da fabricação deste projeto. No primeiro semestre, foram fabricados 489 botões para os BPM do anel e 40 para os BPM do Booster, adquiridos 60 corpos de BPM do anel de três fornecedores qualificados, e 10 corpos de BPM para o Booster.



Figura 29: Componentes e montagem dos sensores BPM.

Kicker (on-axis e não linear): após revisão do projeto dos kickers, novos desenhos foram elaborados, com projetos de flanges metálicas, dispositivos de brasagem; projeto de tubos cerâmicos com a confecção de matrizes que se encontram em fabricação. Foi realizada também a automação do sistema de evaporação por magnetron sputtering. As 8 câmaras de cerâmica (principais e reservas) já estão em fabricação na empresa Engecer.

Fabricação de câmaras de vácuo: um esforço concentrado do MAT tem sido dedicado na área de produção das câmaras de vácuo para o Sirius. O trabalho envolve projeto de brasagem e dispositivos, fabricação e teste de componentes. São realizadas brasagens em várias etapas, desde alta até baixa temperatura.

Desenvolvimento de componentes brasados para Instrumentação: O MAT tem trabalhado em conjunto com o grupo de Instrumentação para Linhas de Luz (SIL) no desenvolvimento de brasagens e solda por difusão de componentes para monocromadores e outros componentes para as linhas de luz.



Figura 30: Componentes de linhas de luz que usaram processos de brasagem em sua fabricação. Esquerda: monitor de feixe de raios X. Direita: protótipo do absorvedor de fótons.

Magnetos

A fabricação dos magnetos do booster foi finalizada e todos entregues pela empresa WEG. Após aferição no LNLS, foram aceitos. Os magnetos estão condicionados, armazenados e prontos para a instalação no Booster.

Em relação aos magnetos do anel de armazenamento, foram recebidos os protótipos finais dos quadrupolos Q20. Os magnetos foram aprovados e a produção liberada. Cerca de 80% das bobinas das 170 unidades de quadrupolos foram produzidas e iniciada a produção dos polos em julho, com entrega agendada para agosto.

Os últimos protótipos dos quadrupolos Q14 e Q30 foram desenvolvidos e mecanicamente aprovados na WEG. O lote piloto está agendado para agosto. Uma vez aprovado, os magnetos entram em produção na sequência dos Quadrupolos Q20.



Figura 31: Protótipos do Quadrupolo Q30 do anel de armazenamento do Sirius prontos para envio na WEG.

O dipolo central (BC) é o único magneto da óptica do Sirius baseado em magnetos permanentes e sua produção será realizada no LNLS. O modelo foi reformulado e o valor máximo de campo projetado é de 3.2T. O dipolo passa pela última revisão mecânica para compatibilização com o berço de montagem. Todo o material especial dos polos (ferro cobalto) foi adquirido e já se encontra no LNLS. Os mais de 3000 blocos de magnetos permanentes também foram importados e serão entregues em julho.



Figura 32: Primeiro protótipo do BC pronto na bancada de medição magnética.

Magnetos pulsados

Foi desenvolvido, montado e caracterizado o segundo protótipo do septum fino de injeção do anel de armazenamento. Este ímã terá a função de transferir o feixe de elétrons ejetados do Booster para o anel de armazenamento. Foram realizadas as medidas do campo magnético no gap do ímã e campo de fuga na câmara de vácuo do anel.

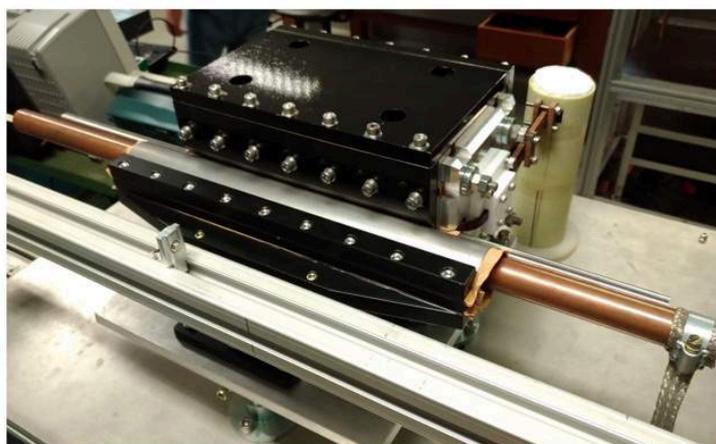


Figura 33: Septum fino de injeção no anel, montado sobre a bancada de caracterização magnética.

Medida do campo magnético no gap: conforme o gráfico abaixo, o campo magnético no gap atingiu a especificação de projeto de 1,2 Tesla e teve um comportamento bastante linear ao longo da evolução da corrente na bobina do ímã. Isso demonstra que o material do núcleo, ferro silício (FeSi), não saturou.

Medida do campo de fuga: para o 2º protótipo, uma melhoria na blindagem magnética foi necessária para diminuir o valor do campo de fuga. Uma caixa de cobre envolve o magneto e uma camisa construída com lâminas de FeSi foi instalada na câmara de vácuo do anel a fim de atenuar o campo de fuga para os valores da especificação. O resultado foi um campo de fuga 10 vezes menor, como pode ser verificado na Figura 34.

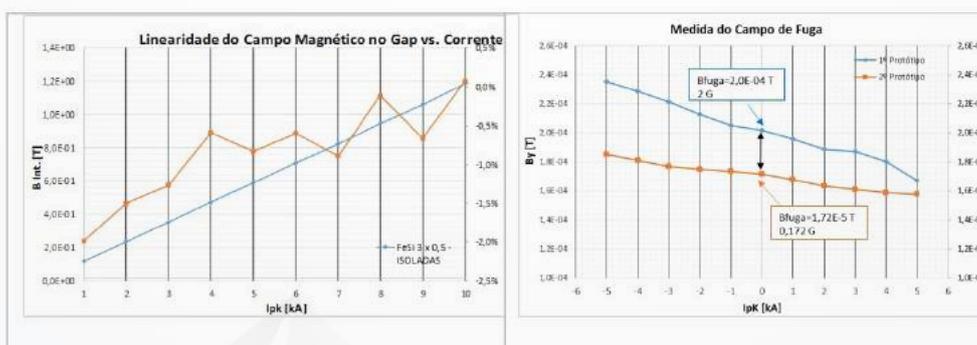


Figura 34: Esquerda: Medida da linearidade do campo magnético versus a corrente de pico. Direita: Medida do campo de fuga na câmara de vácuo do anel de armazenamento.

Sistema de controle

No primeiro semestre, o Grupo de Controle iniciou o desenvolvimento de projetos de *hardware*, aplicou a Engenharia de Produto nos protótipos de *hardware* existentes, criando cabeças de série a serem reproduzidos para o Sirius, especificou e adquiriu equipamentos de conectividade, definiu a topologia de rede a ser utilizada, aperfeiçoou o *software* existente com versão atualizada do módulo de armazenamento ARCHIVER e escreveu novos módulos de *software* na forma de interfaces de hardware e de usuário.

No quesito desenvolvimento de *hardware*, dois projetos principais estão em andamento. Um circuito contador de eventos de múltiplos canais, baseado no barramento SPIxxCON, cuja finalidade será armazenar informações provenientes dos detectores de perda de elétrons, permitindo analisar a órbita do feixe e, futuramente, obter informações sobre a qualidade do vácuo dentro das câmaras. O segundo, baseado na placa de conversores de sinais, servirá de interface para o sistema de correção de órbita rápida. Ambos estão na fase de prototipagem.

Os protótipos criados anteriormente, já apresentados em relatórios anteriores, foram aperfeiçoados gerando os "cabeça de série" a serem reproduzidos para o sistema de controle do Sirius. Três foram definidos determinando a cadeia produtiva e montagem final. A placa de comunicação serial genérica e gerenciamento do barramento SPIxxCON, a placa para monitoração de 8 canais de temperatura e a placa de conversores de sinais de 18 bits (Figura 35). Atualmente, fornecedores estão sendo selecionados para a montagem em volume desses equipamentos.



Figura 35: Da esquerda para direita, cabeças de série das placas Serial, Monitora de temperatura e Conversores.

Em relação à topologia da rede do Sistema de Controle, duas propostas foram definidas e estão em estudo. Baseado nessas propostas alguns equipamentos de conectividade (switches) e gerenciadores, comuns às topologias, foram especificados e comprados. A primeira proposta, conservadora, faz uso de quatro switches de alta capacidade distribuídos ao longo do anel de armazenamento, além de um principal, responsável pela centralização das informações. A segunda, avançada, faz uso massivo de conexões por Fibras Ópticas e apenas dois switches centrais de alta performance.

O Grupo de Controle também atualizou o módulo de software ARCHIVER, responsável pelo arquivamento de parâmetros e utilizado em conjunto com o EPICS. Suas interfaces de gerenciamento e gráfico de exibição de parâmetros, ambos sobre WEB, foram testados e estão operacionais em sua última versão.

Por último, novos módulos de *interface de hardware* (IOC) foram escritos, adicionados aos já existentes e estão na fase de testes. Abaixo (Figura 36), pode-se observar a imagem customizada de interface com usuário para IOC de monitores de vazamento e interface ARCHIVER WEB para IOC de monitores de vácuo.



Figura 36: Teste IOC para monitores de vazamento e para monitores de vácuo.

Sistema de Rádio Frequência

No primeiro semestre de 2017 foram finalizados os testes da torre amplificadora do sistema de radiofrequência do booster. A torre opera em 500 MHz e tem potência nominal de saída de 50 kW, tendo sido testada com carga de 50 Ohm para alta potência refrigerada a água. Ela operou por longos períodos com potência de saída de 53 kW em modo pulsado e com rampas na taxa de operação do booster (2 Hz), e em 42 kW no modo de onda contínua.

Uma vez comissionada, a torre foi utilizada no condicionamento para alta potência da cavidade de RF do booster, que chegou ao LNLS em meados de fevereiro. Trata-se de cavidade de RF de 5-células do modelo PETRA, que no booster deve operar com a tensão nominal máxima de 1.1 MV, o que corresponde a 40 kW de potência. Antes do condicionamento, a cavidade foi colocada em vácuo, chegando à pressão base de 3×10^{-10} mbar em temperatura ambiente. Foram necessárias cerca de 75 horas de operação para condicionar a cavidade até 42 kW em regime contínuo, e 8 horas adicionais para chegar a 52 kW no regime de rampas.

Com relação aos amplificadores do anel de armazenamento, foi finalizado o projeto da nova estrutura e foram realizados testes exaustivos com a nova topologia que utiliza conversores AC/DC para alimentar os módulos amplificadores. O projeto dos circuitos de guias de onda para os sistemas do anel e do booster foram finalizados e os componentes comprados. Os componentes para os sistemas de controle de baixa potência foram todos adquiridos e os circuitos encontram-se em estágio inicial de montagem.



Figura 37: Área de testes com o amplificador de 50 kW à esquerda e a cavidade de RF do booster à direita.

Diagnóstico de feixe

No primeiro semestre foram iniciados os testes com os sistemas de medida de perfil, sintonia e de corrente (ou carga) dos aceleradores. Parte dos testes foi feita usando o acelerador UVX, em turnos especiais de estudos.

Medidas de perfil são muito importantes para monitorar a qualidade da luz síncrotron produzida pelos aceleradores e precisam ser feitas de maneira a identificar variações de décimos de micrometros na seção transversal do feixe. O sistema de monitoramento de carga deve possibilitar medidas sincronizadas com a passagem do feixe pelos aceleradores e linhas de transporte. Já para a medida de sintonia, sinais de RF devem ser medidos com boa resolução e alta velocidade. Todas estas informações devem ser disponibilizadas aos sistema de controle dos aceleradores em poucos milésimos de segundo, de modo a permitir monitorações em situações dinâmicas dos aceleradores,

como rampas de energia ou mudanças de configuração de dispositivos de inserção. Todos os testes conceituais foram bem sucedidos e os sistemas de automação destas medidas estão sendo finalizados.

Em abril foi recebido o lote piloto das placas de FPGA que serão usadas no sistema de medida de posição de feixe do Sirius. Em conjunto, foi produzido pela mesma empresa um lote de 24 placas digitalizadoras de BPM, a FMC250. Um lote piloto do conjunto das eletrônicas de processamento de sinais de RF (modelo RFFE) foi efetuado com a empresa CAD Service, de Campinas, validando e permitindo pequenos ajustes na documentação de projeto. Com isto, as três principais eletrônicas de diagnóstico do projeto Sirius foram validadas e, em julho, entraram em produção final. A Figura 38 mostra as versões finais destas eletrônicas.



Figura 38: Esquerda: Eletrônica de processamento digital de sinais baseada em chip FPGA, em sua versão final. Direita: Eletrônica multicanal de aquisição de sinais de RF, com taxa de amostragem de 250 MSP/s, em sua versão final.

Fontes de corrente

Sistema de regulação digital (DRS) e fontes de baixa potência (FBP): o projeto tanto do DRS como das fontes FBP foi concluído, tendo sido ambos testados e aprovados. A Figura 39 mostra a versão final do DRS enquanto a Figura 40 mostra um bastidor completo das fontes FBP. A empresa WEG foi definida para realizar a produção das placas e fontes. A produção já foi iniciada, com previsão para entrega de um lote piloto em setembro.



Figura 39: Foto das placas do UDC (esquerda) e HRADC (direita) da versão final do DRS.



Figura 40: Fonte FBP com 4 canais que está em produção.

Fontes de alta potência (FAP): os indutores foram substituídos por uma versão refrigerada à água, de forma a diminuir seu aquecimento e também o tamanho deste modelo de fonte. Um módulo deste terceiro protótipo foi testado na condição nominal e aprovado, porém exigiu novos desenhos mecânicos, que estão sendo finalizados.

Fontes ciclantes (FAC): foi construído o terceiro protótipo do módulo deste tipo de fonte. O protótipo atingiu a condição nominal de 550A/250V, tendo sido testado e aprovado. Os desenhos mecânicos estão sendo finalizados para que possa ter início a produção do lote piloto.

Sistema de Intertravamento

O sistema de proteção de máquina e proteção pessoal do Sirius será baseado em CLP da Rockwell. A arquitetura do sistema de intertravamento será baseada em um CLP central e módulos remotos para conexão das entradas espalhados em 20 trechos ao redor da máquina. A conexão entre as centrais será através de uma rede óptica em formato de anel, garantindo redundância de comunicação. O contrato para fornecimento e fabricação dos mais de 25 painéis está em fase de negociação para assinatura. A previsão é receber todos os painéis montados e testados em setembro.

Alinhamento e Monitoramento

No primeiro semestre foi necessário um envolvimento maior da equipe de alinhamento do LNLS com as obras civis do Sirius, principalmente em função da concretagem do piso do acelerador. Foi feita a verificação geométrica de itens críticos para a construção do piso especial, em especial as juntas metálicas (Figura 41, esquerda) e a inspeção de erro de forma e nível das superfícies após a concretagem. Foram implementadas novas poligonais de planimetria e uma rede de altimetria para a obra, contando com a instalação dos pilares centrais (Figura 41, direita). Para monitorar a temperatura durante e depois da concretagem, bem como as deformações do concreto, foram instalados diversos sensores em diferentes profundidades, que permitirão monitoramento contínuo do piso e de algumas paredes do túnel.

Foram também realizados testes com novos equipamentos adquiridos para o processo de alinhamento dos berços, em especial o Laser Hamar e o inclinômetro digital Talyvel 6.



Figura 41: Esquerda: equipe do LNLS participando da verificação do nivelamento das juntas metálicas usadas como referência para o nivelamento do piso do acelerador. Direita: pilar central do prédio do Sirius e três pilares auxiliares (mais baixos), já com as placas de encaixe dos aparelhos instaladas.

Linhas de Luz do Sirius

O primeiro semestre foi marcado pela conclusão parcial ou integral de diversos protótipos que estavam sendo desenvolvidos para os elementos das linhas de luz do Sirius. Em componentes fundamentais e de mais alto custo, como os monocromadores, detectores de área e monocromadores e cabanas, as parcerias com empresas de alta tecnologia no Brasil e no exterior estão sendo concluídas e a discussão para produção destes componentes em maior escala foi iniciada. Estes projetos, em particular, tiveram usinagem e construção, instalação e até comissionamento iniciados ou concluídos.

Também foi concluído o comissionamento do sistema de ar condicionado do prédio de metrologia e dos equipamentos instalados nos laboratórios de metrologia e onde a montagem dos componentes das linhas que irão para o Sirius está sendo feita. Este prédio por si só foi um desenvolvimento de alta tecnologia e está se tornando um dos laboratórios de metrologia óptica e mecânica mais avançados do mundo.

Em resumo, os principais destaques para o primeiro semestre para as linhas de luz do Sirius foram:

- > **PRIMEIROS** resultados de medida de espelhos com equipamentos de metrologia NOM e interferômetro de Fizeau comissionados;
- > **COMISSIONAMENTO** do protótipo do front-end para as linhas de ondulator;
- > **COMISSIONAMENTO** do protótipo da cabana ótica das linhas de ondulator, instalado no UVX;
- > **REPLICAÇÃO** dos sistemas de distribuição de gases de reação para experimentos in-situ no Sirius;
- > **ENTREGA** do primeiro teste de leitura do detector pi-M3GA e usinagem das partes para construção do protótipo;
- > **INÍCIO** do comissionamento do protótipo (TenderMic) do microscópio da linha CARNAÚBA;
- > **COMISSIONAMENTO** do monocromador DCM das linhas EMA e MANACÁ;
- > **CONCLUSÃO** da construção do espelho KB para nano-foco na linha EMA;
- > **CONCLUSÃO** das especificações e compra dos espelhos da ótica secundária das primeiras linhas de luz;
- > **PROJETO** detalhado e início da construção de componentes do espectrômetro da linha IPÊ;
- > **ESPECIFICAÇÃO** e encomenda do monocromador de grade plana da linha IPÊ.

Projetos das linhas de ondulator iniciais

Desde o início do semestre, as equipes da divisão científica fizeram um esforço conjunto para detalhar a ocupação do hall experimental do Sirius e definir detalhes de tamanhos de cabanas e laboratórios de apoio. Este detalhamento foi necessário tanto para adiantar modificações no prédio e suas instalações próximas as linhas de luz como para definir as premissas necessárias para o projeto executivo das cabanas óticas e experimentais que deverão ser instaladas no início de 2018.

A Figura 42 mostra o mapa detalhado de ocupação do hall, incluindo o planejamento dos laboratórios de apoio, que resultou de um esforço conjunto de projeção e reposicionamento de algumas linhas de luz, de forma a otimizar os recursos na fase inicial de implantação do Sirius. O foco deste planejamento e reposicionamento também foi permitir uma operação mais otimizada nos primeiros anos de transição do programa de usuários do UVX para o Sirius. Em particular, as quatro linhas transferidas, SAXS, XAFS, XPD e PGM já foram posicionadas e feitas as previsões de mudanças óticas. Estas linhas ocuparão um setor de entrada do hall, próximas aos laboratórios de apoio que hoje servem o UVX. Desta forma, a operação do programa de usuários, inicialmente com técnicas mais convencionais transferidas do UVX para o Sirius e com maior circulação de pessoas, poderá ser fisicamente separada de linhas mais sensíveis que estarão em fase de comissionamento, como as de alta coerência e nano-foco.

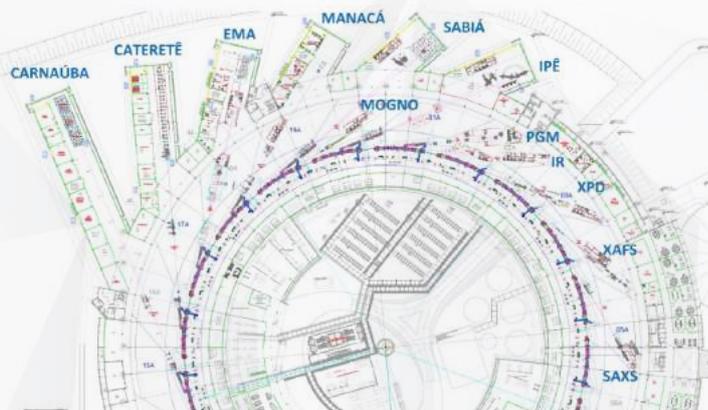


Figura 42: Mapa detalhado de ocupação do hall experimental do Sirius, incluindo o planejamento dos laboratórios de apoio.

Alguns reposicionamentos importantes e de maior impacto:

- > **A linha CATERETÊ** foi transferida para uma linha longa de 120 m para permitir um túnel de SAXS maior, de 30 m;
- > **A linha MANACÁ** foi transferida para um trecho longo, de alto beta, de 100 m, o que permitirá a futura estação de nano-foco e dos laboratórios de cristalização, soaking e screening próximos a estação experimental;
- > **A linha SABIÁ**, também foi reposicionada em um trecho de 100 m, o que permitirá um melhor isolamento da estação de altos campos magnéticos;
- > **A linha IR** foi posicionada com a fonte em um trecho de alto beta.

Além disso, a ocupação das linhas obedeceu a regra de se manter apenas uma estação por "slab" de concreto, de forma a minimizar efeitos de vibração de uma linha para outra, pelo menos nesta fase em que a ocupação do hall ainda é de cerca de ¼ da ocupação final. Estes reposicionamentos foram repassados no início do semestre para as equipes da obra do prédio e todos os encaminhamentos necessários para mudanças na obra foram seguidos.

Infraestrutura e componentes comuns às linhas de ondulador

Protótipo das cabanas óticas: a construção e o comissionamento da cabana protótipo foram concluídos. Todos os sistemas de utilidades mecânicas e elétricas, bem como os sistemas de controle para proteção pessoal e de equipamentos, foram instalados e comissionados. No sistema de intertravamento do UVX, há um sistema único que engloba tanto o EPS quanto PPS.

Ele é baseado numa rede ASI de comunicação (que dificulta o trabalho com variáveis analógicas e possui velocidade de comunicação relativamente baixas) e possui um hardware com capacidade reduzida de processamento e sem certificação, com ferramentas de diagnóstico de falhas extremamente limitadas. Estes fatores impactam diretamente confiabilidade e tempo de resolução de problemas que impedem a utilização das linhas de luz. Os sistemas de automação do Sirius, por outro lado, possuem automações de PPS e EPS separadas, com comunicação ethernet e são baseados em CLPs com alto poder de processamento e versatilidade, certificados para atingir altos níveis de segurança (SIL3 / PL) e com ferramentas avançadas de diagnóstico. Os sistemas de controle possuem interfaces de controle por IHM local e está integrado ao EPICS e Archiver, o que permite monitoramento constante de eventos.

Quanto ao controle ambiental da cabana protótipo, foram atingidos os requisitos estipulados em projeto, principalmente segundo os seguintes aspectos:

- > **TEMPERATURA** ambiente na Cabana: 24 °C (+/- 0.1 °C);
- > **UMIDADE** ambiente na Cabana: 50% UR (+/- 10%UR);
- > **PRESSÃO** Diferencial ambiente na Cabana: Positiva <5 Pa;
- > **CAPACIDADE** de Resfriamento: 7791 kcal/h (~30000 BTUs / 9 kW);
- > **VAZÃO** de Ar: 1570 m³/h - 75m³ - 20 Trocas de Ar por hora.



Figura 43. Fotos do exterior e interior da cabana protótipo instalada no UVX e detalhes da interface do sistema de automação.

O protótipo cumpriu sua função de aprendizado, com uma lista de centenas de observações de lições aprendidas para construção e montagem da versão final. O treinamento das empresas envolvidas para próximas linhas também foi uma função cumprida plenamente.

Front-ends: o protótipo de front-end para as linhas de ondulador foi concluído e comissionado (Figura 44). O sistema atingiu todas as especificações de projeto. A construção e montagem do protótipo gerou algumas modificações de projeto mecânico, com vistas a redução de custo e de tempo de montagem. O vácuo do front-end foi comissionado e no primeiro baking atingiu rapidamente a especificação necessária para sua instalação no anel (Figura 45). Este é um passo crítico, pois o front-end faz a interface também de vácuo entre o acelerador e as linhas de luz. Levando em conta que não foi feito o comissionamento individual para vácuo de cada componente do FE, a taxa de bombeamento e os valores de pressão atingidos foram excelentes.



Figura 44: Front-end completo montado no prédio de metrologia

Além das lições aprendidas na montagem e usinagem de peças de forma otimizada, um dos maiores gargalos de recursos na fabricação dos absorvedores de potência dos front-ends foi vencido com este protótipo, pois eliminou-se a maior parte das necessidades de brasagem, que foi substituída pelo processo de solda por fricção (FWS, Friction Stir Welding) em ligas de CuCrZr. Este método permitirá reduzir o custo dos elementos absorvedores de potência a menos da metade em tempo de fabricação quase 5 vezes menor.

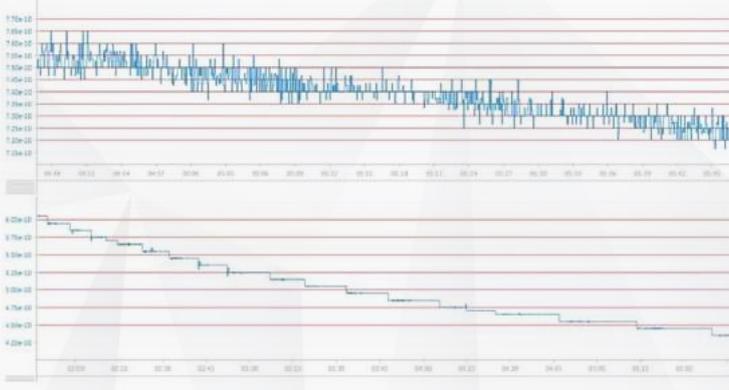


Figura 45 Superior: Vácuo no sensor da estação após o photon shutter: 7.5×10^{-10} mbar. Inferior: Vácuo no sensor da estação de bombeamento fora da blindagem: 4.3×10^{-10} mbar.

Monocromadores

Protótipo do Monocromador de Duplo Cristal (DCM): no primeiro semestre, foi concluída etapa importante da construção do monocromador de duplo cristal desenvolvido com a MI-Partners, com a construção e o comissionamento de todos os componentes do núcleo do sistema de duplo cristal, dentro do cronograma previsto. Comparando com o estado da arte em monocromadores no mundo, até aqui, em condições de operação em loop fechado, o protótipo do Sirius está com menos de 10 nrad rms de estabilidade de paralelismo entre cristais, quando integrado dentro de uma banda de 2.5 kHz de frequência, o que é mais de dez vezes estável e melhor do que o estado da arte, e até melhor que o previsto para esta parte da integração dos sistemas. Resta agora a integração dos componentes do núcleo com os goniômetros principais e a colocação do sistema em vácuo. Estes passos deverão melhorar a estabilidade em alguns aspectos (redução da interferência da refração do ar nos interferômetros a laser) e piorar em outros (aumento das fontes de vibração induzidas no núcleo). Mesmo assim, espera-se ficar dentro dos 10 nrad de estabilidade.

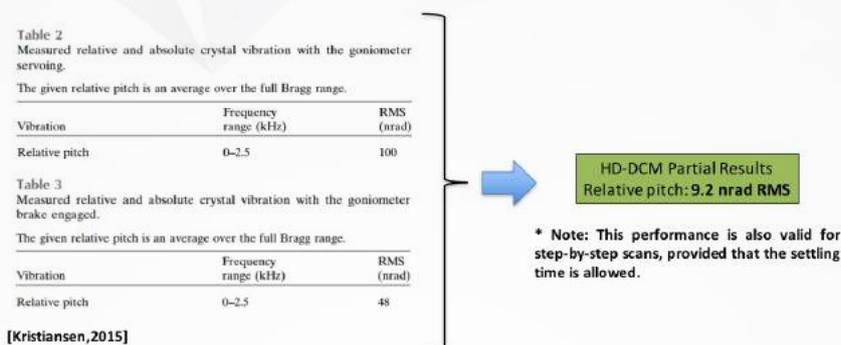


Figura 46. Comparação entre o estado da arte e os resultados obtidos para o DCM até esta fase do projeto.

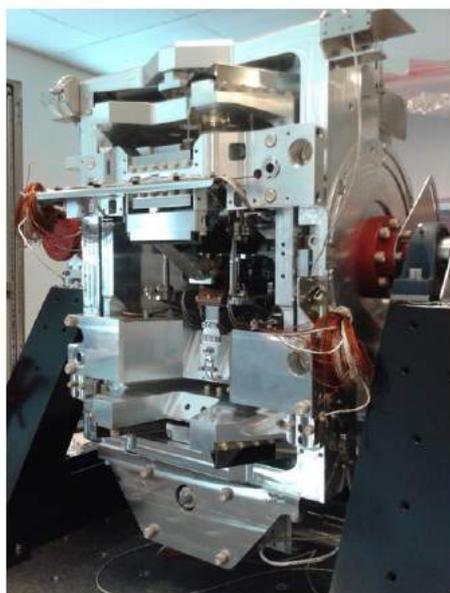


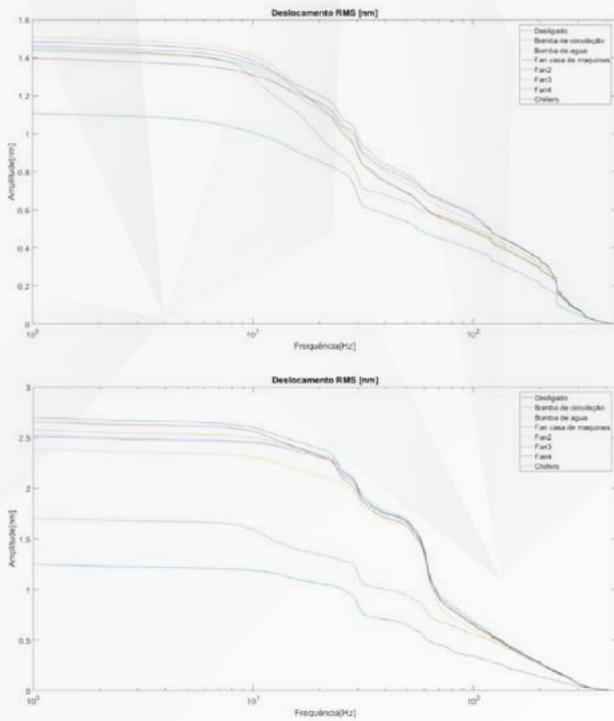
Figura 47. Núcleo do DCM montado e comissionado.

As próximas etapas do projeto são a validação da compatibilidade dos componentes com vácuo, integração do sistema de refrigeração criogênica, integração com os goniômetros e validação do suporte mecânico global. Já foi iniciada a construção de um segundo exemplar de monocromador que será usado na linha MANACÁ.

Desenvolvimento do Protótipo do Monocromador de Quatro Cristais (4CM): O monocromador de quatro cristais está sendo desenvolvido concomitantemente com o DCM. Todas as partes encomendadas estão no LNLS, tendo sido iniciado o processo de caracterização dos sistemas mecânicos e montagens. Houve atrasos no projeto devido à dificuldade de polimento dos cristais e da caracterização dos goniômetros de alta precisão. Estas dificuldades foram vencidas e até o fim do ano deve ocorrer a montagem e o início de comissionamento deste monocromador.

Espelhos e metrologia

Prédio de Metrologia: os laboratórios no prédio de metrologia encontram-se em pleno funcionamento, operando com controle de temperatura, umidade e particulado, conforme a especificação do projeto. Um dado importante levantado no primeiro semestre diz respeito à estabilidade destes laboratórios perante vibrações induzidas pelo sistema de ar condicionado do prédio. Para isso, foram feitas medições do espectro de vibrações dentro dos laboratórios de metrologia ótica (Figura 48 superior, que tem o piso protótipo escolhido para o Sirius e baseado no piso do MAX IV) e nos laboratórios de montagem (Figura 48 inferior, que tem o piso baseado no Diamond).



Como pode ser observado, os elementos do ar condicionado têm uma pequena influência nos deslocamentos induzidos por vibrações externas, sendo que a atenuação provida pelo piso dos laboratórios de metrologia ótica é superior às de montagens e metrologia mecânica. A partir dos dados coletados, conclui-se que ambas as salas (metrologia mecânica e montagem mecânica) são aptas a receber experimentos que exijam baixo nível de vibração. Além disso, as mesas inerciais montadas dentro dessas salas permitem diminuir ainda mais os valores mostrados. Fica evidente a estabilidade garantida pelos dois pisos, no absorvimento de impactos externos e internos, o que gera menos influências negativas em medições que ocorrem nestes ambientes.

Figura 48: Amplitude de vibração integrada em todo o espectro de frequências, para uma sequência de ligamento dos sistemas de chillers e fans que compõem o ar condicionado do prédio. Superior: deslocamentos medidos dentro dos laboratórios de metrologia ótica e mecânica. Inferior: metrologia dentro dos laboratórios de montagem.

Equipamentos da metrologia ótica: um dos principais destaques na área de metrologia ótica foi o comissionamento do sistema de perfilômetro nanométrico (NOM), desenvolvido em colaboração com o laboratório sincrotron BNL nos EUA. Neste sistema, um feixe de laser de 0.7 mm (FWHM) é refletido na superfície do espelho a ser medido e um sistema de ótica combinado com uma CCD de alta resolução deve medir a inclinação local da superfície com 50 nrad de precisão. Juntamente com o sistema ótico, foram desenvolvidos internamente algoritmos para análise destes perfis de reflexão que chegaram à precisão de cerca de 20 nrad. Para o comissionamento do sistema foi usado um espelho plano de 250 mm de comprimento, pré-calibrado, emprestado pelo BNL para este propósito. As primeiras medidas (Figura 49) revelaram que, embora o perfilômetro esteja medindo corretamente a superfície de acordo com a calibração do BNL, existem flutuações de cerca de 500 nrad PV ponto a ponto. As medidas de vibração descritas na sessão anterior excluem, no entanto, a hipótese de que estas flutuações provenham de vibrações mecânicas. Após análise detalhada, concluiu-se que estas flutuações são provenientes de flutuações no índice de refração do ar, causadas pelo fluxo de ar gerado pela troca de volume, necessária para a operação do sistema de ar condicionado. Ao se desligar o fluxo de ar na sala, nota-se que as flutuações desaparecem, embora não seja possível trabalhar nesta condição por instabilidade térmica. Para sanar o problema está sendo construída uma cabana de isolamento, que permitirá reduzir o fluxo de ar no caminho ótico do laser do perfilômetro.

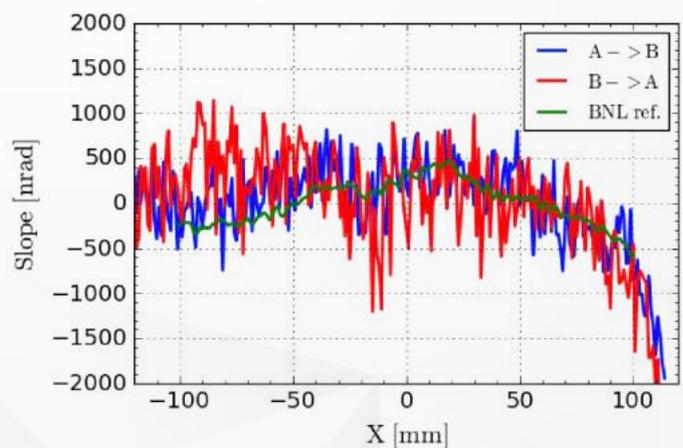


Figura 49. Perfil do espelho de referência comparado com a calibração do BNL, evidenciando flutuações geradas pelo fluxo de ar no caminho ótico do laser do perfilômetro.

Espelhos: no primeiro semestre foram encomendados praticamente todos os espelhos das linhas de luz da primeira fase do Sirius, com exceção de alguns espelhos de nano-focalização, que estão em vias de ser encomendados. Alguns destes espelhos devem chegar ainda este ano e serão aferidos com os equipamentos de metrologia ótica. Estas medições realimentarão as simulações de propagação que permitirão estabelecer critérios de aceitação ou não destas encomendas para as linhas de luz.

Um dos destaques nos espelhos das linhas de luz da primeira fase é a conclusão da construção do sistema KB de nano-focalização com foco variável, para a linha EMA, que se encontra pronto para entrega e comissionamento. As últimas medições de estabilidade e repetitividade dos movimentos foram concluídas (Figura 50) e o sistema será agora instalado para testes mais realistas na linha XDS do UVX, antes de ir para a linha EMA no Sirius.



Figura 50: Sistema KB montado e sendo medido quanto a repetibilidade e estabilidade

Detectores

O principal destaque das atividades do grupo de detectores no LNLS foi o desenvolvimento de detectores baseados no Medipix 3RX, descritos a seguir:

Detector de 1 chip (256x256 pixels): os detectores baseados em um módulo do Medipix 3RX estão sendo utilizados nas linhas de luz para diversos experimentos. Em particular, estão sendo preparadas ferramentas de análises de grandes volumes de dados para imagens hiperespectrais. Este foi um dos destaques no desenvolvimento e comissionamento deste detector, que envolveu as equipes das linhas XAFS e do grupo de detectores. A imagem apresentada na Figura 51 trata de uma radiografia com resolução de energia que equivale a um espectro de XANES por pixel do detector.

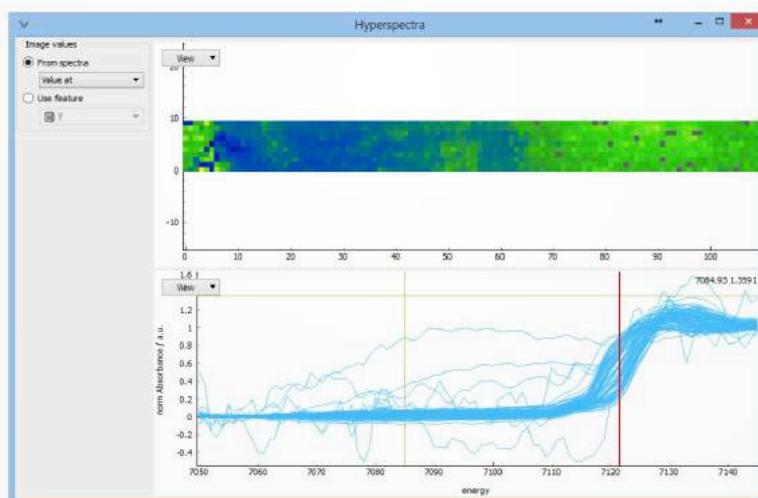


Figura 51: Medidas de XANES (amostra de Fe²⁺ e Fe³⁺ misturados) com MEDPIX e tratamento de dados via ORANGE Cada espectro vem de 1 pixel, resolução de aproximadamente 50 μ m Região verde é Fe³⁺, região azul é Fe²⁺

Detector de 12 chips (512x1536 pixels): a montagem do sistema de refrigeração e montagem mecânica desta versão do detector foi concluída, aguardando a conclusão da parte eletrônica que será derivada do projeto com a BrPhotonics. A mecânica de montagem e refrigeração entregues pela empresa Equatorial, no âmbito do financiamento da FAPESP para desafios do Sirius, foi satisfatória e permitirá o funcionamento do sistema. O detector de 12 chips estará funcional até o final do ano.

π -M3GA: Detector de 48 (=6x8) chips (2048x1536 pixels = 3.14 M pixel): houve a primeira entrega do projeto do detector π -M3GA, em parceria com a empresa BrPhotonics, que consistiu em uma demonstração de leitura paralela de chips do Medipix 3RX realizada neste semestre. Além disso, houve uma mudança do fator de forma do conjunto de detectores, para uma área de 12x12 chips, equivalente a uma matriz de 1536 x 1536 pixels. Esta mudança visava tanto o aproveitamento mais eficiente da produção dos sensores como a simplificação da transição para detectores de 24x24 chips que serão utilizados nas linhas CATERETÊ e MANACA.

As partes necessárias para a integração mecânica da matriz de 12x12 chips já foram fabricadas (Figura 52), assim como a medipix board que coleta sinais de duas linhas de 12 sensores.

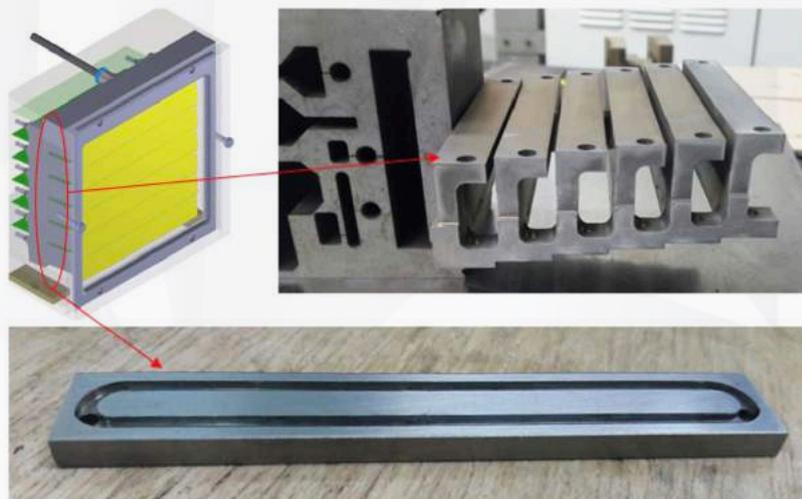


Figura 52: Medidas de XANES (amostra de Fe²⁺ e Fe³⁺ misturados) com MEDPIX e tratamento de dados via ORANGE. Cada espectro vem de 1 pixel, resolução de aproximadamente 50 µm. Região verde é Fe³⁺, região azul é Fe²⁺.

Obras Civis

No final do primeiro semestre, a obra atingiu um andamento físico de 57%. Neste período, as principais atividades realizadas foram:

Execução parcial do piso especial: foram concluídas a escavação, implantação de estacas e capitéis. Foram praticamente concluídas a modificação do solo (misto, cimento e BGTC) e a aplicação de geogrelha. A única área pendente é a utilizada para acesso de caminhões ao piso. Foi concluído o protótipo do piso especial em tamanho real e ocorreu a execução do protótipo da blindagem. A concretagem de sete placas do piso especial foi concluída assim como a concretagem do piso do LINAC.

Atividades de elétrica: houve avanço na instalação de eletrocalhas (98% anel externo, 50% do anel interno) e na instalação de barramentos blindados. Também ocorreu a instalação de SPDA (piso especial e prédio). O projeto da subestação foi concluído e submetido a CPFL. A fabricação dos equipamentos da subestação está em andamento e a terraplanagem. Foram executadas as infraestruturas (Kanaflex e caixas de passagem) para média tensão e a instalação dos perfilados para iluminação nos escritórios.

Atividades de hidráulica: o reservatório de água elevado foi concluído. Houve avanços na instalação de suportes de tubulações hidráulicas, de água doméstica e de tubulação em PAD para drenagem de águas pluviais e tubulações para esgoto. Foram concluídos os tanques de retardo de água pluviais.

Atividades de ar condicionado: houve avanços na instalação dos dutos de ar condicionado, da tubulação de água gelada e no sistema de amortecimento para tubulações. Foi iniciada a instalação dos fancoletes e a fabricação dos tanques de termoacumulação.

Atividades de cobertura: foi concluída a instalação da primeira camada de telha na edificação principal e área de engenharia. No prédio principal, houve a instalação parcial de clips, cartolas (90%) e base das calhas do anel interno. Atividades da estrutura metálica: foi concluída a instalação da estrutura metálica da área de engenharia e da cobertura da sala de geradores. Houve avanço na instalação da estrutura metálica das linhas longas e foi iniciada a instalação da estrutura metálica para calha e brises (linha F). A fabricação de pipe racks internos e externos foi concluída e os pipe racks internos estão sendo instalados.

Outras atividades a destacar foram: a encomenda e o início da fabricação dos elevadores, conclusão da superestrutura de todas as linhas longas, conclusão da alvenaria de vedação da edificação principal (fechamento externo), início da pavimentação externa (guias e sarjetas), entrega dos batentes na obra, avanço na impermeabilização (tanques de retardo e baldrames) e na recuperação de concreto e pintura de alvenaria.

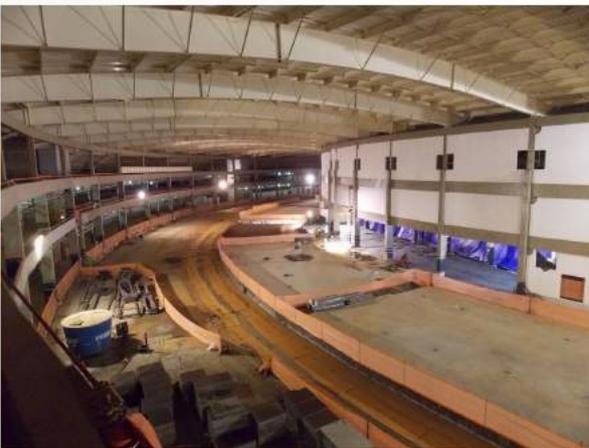


Figura 53: Acompanhamento fotográfico das obras civis do Sirius



4. Apoio à geração de inovação

Apoio à geração de inovação

Materiais

Processos de soldagem | Tintas condutivas

*Petrobrás | Mahle Metal Leve | FMC Technologies | Embraer
Votorantim Metais | Ticon*

O projeto **“Materiais usados para transporte e armazenamento de gás carbônico em estado supercrítico”**, é realizado em parceria entre LNNano, Universidade Federal do Ceará e Petrobras. Materiais de alto desempenho são cada vez mais importantes na fabricação de componentes na exploração e produção de petróleo em áreas profundas do oceano, especialmente nos campos do pré-sal, onde as condições mecânicas e químicas são bastante severas. Neste projeto, estuda-se a soldabilidade de materiais utilizados no transporte de CO₂ através dos processos de soldagem a arco e por atrito com pino não consumível (FSW).

Foram concluídas as atividades de soldagem a arco, soldagem por atrito com pino não consumível, simulação física e simulação computacional dos ciclos térmicos da soldagem e realizada a caracterização microestrutural dos materiais soldados e simulados fisicamente. Com relação às propriedades mecânicas, o ensaio de tenacidade à fratura de um dos materiais apresentou comportamento acima do nível crítico especificado para tubulações utilizadas no transporte de CO₂. Ensaios de corrosão foram parcialmente concluídos.

O projeto de **“Desenvolvimento de cilindro híbrido para atendimento de demanda de elevada resistência à corrosão de motores diesel”**, do LNNano, é realizado em cooperação com a empresa Mahle Metal Leve e conta com apoio do BNDES. O foco é o desenvolvimento de tecnologia para a produção de cilindros de motores veiculares terrestres que permitam atender às novas normas e aos protocolos internacionais de emissão de poluentes adotados pelas principais montadoras. Isso requer componentes mais complexos, que suportem condições severas de operação, devido às modificações no ciclo de combustão.

A partir dos resultados obtidos no ano anterior, em que foi possível realizar a soldagem dissimilar de maior interesse científico e comercial definida no projeto, reestruturou-se o projeto para a realização de testes em protótipos.

O projeto **“União de materiais para fabricação de equipamentos sub-sea”**, é realizado em cooperação entre o LNNano e a empresa FMC Technologies. Trata-se de estudo exploratório da utilização de SAPNC (FSW) para união de materiais utilizados na produção de equipamentos sub-sea. O projeto tem potencial de redução de custos de fabricação, peso dos equipamentos e tempo de produção. Para isso, é preciso aprimorar os parâmetros de soldagem, avaliar o comportamento químico e mecânico das juntas soldadas e desenvolver metodologias para detecção de defeitos. Os resultados obtidos no projeto estimularam o interesse do parceiro industrial na aplicação da tecnologia em diversos produtos fabricados por processos tradicionais.

O projeto do LNNano **“Soldagem por atrito com pino não consumível (FSW) - consolidação do processo visando aplicação em campo”**, é desenvolvido em parceria com a Petrobras. O projeto trata de pontos essenciais para a aplicação em campo do processo de soldagem por atrito com pino não consumível (FSW), como estudos de discontinuidades, ferramentas de soldagem, normatização e certificação, custos e susceptibilidade ao hidrogênio. No início de 2017, a equipe de projeto participou de atividades da American Welding Society para preparação de norma internacional sobre o processo FSW e avançou no estudo de discontinuidades com ênfase em ensaios não destrutivos para detecção de defeitos.

O **“Consórcio de P&D em processamento por atrito”**, do qual faz parte o LNNano, integra empresas, institutos de pesquisa e universidades para o desenvolvimento de tecnologias de processamento por atrito em fase pré-competitiva. Os resultados são compartilhados entre os membros do consórcio, que envolve: Embraer, Votorantim Metais, FCA Unicamp, IPT e UEPG.

Os dois projetos em execução no âmbito dessa iniciativa encaminham-se para sua fase final, apresentando resultados bastante satisfatórios. Em maio foi realizado evento para divulgar o Consórcio para possíveis novos parceiros das empresas, ICT e agências de fomento.

O projeto **“Tintas condutivas para impressão a jato de tinta”**, parceria entre o LNNano e a empresa TICON, com apoio de SIBRATEC e Finep, prevê o desenvolvimento da tecnologia de fabricação de tintas condutivas adequadas à impressão a jato de tinta. Isso permitirá a entrada da empresa em novos mercados, fornecendo produtos inovadores para uso em substratos flexíveis, com diversas possibilidades de aplicação. Foram produzidas nanopartículas de prata com diferentes agentes protetores de superfície, hidrofóbicos e hidrofílicos (Figura 54). Na próxima etapa, as partículas produzidas devem ser utilizadas para formular tintas para impressão, além de produzir partículas bimetálicas de prata/cobre para serem aplicadas alternativamente na formulação das tintas. A pesquisa também fez uso das instalações do Laboratório de Microscopia Eletrônica.

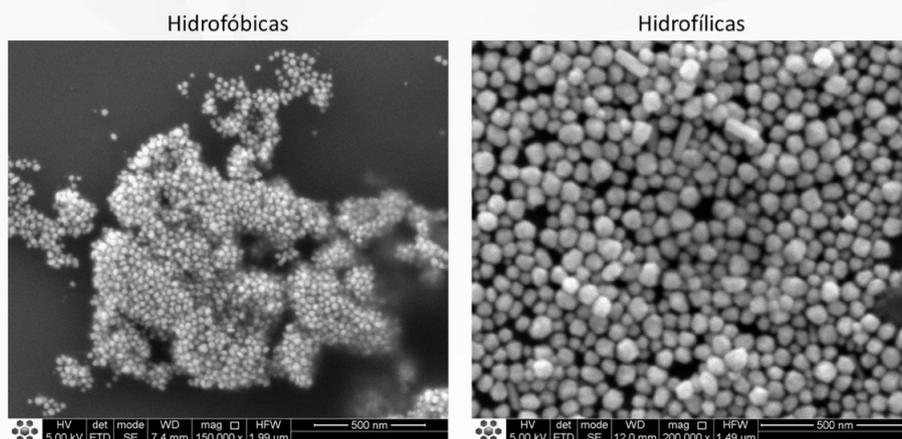


Figura 54. Imagens de elétrons secundários, obtidas no microscópio de varredura de elétrons, (SE-SEM) de nanopartículas de prata com superfície hidrofóbica e hidrofílica.

Sensores e Dispositivos

Sensores eletroquímicos | Dispositivos microfluídicos | Sensores de vibração e deformação

Petrobrás | CompLine | Nova Analítica

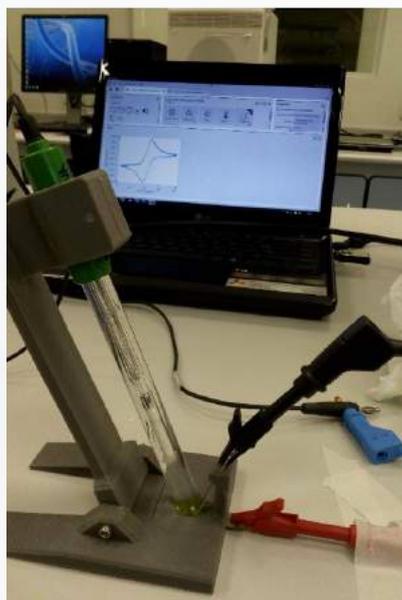


Figura 55. Montagem experimental para avaliação dos sensores.

O projeto **“Sensor de atividade de água baseado em ondas acústicas superficiais com elemento sensível feito com nanofilme de óxido de grafeno”** é realizado pelo LNNano em cooperação com a empresa CompLine, e apoio de Sibratec e Finep. Trata-se do desenvolvimento de um sensor de atividades de água baseado em filme fino de óxido de grafeno depositado sobre uma estrutura microfabricada. Espera-se obter uma rota de síntese de óxido de grafeno e desenvolver um processo em que este seja incorporado sobre as estruturas microfabricadas. No período, foi desenvolvida a primeira rota de síntese do oxido de grafeno, depositado em estruturas microfabricadas. Os primeiros ensaios de performance foram executados pela empresa parceira.

O projeto **“Desenvolvimento de dispositivos para a avaliação e controle da qualidade da água”**, do LNNano é realizado em cooperação com IBPM-Fiocruz, e também conta com apoio financeiro de Sibratec e Finep. O objetivo é desenvolver sensores eletroquímicos baseados em papel para a detecção de uma toxina de alga chamada microcistina LR. Esta toxina tem sido considerada um dos principais contaminantes relacionados a poluição em centros urbanos.

Busca-se desenvolver uma plataforma de detecção de baixo custo para monitoramento da microcistina LR. No período, foi desenvolvido sensor em papel e iniciou-se etapa de funcionalização para detecção da microcistina LR. Foi iniciada a transferência de tecnologia para o IBPM-Fiocruz através da adoção de protocolos de avaliação e sistema de posicionamento e avaliação de amostras idênticas (Figura 55).

O projeto **“Dispositivos eletroquímicos microfluídicos para determinação de insumos químicos empregados na indústria do petróleo”** é outra parceria LNano-Petrobras, e tem por objetivo o desenvolvimento de métodos eletroanalíticos instrumentais em dispositivos microfluídicos para análises preliminares (screening analyses) e semiquantitativas de insumos químicos diversos usados na indústria do petróleo, incluindo inibidores de corrosão e incrustação, sequestrantes de H₂S e O₂ e biocidas. As plataformas consistem de línguas eletrônicas elétricas ou eletroquímicas em microfluídica.

A classificação dos insumos petroquímicos puros foi satisfatoriamente alcançada pelo uso do dispositivo microfluídico empregando língua eletrônica contendo, como unidades sensíveis, microfios revestidos com filmes finos não modificados (ouro, platina, níquel, ferro e óxido de alumínio) em curto-circuito. Nessa classificação, utilizou-se como método de detecção a espectroscopia de impedância elétrica, que apresenta vantagens em relação aos métodos voltamétricos, tais como o não uso de eletrodos de referência e aplicação direta a espécies não eletroativas e não eletrolíticas. A análise de componentes principais (PCA) foi empregada para tratamento estatístico multivariado dos dados obtidos. O sinal obtido correspondeu à admitância real equivalente de uma associação de resistores ou capacitores em paralelo. Dados preliminares mostraram que a configuração de capacitores apresenta maior sensibilidade e capacidade de classificação dos insumos petroquímicos. Assim, espera-se discriminar de maneira mais eficiente os insumos petroquímicos mesmo quando presentes na mesma amostra em concentrações desconhecidas.

Em cooperação com CENPES/Petrobras, o LNano desenvolve o projeto **“Métodos de separação e extração em microfluídica para amostras de petróleo”**. O dispositivo microfluídico impresso 3D, que incorpora o método de extração em fase sólida (SPE), foi aplicado com sucesso no processamento de quantidades traço de petróleo. Fatores como intumescimento por solvente e contaminação da amostra, que limitavam o uso de microchips (com exceção dos substratos de vidro e silício) no processamento de amostras petroquímicas, foram efetivamente solucionados utilizando o dispositivo μ SPE. Técnicas de análise molecular de alta resolução, tais como cromatografia gasosa bidimensional abrangente (GC \times GC), ressonância magnética nuclear (RMN) e espectrometria de massas de ressonância ciclônica de íons por Transformada de Fourier (FT-ICR MS), descartaram a possibilidade de deterioração da amostra após processamento no dispositivo. O microsistema desenvolvido foi pioneiro no (i) desenvolvimento de plataformas microfluídicas por impressão 3D, que suportam as drásticas condições experimentais requeridas para o fracionamento de petróleo; e (ii) na aplicação de microchips para processamento de quantidades traço de petróleo bruto²³.

Está em fase de desenvolvimento a utilização de um dispositivo *Lab-on-CD* para a separação de fases em amostras de petróleo, baseado em centrifugação – método padrão utilizado para isolamento de asfaltenos. Tal dispositivo é produzido por impressão 3D e está representado na Figura 56.

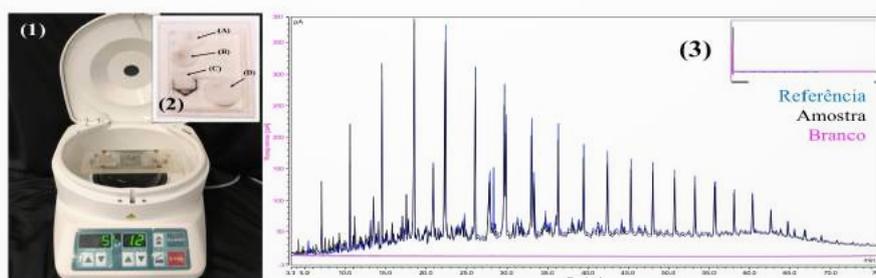


Figura 56. O setup utilizado para separação de fases utilizando um dispositivo *lab-on-CD* está apresentado em (1). Em (2), detalhes do dispositivo *lab-on-CD*, que contém um reservatório para aplicação do solvente orgânico (A), aplicação da amostra de petróleo (B), um compartimento no qual a fração insolúvel fica retida (C), enquanto a fração solúvel é arrastada para outro compartimento (D). Os resultados obtidos por GC \times GC estão apresentados em (3), mostrando a ausência de alterações significativas no perfil de hidrocarbonetos.

²³ Os resultados obtidos nessa etapa foram publicados no periódico *Analytical Chemistry*. Kataoka, E. M.; Murer, R. C.; Santos, J. M.; Carvalho, R. M. de; Eberlin, M. N.; Augusto, F.; Poppi, R. J.; Gobbi, A. L.; Hantao, L. W. *Anal. Chem.* 2017, 89 (6), 3460–3467.

Outro projeto do LNNano, “**Desenvolvimento de interfaces microfluídicas para cromatografia gasosa bidimensional abrangente**”, envolve cooperação com a empresa Nova Analítica. Sua finalidade é desenvolver novo módulo para cromatografia gasosa multidimensional, permitindo análises químicas de compostos orgânicos voláteis e semivoláteis em caráter qualitativo e quantitativo. Combina-se pela primeira vez as duas principais funcionalidades da cromatografia gasosa em um único módulo: frações parciais (*heart-cut*) e abrangente (*comprehensive*). No modo de frações parciais, o controle pneumático ultra-rápido da inversora de Deans permite a realização de cortes da ordem de milissegundos, com mínima geração de artefatos no sinal analítico. Já no modo abrangente, implementa-se a GC×GC prescindindo de requisitos como uso de fluídos criogênicos e sistemas customizados de aquecimento. Tal módulo, *Peak Hunter*, é aplicável, a princípio, a qualquer cromatógrafo a gás, desde que seu sistema de transdução e controle pneumático sejam compatíveis com a largura do sinal analítico gerado²⁴.



Figura 57. Módulo Peak Hunter para cromatografia bidimensional abrangente.

O projeto “**Sistema de Monitorização de Vibração e Deformação de Trechos de Vão Livre em Linhas Submarinas**”, outra cooperação entre LNNano e Petrobras, iniciado em janeiro, tem o objetivo de desenvolver um sistema com sensores capazes de monitorar a vibração e a deformação dos dutos submarinos (*flowline*). O primeiro semestre foi dedicado a aquisições de equipamentos e dispositivos necessários ao desenvolvimento do projeto, bem como a pesquisas bibliográficas acerca dos sensores de vibração, dos sensores de deformação e de modelos mecânicos de acoplamentos em dutos, com definição do *Road map*.

Nanobiotecnologia e Nanotoxicologia

Ecotoxicologia | Óxido de grafeno

Embrapa Meio Ambiente

O projeto “**Avaliação nanoecotoxicológica do óxido de grafeno**”, do LNNano, é desenvolvido em cooperação com EMBRAPA Meio Ambiente e conta com apoio da FAPESP. O objetivo é avaliar os efeitos ecotoxicológicos do óxido de grafeno (GO) na presença e ausência de ácido húmico, através de bioensaios com diferentes organismos indicadores do meio aquático.

Foi verificado que o ácido húmico estabiliza dispersões do óxido de grafeno em meio aquoso, e reduz a ecotoxicidade deste nanomaterial após exposição a diferentes organismos aquáticos. Contudo, foi demonstrado que o óxido de grafeno apresenta baixa toxicidade sobre organismos aquáticos. Durante o desenvolvimento deste projeto, possível calcular o *Predictive No Effect Concentration* (PNEC) para o material GO em ambiente aquático, sendo estimado em 20 µg/L (na ausência de ácido húmico) e de 5 µg/L (na presença de ácido húmico). Estes resultados são importantes para futuros estudos de avaliação de risco ambiental para nanomateriais de carbono.

²⁴ O pedido de propriedade intelectual deste desenvolvimento foi registrado junto ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (registro BR 60 2017 000002-5 e BR 51 2017 000683-0).

Bioenergia | Etanol Celulósico

UNICA | Grupo Zilor | Usina Santa Isabel | Usina Alta Mogiana | Pedra Agroindustrial | Usina Granelli | Cerradinho Bioenergia | Grupo São Martinho | Usina Ester | Agrícola BPZ | Global Environment Facility | Usinas Santa Isabel | Usina Alto Mogiana | Usina Granelli | Usina São Luís | Dow | DSM | Mahle Metal Leve

O projeto **Sugarcane Renewable Electricity** (SUCRE), conduzido pelo CTBE, com financiamento do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), visa catalisar o estabelecimento de um mercado de energia elétrica, baseado na coleta e no 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. Os resultados são avaliados de forma integrada, buscando soluções econômica e ambientalmente viáveis para a produção de energia elétrica nas usinas. A integração agrícola e industrial, nesse sentido, é essencial. Grandes parcerias permitem a realização dos trabalhos, a citar: UNICA, UNICAMP, Grupo Zilor, Usina Santa Isabel, Usina Alta Mogiana, Pedra Agroindustrial, Usina Granelli, Cerradinho Bioenergia, Grupo São Martinho, Usina Ester, Agrícola BPZ, Global Environment Facility (GEF).

Durante o primeiro semestre, o projeto Sucre apresentou uma série de avanços na coleta de informações de ensaios de campo e indústria, além da elaboração, em parceria com a UNICA e a empresa Excelência Energética, de uma cartilha para orientação sobre marco regulatório e regras para a comercialização de energia elétrica²⁵. Dentre as atividades de campo, destacam-se a realização de ensaios de enfardamento na Usina Ferrari; ensaios de colheita integral na Agropecuária AGRO4S; e ensaio com equipamento de produção de forragem, na Usina Quatá, voltados à avaliação de rota alternativa para o recolhimento de palha do campo. Ainda, foram realizadas colheitas e reinstalações de onze áreas experimentais, onde são testados os impactos de remoção de diferentes quantidades de palha. Resultados preliminares das etapas de campo indicam significativas perdas de solo por erosão e evidenciam o papel da palha na proteção do solo contra processos erosivos, em áreas de solos arenosos.

Na parte industrial, uma série de avaliações em sistemas de limpeza a seco foi realizada nas Usinas Santa Isabel, Alto Mogiana, Granelli e São Luis de Ourinhos. Avalia-se a eficiência dos equipamentos em retirar a palha da carga de colmos direcionada para a moagem. Destaca-se ainda o acompanhamento da queima exclusiva (sem mistura com bagaço) de palha de cana-de-açúcar em caldeira de leiteo fluidizado, na Usina Caeté, em Alagoas. Os impactos da queima exclusiva de palha nessas caldeiras estão sendo mensurados e devem nortear as estratégias das usinas no uso da palha, no desempenho e na manutenção das caldeiras.

No que tange à modelagem econômica e ambiental, foram coletadas informações e refinados os cálculos quanto aos custos de recolhimento de palha em três usinas do projeto – Alto Mogiana, Pedra e Quatá, – conjunto este denominado Batch 1. Outros dados ainda serão coletados para esse conjunto a fim de aprimorar a simulação do setor de cogeração e averiguar se há operação durante a entressafra. Foram construídas versões preliminares das simulações sem palha para estas usinas. Iniciou-se também o planejamento de uma ferramenta amigável para apreciação econômica e ambiental do uso da palha por parte das usinas.

Ainda nesse contexto, foi desenvolvida, pelo CTBE, metodologia de mapeamento (por imagem de satélite) semiautomática que monitora as áreas de produção de cana-de-açúcar visando estimar a quantidade de palha presente no campo ao longo da safra agrícola. A metodologia, que permite ainda monitoramento das áreas de produção e avaliação das áreas de expansão, foi criada a partir do algoritmo de classificação de imagens *Random Forest*, e teve sua calibração realizada na usina Quatá com aplicação posterior nas áreas das demais usinas do Batch 1 (Pedra e Alta Mogiana).

O projeto de **desenvolvimento de rota tecnológica para produção de etanol celulósico utilizando resíduos de cana-de-açúcar** (bagaço palha), iniciado pelo CTBE em 2013, no âmbito do PAISS (BNDES/FINEP), em parceria com DOW (que tem uma planta de etanol 1G na cidade de Santa Vitoria, em MG) e DSM (fornecedora de coquetéis enzimáticos para realização de hidrólise enzimática e leveduras geneticamente modificadas capazes de consumir açúcares celulósicos), será encerrado em dezembro de 2017. O projeto compreendeu uma primeira fase realizada em escala de laboratório (incluindo as etapas de pre-tratamento, hidrólise enzimática e fermentação de açúcares

²⁵ Cartilha da Bioeletricidade. Superando as Barreiras Regulatórias para Comercialização de Eletricidade pelas Usinas do Setor Sucroenergético, 2017. <http://ctbe.cnpe.br/cartilha-da-bioeletricidade>

C5 e C6) seguido de escalonamento dessas etapas na Planta Piloto do CTBE. No primeiro semestre, foram compilados resultados globais de balanços de massa e energia compreendendo as etapas de pré-tratamento, hidrólise enzimática e fermentação alcoólica para o processo 2G integrado ao processo 1G e finalização do projeto conceitual (realizado e utilizando as informações do próprio CTBE). A unidade 1G2G representa a implantação de uma usina 2G, de acordo com os resultados do projeto, integrada à planta de etanol 1G da Dow em Santa Vitoria, Minas Gerais.

O CTBE iniciou este ano projeto em parceria com a Mahle Metal Leve para analisar os efeitos da tecnologia de fermentação alcoólica desenvolvida pela empresa, com foco em aumento do rendimento fermentativo. O objetivo é comprovar a funcionalidade do processo fermentativo, em testes de fermentação alcoólica, visando maximizar o uso do etanol como combustível automotivo.

Outro importante trabalho do CTBE, realizado para uma empresa do setor automobilístico, **foi a avaliação técnico-econômica da produção de etanol de segunda geração (2G)**, integrada ao processo de primeira geração (1G), incluindo análise de sensibilidade para diferentes capacidades de processamento de cana-de-açúcar e suas respectivas áreas de cultivo. Também foi avaliada a utilização da cana energia como matéria-prima e a estimativa do potencial de outras matérias-primas para a produção de etanol 2G. Foi entregue relatório com a identificação das melhores configurações de biorrefinaria de cana-de-açúcar e avaliação preliminar do potencial das matérias-primas para a produção de etanol e eletricidade.

Encontra-se em fase final o projeto do CTBE para **desenvolvimento de plataforma tecnológica multifuncional visando à obtenção de energia e nutrientes de biomassa para etanol e nutrição de animais**. Os bancos de dados de sequenciamento de amostras de DNA e RNA gerados ao longo do projeto permitiram, por meio de nova abordagem computacional intensiva – *Sequence Similarity Network Algorithm*, selecionar 50 novos candidatos capazes de proporcionar aumento na disponibilidade de energia e nutrientes extraídos de biomassa fibrosa. Novos ensaios de hidrólise enzimática em microescala com a suplementação de coquetel celulolítico e fluido ruminal também foram estabelecidos. Resultados com enzimas selecionadas neste projeto proporcionaram aumentos expressivos na hidrólise de biomassa quando comparados a coquetéis não suplementados e fluido ruminal. Neste semestre, pesquisadores do CTBE e da Elanco (Brasil-EUA) apresentaram os resultados e estratégias em workshop que ressaltou o potencial do projeto na sacarificação de biomassas vegetais.

Biomassa

Bioenergia | Etanol Celulósico | Biogás | Enzimas Hidrolíticas
Elanco | Embrapa | OMNIS

No setor agrícola, com foco na **Análise de Ciclo de Vida**, o CTBE realiza importante trabalho de estruturação de banco de dados de ciclo de vida para o Ecolnvent. O projeto, desenvolvido em parceria com a EMBRAPA, visa coleta de dados de ICV, criação e envio de conjuntos de dados relacionados aos setores florestal, de agricultura e pecuária e à geografia do Brasil, na estrutura das indústrias de reciclagem sustentável. O CTBE atua no envio de informações sobre a produção de cana-de-açúcar e seus derivados, como açúcar, etanol e eletricidade. No semestre, foram enviados dezesseis datasets descrevendo as operações agrícolas e, em fase de elaboração, inventários de dezoito processos industriais para processamento da cana-de-açúcar em açúcar, etanol e eletricidade. Com a incorporação desses dados no Ecolnvent, pesquisadores do mundo todo que utilizam o sistema para Análises de Ciclo de Vida terão dados mais precisos e reais sobre os processos brasileiros de produção.

O projeto **“Desenvolvimento tecnológico para a melhoria de produção anaeróbica de biogás advindo da vinhaça”** é realizado pelo LNNano em cooperação com a empresa OMNIS Biotechnology e conta com recursos do programa PIPE, da Fapesp. Seu objetivo é melhorar desempenho, estabilidade, produção e geração de biogás, por meio da determinação da sucessão microbiana durante as diferentes fases da produção de biogás, para avaliar a correlação entre as comunidades microbianas e a quantidade e qualidade do biogás produzido após a biodigestão da vinhaça. Adicionalmente, será avaliado o efeito de nanomateriais sobre micro-organismos utilizados nesse processo.

Foi obtido um procedimento para seleção de um inóculo capaz de melhorar a biodegradação da vinhaça. A concentração de micronutrientes é um fator determinante para o estímulo da produção de biogás. Não foi verificado efeito tóxico de nanopartículas de óxido de ferro para micro-organismos presentes nestes inóculos.

No setor de bebidas, um projeto de pesquisa desenvolvido em parceria com empresa abordou, em sua segunda fase, o uso de micro-organismos **GRAS (Generally Recognized as Safe)**, ou seja, estabelecidos como seguros para adição em produtos alimentícios. O objetivo da pesquisa é desenvolver soluções tecnológicas para a produção de bebidas. A estratégia empregada levou à produção heteróloga, passível de ser escalonável, de enzimas hidrolíticas para otimização do processo de desconstrução de biomassas vegetais. O projeto, iniciado em 2014 nas instalações do LNBio e conduzido atualmente pelo CTBE, conta com o apoio financeiro da EMBRAPPII, tendo concluído sua segunda fase em junho deste ano.

Bioprodutos e Química Verde

Setor sucroenergético

O CTBE realizou estudo exploratório, para obtenção de cristais de açúcar de uma amostra de caldo de cana-de-açúcar fornecida por empresa do setor sucroenergético. A produção dos cristais de açúcar se deu em escala de bancada e o caldo passou pelas seguintes operações: tratamento químico do caldo, decantação, concentração do caldo clarificado (produção do xarope), cristalização do açúcar, centrifugação e secagem do mesmo. As informações levantadas auxiliaram no delineamento de estudos específicos que visam aprimorar as condições operacionais do sistema.

Parcerias Tecnológicas Sirius

Componentes Cerâmicos | Magnetos | Detectores

Engecer | WEG Equipamentos Elétricos | BR Photonics

Em 2017, foi continuada a estratégia do LNLS de incentivar o desenvolvimento de produtos, processos e serviços inovadores para o projeto Sirius por empresas brasileiras. Cabe recordar que as parcerias com empresas do estado de São Paulo foram fomentada por meio de editais específicos lançados pela Fapesp, em cooperação com a Finep, utilizando recursos de subvenção econômica. Destacam-se abaixo alguns dos casos de empresas envolvidas nos desafios tecnológicos do Projeto Sirius.

Desenvolvimento de Componentes Cerâmicos pela Engecer: obtenção de nitreto de alumínio e nitreto de boro hexagonal por dois processos distintos de prensagem a quente – isostática e uniaxial – com o fim de produzir componente cerâmico que compõe os sensores de posicionamento do feixe de elétrons (BPM). A empresa adquiriu este conhecimento na área de alto vácuo e materiais covalentes. Ao mesmo tempo que permitiu a prototipagem de componentes de alta precisão (pelos parâmetros atingidos com a utilização do equipamento considerado na chamada), o projeto gerou outros desdobramentos, ao ampliar o conhecimento da empresa nas técnicas a quente. A ampliação do conhecimento na inspeção permitiu a empresa exportar tecnologia anteriormente inexistente no Brasil.

Desenvolvimento e fornecimento dos Eletroímãs pela WEG: envolveu prototipagem de quatro modelos de magnetos para o booster (dos tipos: corretoras, dipolos, quadrupolos, sextupolos) e quatro modelos, com tolerância mais desafiadoras, para o anel de armazenamento de elétrons (dos tipos: dipolos, quadrupolos, sextupolos e corretoras rápidas). A empresa já entregou mais de 200 magnetos destinados ao booster do Sirius, que atenderam a todas as especificações técnicas após aferição magnética no LNLS. Alguns protótipos do anel de armazenamento (sextupolos e dipolos) permanecem em fase de refinamento e validação do processo construtivo para produção em larga escala e devem ser finalizadas no terceiro trimestre de 2017, para que a produção seja liberada na sequência. A WEG está dedicada à produção dos 270 quadrupolos do anel de armazenamento (tipos Q14, Q20 e Q30), cuja entrega ocorrerá em lotes a partir de agosto de 2017.

Desenvolvimento dos Detectores de Raios X com transferência de dados de alta capacidade pela BrPhotonics: após a primeira demonstração (Demo 1) aprovada pelo LNLS para teste do conceito de leitura única, com um simples Medipix, o projeto está voltado ao desenvolvimento do Demo 2. Este irá testar o conceito de leitura em mais de um sensor Medipix. Se aprovado o segundo Demo, serão encomendados os componentes e a montagem do protótipo final do equipamento Detector de Raios X π -M3GA.

O LNBio deu continuidade aos esforços do projeto **“MPH – Molecular PowerHouse”** para o estabelecimento de um centro de *“Drug Discovery”* baseado em produtos naturais da biodiversidade brasileira e estrangeira. À estrutura já existente serão adicionados equipamentos e protocolos dentro de padrões internacionais. O custo estimado é R\$ 18 milhões para um período de três anos. Recordar-se que foi submetido projeto à Finep, ainda em avaliação.

Em 2017 deu-se continuidade ao projeto **“Human on a Chip”**. Na vertente de cosméticos, a parceria com a empresa Boticário foi renovada, tendo sido aportados R\$ 150 mil. Há previsão de liberação de outra parcela de R\$ 150 mil no 2º semestre. Na vertente de fármacos, foi realizado cultivo simultâneo de intestino e fígado humanos para testes de farmacocinética, com uso de acetaminofeno como modelo. Também foram cultivados esferóides cardíacos para testes toxicológicos aplicáveis a fármacos. Vale lembrar que a pesquisa como um todo tem o objetivo de disponibilizar no Brasil testes toxicológicos e farmacocinéticos *in vitro*, realizados em biorreatores microfluídicos que cultivam simultaneamente vários tecidos humanos. Essa atividade é realizada como parte das ações da RENAMA – Rede Nacional de Métodos Alternativos – iniciativa do MCTIC.

Gestão da inovação

Os quatro Laboratórios Nacionais do CNPEM mantiveram seus esforços no campo da gestão da inovação para ampliar sua capacidade de atração de empresas e de respostas aos desafios dos projetos de inovação.

Destacam-se as ações do CTBE para implementar melhorias no processo de interação com empresas (Figura 58). No âmbito da Propriedade Intelectual, foram realizados levantamentos de anterioridades para avaliação da novidade das propostas dos pesquisadores, da liberdade para operar no Brasil com determinadas tecnologias e para verificação do cumprimento dos requisitos de patenteabilidade de produtos e processos. As publicações científicas do CTBE continuaram a passar por triagem prévia para avaliação quanto à possibilidade de divulgação de dados estratégicos, passíveis de proteção.

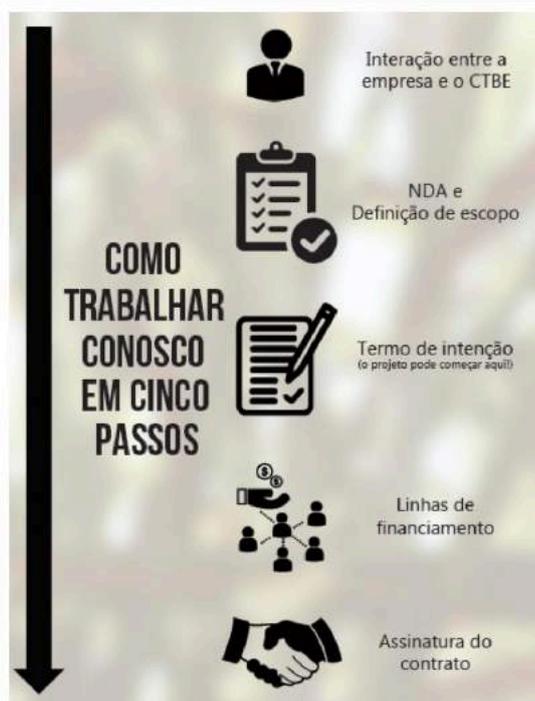
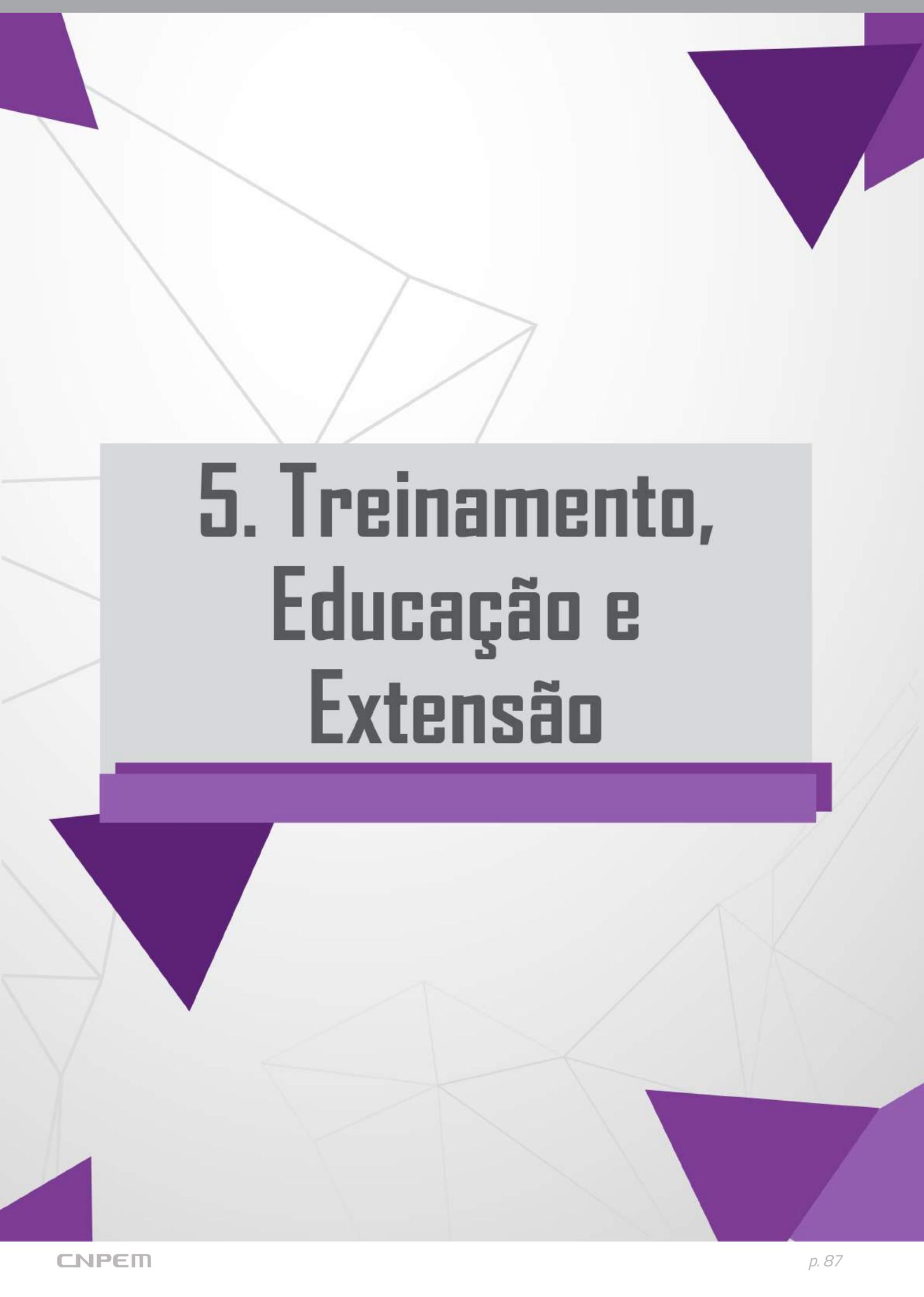


Figura 58. Como realizar uma parceria com o CTBE.



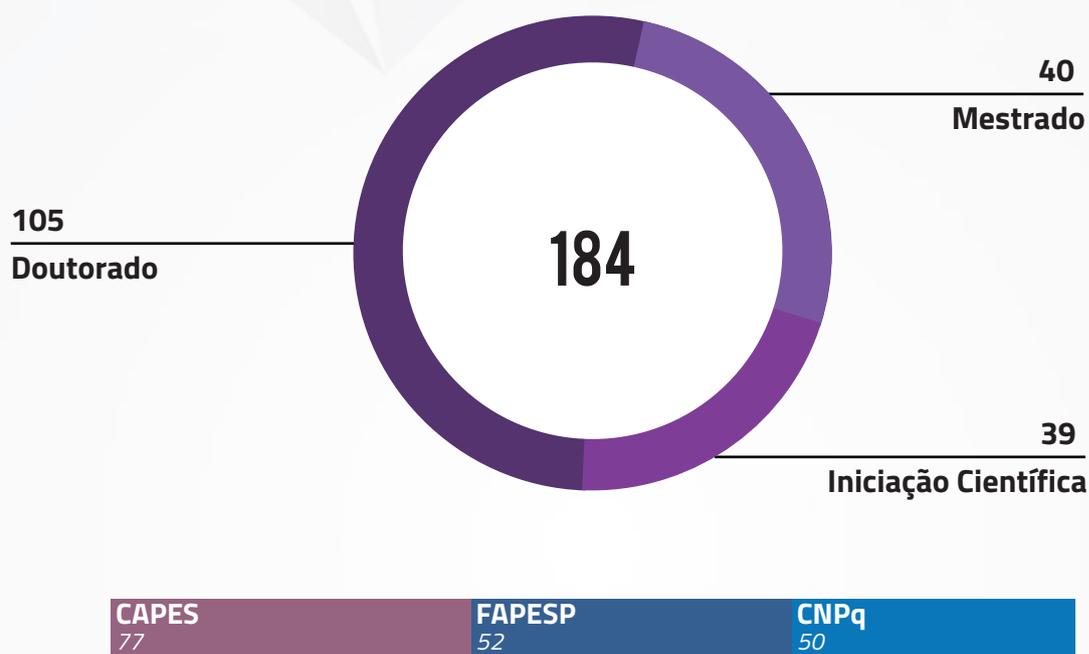


5. Treinamento, Educação e Extensão

Treinamento, Educação e Extensão

O avanço do conhecimento técnico-científico está intrinsecamente relacionado à formação continuada de profissionais qualificados em áreas estratégicas. É parte importante da missão do Centro a utilização de sua infraestrutura singular e de seu conjunto de competências em atividades de capacitação de jovens pesquisadores e na ampliação da divulgação científica, com foco nos desenvolvimentos realizados no CNPEM.

O CNPEM contou com um total de 184 bolsistas, incluindo iniciação científica, mestrado e doutorado.



Desde 2005 o CNPEM promove anualmente processo unificado de seleção de estagiários (PUE), de nível técnico e superior. Em 2017, foram abertas 62 vagas de estágio para engenharias, biologia, química, física, jornalismo e publicidade, em nível superior, e eletrônica, mecânica e segurança do trabalho, em nível técnico. O número de inscritos foi superior a 1000, correspondendo a 17 candidatos por vaga.

A programação do CNPEM neste eixo de atuação inclui agenda crescente de eventos científicos e de capacitação, diversas ações de divulgação, além de um programa regular de formação complementar de jovens, desde estágios até a pós-graduação.





O Programa Bolsas de Verão (PBV) foi realizado pela primeira vez em 1992, quando o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) ainda desenvolvia o projeto da atual Fonte de Luz Síncrotron, o UVX. Até o momento o PBV já capacitou mais de 340 jovens estudantes.

Neste programa jovens estudantes do ensino superior são selecionados para desenvolver, de forma orientada e supervisionada, projetos acadêmicos durante os meses de janeiro e fevereiro de cada ano, época geralmente destinadas as férias escolares nos países da América Latina e Caribe. A missão do estudante concentra-se no desenvolvimento do projeto proposto pelo orientador e a apresentação dos resultados obtidos por meio de seminários e relatório final. Além do aprendizado técnico-científico espera-se que o aluno vivencie o ambiente de pesquisa e compreenda melhor as possibilidades de carreiras acadêmicas.

O PBV abrange projetos em diversas áreas do conhecimento, entre elas podemos mencionar: Biologia molecular, funcional e estrutural, Ciência dos materiais e Nanotecnologia, Computação e Matemática aplicada, Física e Engenharia de aceleradores, Instrumentação científica, Processamento de biomassa para etanol, novos produtos químicos e beneficiamento de subprodutos.

Em 2017, o programa contou com 25 estudantes, que estiveram presentes no Campus entre 5 de janeiro e 24 de fevereiro.



05/jan

16/mar

30/mar

Programa Bolsas de
Verão

Soluções de Otimização para
o Setor Sucroenergético em
Engenharia, Manufatura e
Supply Chain

Setor Sucroenergético
no Nordeste



Em sua vigésima sexta edição e com 25 vagas, o evento contou com a inscrição de 832 jovens estudantes da América Latina e Caribe. O estudante selecionado é orientado – de modo individualizado – por um pesquisador qualificado de um dos Laboratórios Nacionais do CNPEM. A missão do estudante é desenvolver um projeto proposto pelo orientador e apresentar resultados em formas de comunicação oral (seminários), comunicação escrita resumida e comunicação escrita em forma de relatório final de pesquisa.



Com a participação das empresas Bunge, GranBio, Odebrecht, Raízen, Guarani/Tereos, RTS e SIC Engenharia, das Usinas Santa Adélia e Santa Isabel e da Faculdade de Engenharia Química da Unicamp e do SENAI - Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil, o CTBE realizou o workshop de apresentação das ferramentas da Aspentech e suas aplicações no setor sucroenergético.



O Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE) buscou por meio deste evento aproximar atores relevantes, tanto da área pública como privada além de aportar sua estrutura física e tecnológica, única no país, para apoiar e acelerar o desenvolvimento do Setor Sucroenergético do Nordeste. Este evento contou com a participação de importantes atores do setor, incluindo Banco do Nordeste, Sindaçucar, Universidade Federal de Pernambuco, Universidade Federal do Alagoas, Usina Caeté e São José, Raízen e Granbio.

11/abr

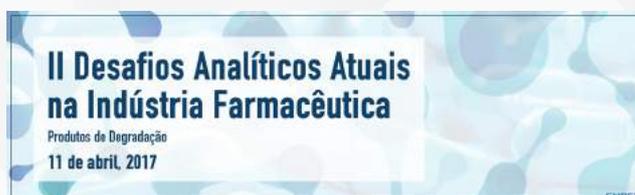
22/mai

07/jun

*II Desafios Analíticos Atuais
Na Indústria Farmacêutica:
Produtos de Degradação*

C2PA Open Day

*Macaúba, Oportunidades
e Desafios*



Recentemente, as agências reguladoras têm priorizado o controle de impurezas em medicamentos. Diante deste cenário, este evento abordou os principais desafios analíticos inerentes ao desenvolvimento de métodos indicadores de estabilidade, os principais mecanismos de degradação, abordagens de desenvolvimento cromatográfico, caracterização de impurezas por LC-MS, além de estudos de casos.



Este foi o primeiro evento Open Day do Consórcio de P&D em Processamento por Atrito (C2PA). Realizado nas dependências do Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano), em Campinas, contou com a participação do grupo Votorantim, Embraer, Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA) da Unicamp e Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). O C2PA é um convênio de cooperação científica e tecnológica, entre empresas, universidades e instituições de apoio, com o objetivo de promover a pesquisa e desenvolvimento pré-competitivo da tecnologia de Processamento por Atrito. Esta tecnologia permite aplicações em diversos setores da indústria, óleo e gás, aeroespacial e transporte.



A macaúba é uma palmeira encontrada em quase todo o território brasileiro e seu aproveitamento ocorre desde o fruto até a madeira. A extração do óleo de macaúba pode alavancar o mercado e reduzir a dependência do óleo de palma. O óleo extraído da amêndoa da macaúba chega a superar o óleo de dendê, abrindo um novo leque de possibilidades. O CTBE, em conjunto com o Instituto Agrônomo de Campinas, realizou um workshop estratégico com a presença de importantes atores do setor sucroenergético a fim de compartilhar conhecimentos sobre seu cultivo e possíveis aplicações.



6. Infraestrutura e Operação

Infraestrutura e Operação

Laboratório Nacional de Nanotecnologia

Microscopia Eletrônica

Ao longo do primeiro semestre de 2017 foi finalizado o comissionamento do FEI Titan Themis Cube, microscópio eletrônico de transmissão duplamente corrigido (sonda e imagem) de alta resolução, do Laboratório de Microscopia Eletrônica (LME). Inaugurado oficialmente em 23/06/17, a instalação está aberta e disponível para usuários no portal do CNPEM, com aceitação de propostas a partir do segundo semestre.

O microscópio eletrônico de transmissão JEOL JEM-1400 PLUS, instalado e comissionado desde dezembro de 2016, também está disponível para operação. O grupo de Criomicroscopia Eletrônica (CME) atua em conjunto com o LME na implantação e operação desta técnica (Crio-ME) no LNNano. Estes equipamentos fazem parte do projeto que prevê a instalação de uma infraestrutura pioneira na América Latina, e que colocará à disposição da comunidade científica, três criomicroscópios eletrônicos de transmissão (dois adquiridos e um em operação).

Materiais Nanotestrurados

Aquisição de um moinho de facas (modelo RONE N200), a ser usado no processamento e refinamento de diversos materiais desenvolvidos no LNNano, como biomassas em geral, materiais nanocompósitos, polímeros, elastômeros e materiais de carbono (como negro de fumo e carvões).

Com recursos do projeto FAPESP foi adquirido um viscosímetro Brookfield placa-placa. Esse equipamento permite obter informações da viscosidade de fluidos em função da taxa de cisalhamento, fator importante no desenvolvimento de tintas para impressão, por exemplo.

Ciência de Superfícies

Completou-se a etapa de comissionamento do microscópio de varredura por sonda Anasys NanoIR2-s, utilizado para varreduras ópticas de campo próximo (SNOM) e técnicas de nano-espectroscopia e imageamento de infravermelho (AFM-IR). Diferentes amostras foram analisadas neste período, produzindo resultados promissores para estas técnicas.

A microscopia óptica de campo próximo (NSOM / SNOM) é uma técnica baseada em AFM para obter uma imagem óptica em nanoescala (superando o limite de difração). Para isso, uma sonda metalizada é aproximada da superfície da amostra (a uma distância menor que o comprimento de onda da luz utilizada) interagindo com o campo óptico próximo. A sonda atua como uma nanoantena que transfere o sinal de campo próximo (que não se propaga, mas contém informações ópticas laterais abaixo do limiar de difração do campo distante clássico, de cerca de metade do comprimento de onda) em um sinal de campo distante. Para obter a informação óptica, a sonda deve ser iluminada com uma intensa fonte de luz - no caso um laser de CO₂. O instrumento utiliza o princípio de amplificação do sinal de campo próximo fraco emitido pela ponta, que é modulado pela frequência do cantilever do AFM. Experimentos demonstraram uma resolução lateral de aproximadamente 20 nm, permitindo a detecção de amplitude e fase do sinal emitido. São esperados bons sinais para osciladores ópticos fortes e processos de absorção, por exemplo fônons em matéria inorgânica, perto de campos de nano-antenas de ouro e plasmons de grafeno.

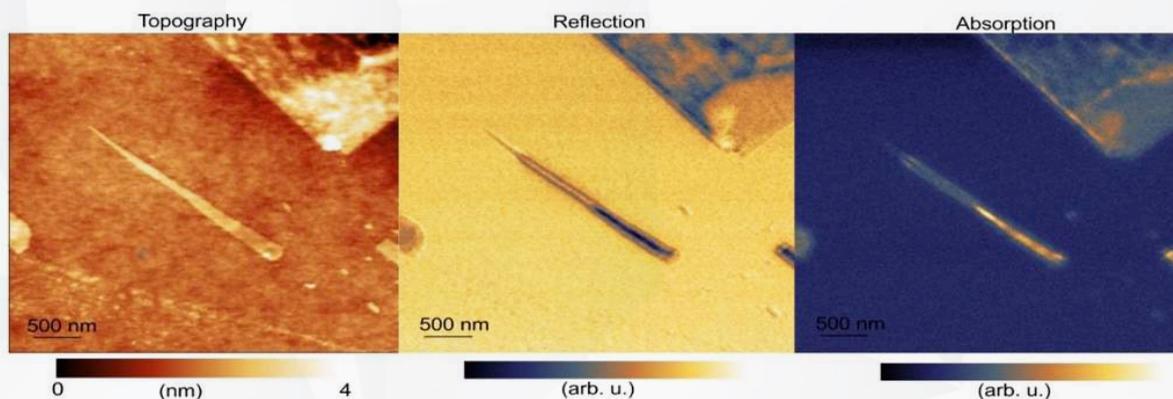


Figura 59. Mapa de topografia e SNOM mostrando o acoplamento SPP (surface plasmon polariton) entre grafeno e SiO₂

O AFM-IR combina a excitação óptica da amostra com a detecção de AFM no modo contato. Utilizando uma fonte de laser ajustável, a amostra é aquecida localmente. O sistema sonda-amostra é excitado a vibrar com a expansão térmica local da amostra. A amplitude desta vibração é proporcional à absorção de luz em determinado comprimento de onda. Analisando a vibração da sonda em função do comprimento de onda de excitação, podemos obter um espectro de infravermelho da amostra. Analiticamente, isso oferece duas possibilidades: (1) obter espectros de IR em locais específicos da amostra (com resolução lateral da ordem do raio de curvatura da ponteira); (2) mapear a amostra num comprimento de onda específico para obter mapas de composição química. Maior sensibilidade pode ser alcançada pulsando a excitação do laser na frequência de ressonância mecânica do sistema sonda-amostra. É esperado um bom sinal para material com alta absorção e expansão térmica, ex. polímeros, difíceis de serem analisados com o SNOM. Esta técnica é principalmente indicada para caracterizar amostras com picos de absorção de energia das ligações C=O (ésteres, aldeídos, cetonas, amidas), C=C (anéis aromáticos), NH₂, NH, usualmente encontrado em polímeros e outras substâncias orgânicas.

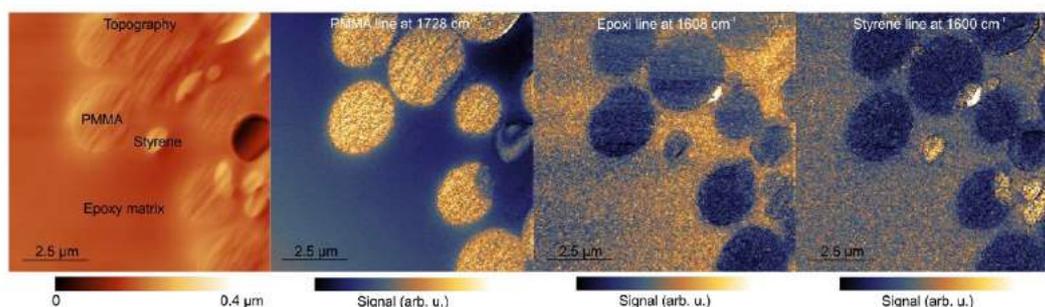


Figura 60. Mapas de topografia e composição química de polímeros, obtidas pela absorção e expansão térmica em diferentes comprimentos de onda

Ainda no âmbito do Laboratório de Ciência de Superfície, foi adquirida câmera reflexiva de difração de elétrons de alta energia (RHEED) e de software que suporta a instalação de epitaxia por feixe molecular.

Nanobiotecnologia e Nanotoxicologia

No primeiro semestre, foram instalados 02 equipamentos novos. O equipamento CPS Disc Centrifuge, Modelo DC24000HR-120V (Figura 61) é utilizado para determinação do tamanho de partículas em suspensões (meio líquido) com alta resolução. Através de força centrífuga em disco de alta velocidade (Max.24.000 rpm), partículas na faixa de 5 nm a 50 μm podem ser detectadas. Este é um equipamento complementar às técnicas clássicas de determinação de tamanho de partículas, como: Dynamic Light Scattering (DLS), Particle Tracking Analysis (PTA) e Transmission Electron Microscopy (TEM). Ele será importante para o desenvolvimento da interface entre nanomateriais e meio líquido (caracterização de emulsões, dispersões e coloides) e atenderá a pesquisa básica e aplicada de nanomateriais para as áreas da saúde (nanofármacos e nanobioconjugados), meio ambiente (água e solos), cosméticos, tintas e alimentos. Em nanobiotecnologia, nanomedicina e nanotoxicologia um ponto importante é a caracterização avançada de nanomateriais em meios e fluidos biológicos, e este equipamento está se firmando como uma ferramenta para o entendimento dos processos de aglomeração/agregação dos nanomateriais nestes meios complexos.

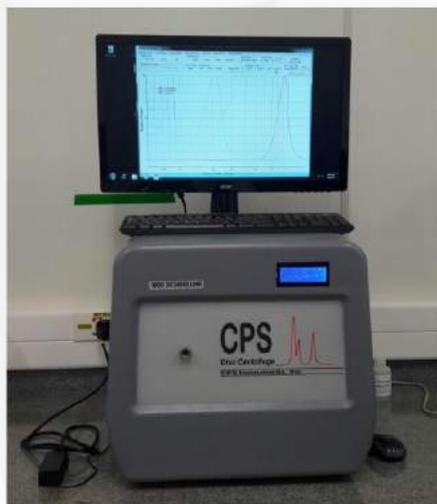


Figura 61. CPS Disc Centrifuge (Mod. DC2400HR)

O equipamento CytoViva Hyperspectral Microscopy System (Figura 62) é um sistema para identificação e quantificação de nanopartículas em diferentes tipos de matrizes e compósitos, em especial, para o estudo da interação de nanomateriais com sistemas biológicos (e.g. micro-organismos, células e tecidos). Este equipamento combina as técnicas de microscopia de fluorescência e de campo escuro com espectroscopia óptica (VNIR, 400-1000 nm) para geração de imagens espectrais de alta resolução. Através de um software avançado de análise, é gerada uma biblioteca espectral com resolução nanométrica do material em estudo. Assim, é possível identificar as nanopartículas isoladas, funcionalizadas ou em agregados nas diferentes matrizes (e.g. polímeros, compósitos solos, extratos, tecidos, células e organismos vivos), através da sua assinatura espectral. Contudo, é importante destacar que não é necessário nenhum tipo de modificação química (adição de fluoróforo ou contrastes) nas nanopartículas para sua identificação através desta tecnologia.

O equipamento CytoViva possibilitará o desenvolvimento da interface entre nanomateriais e biosistemas. Atenderá a pesquisa básica e aplicada para o desenvolvimento de nanomateriais voltados às áreas da saúde (nanofármacos e nanobioconjugados), meio ambiente (água e solos), cosméticos, alimentos e toxicologia. O equipamento também poderá ser utilizado pela comunidade que trabalha em desenvolvimento e caracterização de nanomateriais e nanocompósitos poliméricos em geral.

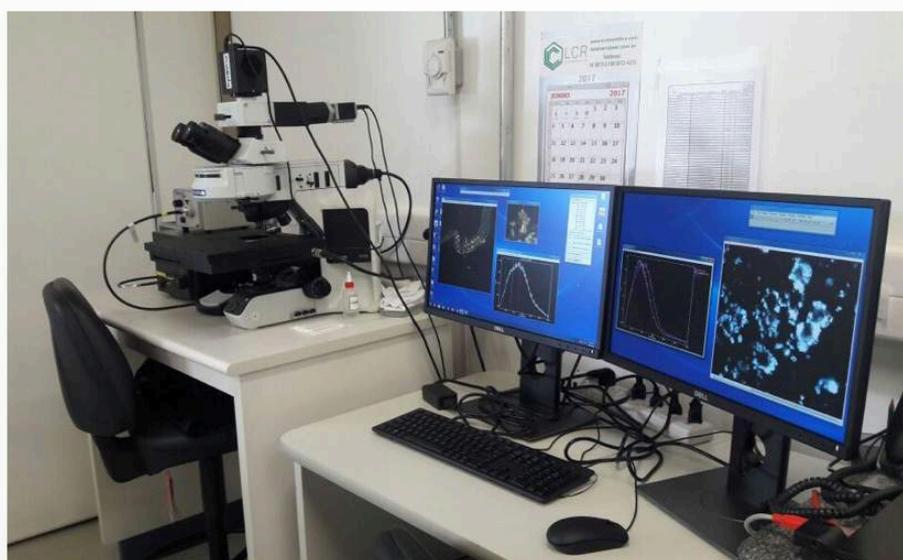


Figura 62. CPS Disc Centrifuge (Mod. DC2400HR)

Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol

A empresa GranBio colocou à disposição do CTBE cerca de cento e vinte itens de materiais permanentes, o equivalente a quase dois milhões de reais, incrementando a estrutura de vários laboratórios e instalações. Com isso, foi possível aumentar a capacidade de equipamentos já existentes, bem como substituir outros que necessitavam de manutenção. São exemplos de aumento de capacidade o conjunto de biorreatores Infors HT Multifors (controla e faz a aquisição de até seis fermentações em paralelo, vasos de capacidade nominal de 1L) e um reator de explosão a vapor construído pela própria empresa. Também cabe menção a uma caldeira de baixa pressão, que ajudará na economia de vapor para a planta piloto e a um analisador bioquímico YSI, alternativa mais eficiente quando comparada às análises realizadas por HPLC para dosagem de monossacarídeos.

A Planta Piloto também contou com a instalação de um reator de explosão a vapor em batelada (Hastelloy C276 com capacidade volumétrica total de 20 L, temperatura e pressão máxima de 220°C e 22 Barg). O reator dispõe de aquecimento por injeção direta de vapor e/ou por meio da circulação de fluido térmico na camisa e terá importante atuação, após comissionamento, no pré-tratamento de biomassas.

Foram adquiridos dois *softwares* de simulação: Ansys Fluent e Rocky. O primeiro possibilita o desenvolvimento de simulações de fluido dinâmica, utilizando a técnica de CFD (*Computational Fluid Dynamics*), na qual é possível determinar o comportamento de escoamentos de fluidos, tais como água, óleo e ar. O *software Rocky* viabiliza simulações com a técnica de elementos discretos, o que permite determinar o comportamento de materiais à granel, ou seja, fluxo de materiais particulados, tal como bagaço, rebolos de cana, solo etc.

No desenvolvimento de processos industriais, a junção destes *softwares* permitirá realizar diversos estudos do escoamento de partículas e fluidos nos equipamentos utilizados. O objetivo é otimizar processos, analisar segurança e risco das operações, reduzir emissões de poluentes e garantir a obtenção de produtos de alta qualidade. Os dois softwares podem realizar simulações mais complexas, tais como a influência de escoamentos granulares sobre escoamentos de fluidos, a exemplo de sistemas de limpeza de biomassas e transporte. Eles terão importante papel no desenvolvimento e/ou otimização de máquinas e equipamentos agrícolas, reduzindo custos e esforços de prototipagem.

O Laboratório de Protótipos Agrícolas (LDP) adquiriu máquinas operatrizes para compor sua célula de usinagem, especificamente um torno mecânico e uma serradora de fita que, associados à fresadora, permitem a produção de peças mecânicas em pequenos lotes e peças de médio porte, dando autonomia ao LPA para executar modificações e ajustes em seus protótipos.

Por fim, teve início a ampliação e reformulação do Laboratório de Experimentação Agrícola, contemplando salas para pesagem, secagem e moagem de amostras, um depósito para materiais e um escritório. O novo prédio, de 120 m², incluirá também as recém-criadas Salas de Fertilizantes e Salas de Análise Tecnológica, que agregarão competências à equipe agrícola do CTBE e autonomia em análises (Figura 63).



Figura 63. Imagem da ampliação do Laboratório de Experimentação Agrícola.

Destaca-se, por fim, a transferência de competência interna e a diversificação do campo de atuação do CTBE, com o deslocamento do pesquisador Mário Murakami e equipe, anteriormente vinculados ao LNBio, para a Divisão Molecular do CTBE.

Laboratório Nacional de Biociências

Laboratório de Bioensaios

Aquisição de cabeçote de 384 canais para o pipetador automático Versette do Laboratório de Bioensaios, no valor 31.000 euros. Com esse dispositivo, o pipetador automático passa a ter a capacidade de trabalhar com microplacas de 384 poços, o tipo mais usual para realização de bioensaios de HTS, tornando-o mais adequado para esse tipo de análise.

Laboratório de Química e Produtos Naturais

Aquisição, instalação e comissionamento do equipamento Bruker Impact II.

Laboratórios de Biologia Computacional

Destaca-se o acesso ao supercomputador brasileiro, Santos Dumont, do Laboratório Nacional de Computação Científica, vinculado ao MCTIC, por meio da participação do LNBio na Rede Nacional de Bioinformática.





The background features a light gray gradient with faint, thin-lined geometric shapes, including triangles and polygons. Darker blue geometric shapes, such as triangles and polygons, are positioned at the corners and along the edges of the page, creating a modern, abstract design.

7. Anexos

7.1 – Indicadores de Desempenho do Contrato de Gestão

ID	Indicador	Eixos de Atuação	Unidade	Tipo	Peso	Qualificação	Meta Anual	Resultado Semestral
01	Taxa geral de ocupação das instalações	Todos	%	Uso	01	Eficácia	70%	45%
02	Confiabilidade da fonte de luz síncrotron	Todos	%	D	04	Eficácia	95%	97%
03	Taxa de ocupação das instalações por usuários externos	Eixo 1	%	Uso	01	Eficácia	40%	24%
04	Beneficiários externos das instalações abertas	Eixo 1	Número absoluto	Uso	01	Eficácia	1.800	1.449
05	Propostas realizadas por usuários externos nas instalações abertas	Eixo 1	Número absoluto	Uso	03	Eficácia	900	592
06	Índice de satisfação dos usuários externos	Eixo 1	%	D/Us o	02	Efetividade	85%	96%
07	Artigos publicados de pesquisadores externos	Eixo 1	Razão	Uso	04	Efetividade	0,75	0,60
08	Taxa de publicação da pesquisa interna	Eixo 2	Razão	Uso	04	Efetividade	2	1,22
09	Qualidade da produção científica interna	Eixo 2	%	Uso	01	Efetividade	50%	51%
10	Taxa de coautoria internacional	Eixo 2	%	Uso	01	Efetividade	30%	39%
11	Parcerias em projetos de P&D com instituições de ensino e pesquisa	Eixo 2	Número absoluto	D	02	Eficiência	20	27
12	Parcerias em projetos de PD&I	Eixo 3	Número absoluto	D	02	Eficiência	35	40
13	Recursos associados à inovação	Eixo 3	%	D	02	Eficiência	8%	56%
14	Tecnologias protegidas	Eixos 2 e 3	Número absoluto	D	01	Efetividade	8	6
15	Horas de capacitação de pesquisadores externos	Eixo 4	Número absoluto	Uso	02	Eficácia	300	0
16	Número de pesquisadores externos capacitados	Eixo 4	Número absoluto	Uso	02	Eficácia	270	0
17	Eventos científicos	Eixo 4	Número absoluto	Uso	02	Eficácia	4	3
18	Pesquisadores de outras regiões capacitados pelo CNPEM	Eixo 4	Número absoluto	Uso	01	Eficácia	80	0

Indicador 1: Taxa geral de ocupação das instalações			
Eixos de Atuação: 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			
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 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.			
Descrição: 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.			
Fórmula de cálculo: $\frac{\text{Número de horas efetivamente utilizadas no período}}{\text{Horas previstas de disponibilidade para uso das instalações no período}}$			
Tipo: Uso	Peso: 1	Unidade: Percentual	Qualificação: Eficácia
Meta 2017:			70%
Resultado 1º. Semestre 2017:			45%
Comentário: <i>O desempenho do indicador no primeiro semestre de 2017 aponta a perspectiva de cumprimento da meta anual. Nos três anos anteriores, o resultado apurado para o mesmo período foi, em média, de 36%.</i>			

Indicador 2: Confiabilidade de fonte de luz síncrotron			
Eixo de Atuação: 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			
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: Aferir a capacidade do atendimento técnico da fonte de luz síncrotron aos usuários externos, dentro dos prazos e períodos programados nos agendamentos de realização dos experimentos, estabelecendo padrão de comparação internacional.			
Descrição: Razão entre as horas de luz síncrotron entregues aos usuários no tempo programado e as horas previstas na programação de operação da fonte de luz síncrotron.			
Fórmula de cálculo: $\frac{\text{Horas entregues no período}}{\text{Horas previstas no período}}$			
Tipo: Desempenho	Peso: 4	Unidade: Percentual	Qualificação: Eficácia
Meta 2017:			95%
Resultado 1º. Semestre 2017:			97%
Comentário: <i>Tradicionalmente este indicador apresenta resultados que excedem a expectativa de meta. Isso reflete o elevado padrão de qualidade no atendimento aos usuários do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron.</i>			

Indicador 3: Taxa de ocupação das instalações por usuários externos			
Eixos 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 a ocupação dos Laboratórios Nacionais do CNPEM por usuários externos no período de referência			
Descrição: Razão entre o número de horas efetivamente utilizadas por usuários externos e o número de horas totais disponibilizadas para todos os eixos de atuação			
Fórmula de cálculo: $\frac{\text{Número de horas efetivamente utilizadas por usuários externos no período}}{\text{Horas previstas de disponibilidade para uso das instalações no período}}$			
Tipo: Uso	Peso: 1	Unidade: Percentual	Qualificação: Eficácia
Meta 2017:			40%
Resultado 1º. Semestre 2017:			24%
Comentário: <i>O resultado médio deste indicador no primeiro semestre dos três anos anteriores foi de 21,3%. Assim, o resultado parcial de 2017 mostra performance superior e aponta perspectiva de cumprimento da meta anual.</i>			

Indicador 4: Beneficiários externos das 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 universo de pesquisadores externos beneficiados pelo uso das instalações abertas do CNPEM, no ano de referência.			
Descrição: 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.			
Fórmula de cálculo: Número total de beneficiários externos das instalações abertas do CNPEM no período			
Tipo: Uso	Peso: 1	Unidade: Número Absoluto	Qualificação: Eficácia
Meta 2017:			1.800
Resultado 1º. Semestre 2017:			1.449
Comentário: <i>O resultado apresentado acima representa o número total de pesquisadores externos beneficiados no primeiro semestre do ano. O número alcançado neste semestre, de 1.449 pesquisadores externos, representa um aumento de aproximadamente 23% em relação ao resultado médio apurado nos seis primeiros meses dos três anos anteriores.</i>			

Indicador 5: 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			
Tipo: Uso	Peso: 3	Unidade: Número Absoluto	Qualificação: Eficácia
Meta 2017:			900
Resultado 1º. Semestre 2017:			592
Comentário: <i>O resultado parcial do indicador no mesmo período dos três anos anteriores foi, em média, de 531. O resultado alcançado no primeiro semestre de 2017 foi, portanto, mais de 10% superior.</i>			

Indicador 6: Índice de satisfação dos usuários externos			
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 a satisfação dos usuários das instalações abertas de modo sistemático e periódico.			
Descrição: 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.			
Fórmula de cálculo: $\frac{\text{Número de respostas "muito satisfeito" e "satisfeito" no período}}{\text{Número total de respostas no período}}$			
Tipo: Desempenho e Uso	Peso: 2	Unidade: Percentual	Qualificação: Efetividade
Meta 2017:			85%
Resultado 1º. Semestre 2017:			96%
Comentário: <i>Este indicador tradicionalmente apresenta resultados superiores à meta pactuada. Porém, permanece o desafio de aumentar o número de repostas ao questionário de avaliação. Neste semestre, 157 beneficiários externos responderam ao questionário. Eles participaram de 118 propostas de pesquisa, o que representa uma taxa de resposta de 20%.</i>			

Indicador 7: Artigos publicados por pesquisadores externos			
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: Aferir resultados das atividades de pesquisa realizadas por pesquisadores externos, decorrentes do uso das instalações abertas do CNPEM, no ano de referência.			
Descrição: 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.			
Fórmula de cálculo: $\frac{\text{Número de artigos de pesq. externos na base WoS nos anos } x, x + 1, x + 2}{\text{Número de propostas realizadas no ano X}}$			
Tipo: Uso	Peso: 4	Unidade: Razão	Qualificação: Efetividade
Meta 2017:			0,75
Resultado 1º. Semestre 2017:			0,60
Comentário: <i>Embora o resultado do indicador tenha sido inferior à média observada no primeiro semestre dos três anos anteriores (0,67), a expectativa é de que a meta anual seja mais uma vez cumprida. Cabe chamar a atenção de que vem sendo observado aumento das propostas realizadas nos últimos anos (denominador da fórmula de cálculo).</i>			

Indicador 8: Artigos publicados por pesquisadores internos			
Eixo de Atuação: Eixo 2 – Pesquisa e desenvolvimento <i>in-house</i>			
Objetivo Estratégico do CG: 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.			
Finalidade: Aferir resultados das atividades de pesquisa interna realizadas por pesquisadores e especialistas do CNPEM envolvidos com essas atividades.			
Descrição: 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.			
Fórmula de cálculo: $\frac{\text{Número de artigos de pesq. e especialistas internos na base WoS no período}}{\text{Número de pesquisadores e especialistas internos no período}}$			
Tipo: Uso	Peso: 4	Unidade: Razão	Qualificação: Efetividade
Meta 2017:			2
Resultado 1º. Semestre 2017:			1,22
Comentário: <i>O indicador tem mostrado resultados inferiores à meta pactuada nos últimos anos. A Comissão de Avaliação registrou em relatórios anteriores o entendimento de que esses resultados estão associados ao cumprimento de objetivos institucionais mais amplos do que a produção científica, abrangendo atendimento a usuários externos e atividades de capacitação em áreas de competência dos Laboratórios nacionais. Mesmo assim, a Comissão optou por manter a meta, por considerar que ela representa um desafio positivo ao CNPEM. Vale notar que o resultado obtido no primeiro semestre de 2017 foi superior aos últimos anos. A média dos resultados semestrais dos últimos anos é de 75 publicações para 80 pesquisadores, o que corresponde a uma taxa de 0,94. No primeiro semestre de 2017, foram 105 artigos científicos publicados para um total de 86 pesquisadores, o que corresponde a um aumento de 40% nas publicações.</i>			

Indicador 9: Qualidade da produção científica interna			
Eixo de Atuação: Eixo 2 – Pesquisa e desenvolvimento <i>in-house</i>			
Objetivo Estratégico do CG: 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.			
Finalidade: Aferir resultados das atividades de pesquisa interna realizadas por pesquisadores e especialistas do CNPEM envolvidos com essas atividades.			
Descrição: Razão entre número de artigos publicados por pesquisadores/especialistas internos classificados no Quartil 1 e número total de artigos publicados (indexados na base WoS).			
Fórmula de cálculo: $\frac{\text{Número de artigos de pesq. e especialistas internos classificados no Quartil 1}}{\text{Número total de artigos publicados}}$			
Tipo: Uso	Peso: 1	Unidade: Razão	Qualificação: Efetividade
Meta 2017:			50%
Resultado 1º. Semestre 2017:			51%
Comentário: <i>O indicador passou a compor o Quadro de Indicadores e Metas do Contrato de Gestão neste ano. A medida utilizada afere a qualidade da produção científica interna, por meio do padrão de quartis do Journal Citation Report (JCR). Vale ressaltar que a classificação por quartis é realizada a partir dos fatores de impacto das revistas, respeitando as diferenças amplamente reconhecidas entre áreas do conhecimento.</i>			

Indicador 10: Taxa de coautoria internacional			
Eixo de Atuação: Eixo 2 – Pesquisa e desenvolvimento <i>in-house</i>			
Objetivo Estratégico do CG: 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.			
Finalidade: 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.			
Descrição: 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).			
Fórmula de cálculo: $\frac{\text{Número de artigos de pesq. e especialistas internos com coautoria internacional}}{\text{Número total de artigos publicados}}$			
Tipo: Uso	Peso: 1	Unidade: Razão	Qualificação: Efetividade
Meta 2017:			30%
Resultado 1º. Semestre 2017:			39%
Comentário: <i>Este também é um indicador novo no Quadro de Indicadores e Metas do Contrato de Gestão. Ele mede o número total de artigos publicados por pesquisadores internos que apresenta coautores vinculados a organizações internacionais. No primeiro semestre, 41 publicações contavam com autores internacionais. A análise individualizada das informações que compõem este indicador apresenta coautoria de 26 países diferentes, envolvendo 79 instituições.</i>			

Indicador 11: Parcerias em projetos de P&D com instituições de ensino e pesquisa			
Eixo de Atuação: Eixo 2 – Pesquisa e desenvolvimento <i>in-house</i>			
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 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.			
Descrição: Para a apuração deste indicador são contabilizados acordos de cooperação e contratos formalizados com instituições de ensino e pesquisa, vigentes no ano de referência.			
Fórmula de cálculo: Número total de acordos e contratos com instituições de ensino e pesquisas vigentes no período			
Tipo: Desempenho	Peso: 2	Unidade: Número Absoluto	Qualificação: Eficiência
Meta 2017:			20
Resultado 1º. Semestre 2017:			27
Comentário: <i>Tradicionalmente este indicador apresenta resultados superiores à meta pactuada. Desde o ano de 2014, quando foram contabilizadas 18 parcerias, vem sendo observado aumento expressivo de parcerias com instituições de ensino e pesquisa.</i>			

Indicador 12: Parcerias em projetos PD&I			
Eixo de Atuação: Eixo 3 – Apoio à geração de inovação			
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 esforço de cooperação dos Laboratórios Nacionais com empresas para o fortalecimento da capacidade de inovação no País.			
Descrição: Para a apuração deste indicador serão contabilizados acordos de cooperação formalizados com empresas, vigentes no ano de referência.			
Fórmula de cálculo: Número total de acordo com empresas vigentes no período			
Tipo: Desempenho	Peso: 2	Unidade: Número Absoluto	Qualificação: Eficiência
Meta 2017:			35
Resultado 1º. Semestre 2017:			40
Comentário: <i>Tradicionalmente este indicador apresenta resultados superiores à meta pactuada. No primeiro semestre de 2017, um novo acordo de cooperação foi assinado com a Brasil Kirin no âmbito da Unidade Embrapii Biomassa, envolvendo a produção de enzimas aplicadas ao setor cervejeiro. O resultado parcial do indicador já superou a meta pactuada para o ano.</i>			

Indicador 13: Recursos associados à inovação			
Eixo de Atuação: Eixo 3 – Apoio à geração de inovação			
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: 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.			
Descrição: 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.			
Fórmula de cálculo: $\frac{\text{Recursos de projetos e contratos com empresas recebidos no período}}{\text{Recursos totais recebidos no período}}$			
Tipo: Desempenho	Peso: 2	Unidade: Percentual	Qualificação: Eficiência
Meta 2017:			8%
Resultado 1º. Semestre 2017:			56%
Comentário: <i>Devido à ausência de repasses financeiros do Contrato de Gestão no primeiro semestre, o cálculo do indicador é desprovido de significado. O resultado parcial alcançado no primeiro semestre não aponta tendência de aumento de recebimentos associados a atividades de inovação.</i>			
Data base: 30/06/2017			
Recursos de Projetos e Contratos com empresas		7.709	
Projetos de parceria		6.128	
Prestação de Serviços		1.581	
Recursos Totais Recebidos		13.840	
Contrato de Gestão - 2017		-	
Restos a pagar 2016 - Operação		-	
Convênios e Projetos		6.215	
Prestação de Serviço		1.585	
Rendimento Financeiro		3.878	
Outras Receitas		366	
Auxílios Individuais (Recursos executados)		1.797	
Indicador 15:		56%	

Indicador 14: Tecnologias protegidas			
Eixo de Atuação: Eixo 2 – Pesquisa e desenvolvimento <i>in-house</i> Eixo 3 – Apoio à geração de inovação			
Objetivo Estratégico do CG: 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.			
Finalidade: Aferir resultados das atividades de pesquisa e desenvolvimento próprias dos Laboratórios Nacionais do CNPEM.			
Descrição: 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.			
Fórmula de cálculo: Número total de pedidos de propriedade intelectual depositados no período			
Tipo: Desempenho	Peso: 1	Unidade: Número Absoluto	Qualificação: Efetividade
Meta 2017:			8
Resultado 1º. Semestre 2017:			6
Comentário: <i>O resultado para este indicador representa 75% da meta pactuada para o ano, sendo superior à média dos resultados semestrais dos últimos três anos. Dentre os seis pedidos de registro de propriedade intelectual estão quatro pedidos de patente, 1 registro de software e 1 registro de topografia.</i>			

Indicador 15: Horas de capacitação de pesquisadores externos			
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 esforço dos Laboratórios Nacionais na capacitação de pesquisadores da comunidade científica e tecnológica brasileira.			
Descrição: Número total de horas de eventos de capacitação organizados pelo CNPEM			
Fórmula de cálculo: Número total horas de eventos de capacitação organizados pelo CNPEM			
Tipo: Uso	Peso: 2	Unidade: Número Absoluto	Qualificação: Eficácia
Meta 2017:			300
Resultado 1º. Semestre 2017:			0
Comentário: <i>O resultado do indicador não reflete um desempenho negativo, mas apenas a concentração da programação de eventos de capacitação no segundo semestre do ano. Abaixo, apresentam-se alguns dos principais cursos/escolas agendados para período de julho a dezembro:</i>			
<ol style="list-style-type: none"> 1. II LNNano AFM Workshop – 05-07 de julho; 2. 1ª. Escola Brasileira de Síncrotron: Fundamentos e Aplicações – 10-21 de julho; 3. 2º. Curso de Introdução – Nanotecnologia e Nanotoxicologia – 03 e 04 de agosto; 4. São Paulo School of Advanced Science on Mass Spectrometry-based Proteomics, SPSAS-MS – 28 de agosto a 06 de setembro; 5. 6th School of Small Angle X-ray Scattering Data Analysis – 17 – 19 de outubro; 6. II User Workshop on Coherent X-ray Imaging and Small Angle X-ray Scattering – 20 de outubro; 			
<i>Assim, apesar de o resultado apresentado no primeiro semestre estar muito aquém da meta pactuada para o ano, a agenda acima aponta expectativa de cumprimento de meta.</i>			

Indicador 16: Número de pesquisadores externos capacitados			
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 esforço dos Laboratórios Nacionais na capacitação de pesquisadores da comunidade científica e tecnológica brasileira.			
Descrição: Número total pesquisadores externos capacitados em eventos organizados pelo CNPEM			
Fórmula de cálculo: Número total de pesquisadores externos capacitados em eventos de capacitação organizados pelo CNPEM			
Tipo: Uso	Peso: 2	Unidade: Número Absoluto	Qualificação: Eficácia
Meta 2017:			270
Resultado 1º. Semestre 2017:			0
Comentário: <i>Ver comentários ao indicador 15, ao qual se associa o indicador 16.</i>			

Indicador 17: Eventos científicos			
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 eventos científicos promovidos pelo CNPEM direcionados à comunidade científica e tecnológica brasileira.			
Descrição: 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.			
Fórmula de cálculo: Número de eventos científicos do período			
Tipo: Uso	Peso: 2	Unidade: Número Absoluto	Qualificação: Eficácia
Meta 2017:			4
Resultado 1º. Semestre 2017:			3
Comentário: <i>No primeiro semestre foram realizados três eventos científicos, que reuniram, em conjunto, aproximadamente 250 pessoas, o que corresponde a 75% da meta pactuada para o ano. São eles:</i> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Workshop Estratégico CTBE: Setor Sucroenergético no Nordeste</i> 2. <i>II Desafios Analíticos Atuais na Indústria Farmacêutica: Produtos de Degradação</i> 3. <i>Workshop Estratégico CTBE: Macaúba, oportunidade e desafios</i> 			

Indicador 18: 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 científicos e 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			
Tipo: Uso	Peso: 1	Unidade: Número Absoluto	Qualificação: Eficácia
Meta 2017:			80
Resultado 1º. Semestre 2017:			0
Comentário: <i>O resultado parcial deste indicador, como nos casos dos indicadores 15 e 16, também foi prejudicado pela concentração da agenda de eventos de capacitação no segundo semestre do ano. Observa-se, porém, que dois grandes eventos com inscrições encerradas nos primeiros seis meses de 2017 apresentam representatividade das demais regiões brasileiras (além da região Sudeste).</i>			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>1ª Escola Brasileira de Síncrotron - este evento recebeu 555 inscrições para as 100 vagas disponíveis. Dentre os inscritos, os seguintes Estados foram representados: AM, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MT, MS, MG, PA, PB, PR, PE, RJ, RN, RS, RO, SC, SP, SE, TO.</i> ▪ <i>Escola São Paulo (SPSAS-MS) – o evento recebeu 282 inscrições, para as 90 vagas disponíveis. Deste total, 88 inscrições foram de jovens pesquisadores de 53 instituições internacionais, presentes em 27 países. Dentre os brasileiros, houve 194 inscrições de representantes de 17 Estados: AM, BA, CE, DF, GO, MA, MG, MS, PA, PE, PI, PR, RJ, RN, RS, SC, SP.</i> 			
<i>Essas informações sugerem boa perspectiva de cumprimento da meta.</i>			

7.2 – Indicadores Específicos de Projetos: Sirius e SisNano

Projeto SIRIUS

Atividade	Meta	Indicador % execução física	Prazo	Status em 30.06.2017	% execução física em 30.06.2017
Obras e Instalações					
Pisos / Bases / Blindagem	Conclusão dos pisos especiais de aceleradores e linhas de luz/blindagens dos aceleradores	100%	Dez/17	O piso especial do anel está 50% concluído. A concretagem da blindagem terá início em julho de 2017	15%
Estrutura metálica	Finalização da estrutura metálica e cobertura das edificações	100%	Dez/17	A estrutura metálica para a cobertura das linhas longas e área de engenharia está sendo concluída	98%
Alvenarias/ Revestimentos/ Caixilhos/ Vidros	Término das alvenarias e início dos revestimentos e pinturas; instalações de caixilhos e vidros	50%	Dez/17	Atividade reprogramada de acordo com os novos prazos da obra	75%
Instalações (elétrica, hidráulica, saneamento, entre outras)	Dar continuidade à aquisição e instalação de equipamentos, tais como: transformadores, painéis, aparelhos de ar condicionado, tubulações entre outras. Iniciar o comissionamento de alguns sistemas.	45%	Dez/17	As atividades foram reprogramadas para adequação do cronograma financeiro	30%

Atividade	Meta	Indicador % execução física	Prazo	Status em 30.06.2017	% execução física em 30.06.2017
Serviços complementares	Executar a primeira fase da pavimentação e instalação de pontes rolantes	35%	Dez/17	A conclusão da instalação da ponte rolante ocorrerá no 2º semestre de 2017	37%
Aceleradores					
Berços em aço para multipolos	Fabricação de todos os berços	90%	Dez/17	Em fabricação	10%
Berços em aço para dipolos	Conclusão do projeto e fabricação parcial dos berços	80%	Dez/17	Atividade será realizada no 2º semestre de 2017	0%
Berços do booster	Conclusão do projeto e fabricação de todos os berços	100%	Nov/17	Atividade será realizada no 2º semestre de 2017	0%
Suportes para as linhas de transporte de elétrons e dispositivos de injeção	Conclusão do projeto e fabricação dos suportes	100%	Out/17	Atividade será realizada no 2º semestre de 2017	0%
Fabricação dos dipolos BC	Fabricação dos dipolos BC	100%	Dez/17	Atividade será realizada no 2º semestre de 2017	0%
Racks para fontes DC, sistema de controle, interlock, instrumentação de vácuo e diagnóstico de feixe	Conclusão da especificação e compra dos racks	100%	Out/17	Atividade será realizada no 2º semestre de 2017	0%

Atividade	Meta	Indicador % execução física	Prazo	Status em 30.06.2017	% execução física em 30.06.2017
Sensores de vácuo e analisadores de gás residual para os aceleradores	Compra dos sensores de vácuo e analisadores de gás	70%	Dez/17	Atividade será realizada no 2º semestre de 2017	0%
Bombas de vácuo tipo iônica para o anel e booster	Compra de todas a bombas iônicas	60%	Dez/17	Emitido pedido das bombas iônicas. Entrega prevista para fevereiro de 2018	50%
Foles especiais	Compra dos foles metálicos para os aceleradores	100%	Out/17	Foles especiais estão em processo de fabricação	20%
Bombas iônicas, sensores e válvulas de vácuo para as linhas de transporte	Compra dos sensores de vácuo e analisadores de gás	100%	Nov/17	As bombas iônicas e válvulas de vácuo para linhas de transporte foram encomendadas e estão em processo de fabricação. Os sensores de vácuo para as linhas serão pedidos no 2º semestre de 2017	50%
Servidor e <i>switches</i> para o sistema de controle dos aceleradores	Especificação e compra dos servidores e <i>switches</i> do sistema de controle	100%	Set/17	Realizada compra parcial de servidores e <i>switches</i> . A atividade será concluída no 2º semestre de 2017	40%
Fabricação de monitores de posição de feixe para o anel e booster	Finalização da fabricação dos monitores	100%	Out/17	Iniciada a produção de mecânica dos monitores de posição de feixe do Sirius	30%
Câmaras dos <i>kickers</i>	Projeto e fabricação das câmaras dos <i>kickers</i>	100%	Nov/17	As câmaras dos <i>kickers</i> estão em processo de fabricação na Engecer	30%

Atividade	Meta	Indicador % execução física	Prazo	Status em 30.06.2017	% execução física em 30.06.2017
Suportes dos BPMs	Prototipagem e fabricação dos suportes de BPM	100%	Out/17	Atividade será realizada no 2º semestre de 2017	0%
Eletrônicas para BPMs	Fabricação das eletrônicas de BPM para o anel e booster	80%	Dez/17	Iniciada a produção da eletrônica para BPMs	20%
Fontes DC para o sistema de RF do anel	Compra das fontes DC para o sistema de RF do anel	70%	Dez/17	Essas fontes serão adquiridas no segundo 2º semestre de 2017	0%
Circuladores de RF para o sistema do anel	Compra Circuladores de RF para o sistema do anel	100%	Out/17	Enviado o pedido de compras do circulador da Caverna Petra 7	30%
Sistema de <i>interlock</i>	Compra de componentes e integração do sistema de <i>interlock</i>	80%	Dez/17	Enviado o pedido de compras para fornecimento de 25 painéis de <i>interlock</i> montados.	50%
Medidores de corrente para fontes dos dipolos do Booster e anel	Compra dos monitores de corrente	100%	Set/17	Está pendente a compra dos DCCTs para os dipolos do Anel	90%
Fontes DC para o anel	Conclusão da fabricação das fontes DC do anel	100%	Dez/17	Iniciada a fabricação das fontes de baixa potência. A fabricação das fontes DC de alta potência será iniciada no 2º semestre de 2017	30%
Fontes AC para o booster	Conclusão da fabricação das fontes AC para o booster	100%	Dez/17	O desenvolvimento das fontes AC será concluído no 2º semestre de 2017	30%

Atividade	Meta	Indicador % execução física	Prazo	Status em 30.06.2017	% execução física em 30.06.2017
Fontes DC para corretores de órbita	Conclusão da fabricação das fontes DC para corretores de órbita	70%	Dez/17	Iniciada a produção das fontes para corretoras de órbita	40%
Linhas de Luz e Estações Experimentais					
Onduladores	Fabricação de protótipo de ondulador delta de 2,4 metros	100%	Set/17	Assinado contrato para fornecimento de 12 onduladores delta, sendo 2 protótipos e 10 onduladores finais.	10%
Detectores	Fabricação de um detector de π mega de 1.536 x 1.536 pixels e desenvolvimento de um protótipo de 3 π mega de 3.072 x 3.072 pixels	30%	Dez/17	Encomenda de sensores para detectores de 4 linhas de luz	10%
Front Ends	Fabricação de 6 <i>Front Ends</i> para linhas de ondulador	80%	Dez/17	Compra de componentes, contratação de usinagem e montagem de <i>Front Ends</i> para 3 linhas de luz	20%
Cabanas Fase 1	Projeto executivo das cabanas de 6 linhas de ondulador	100%	Set/17	Projeto executivo das cabanas das linhas CARNAUBA, EMA e CATERETE em fase final para contratação	20%
DCM Partes	Peças e partes importados para fabricação de um DCM	100%	Dez/17	Fabricação de partes de um segundo monocromador, já com o objetivo de instalação final no Sirius	10%
Espelhos	Fabricação de 12 espelhos das linhas de ondulador	60%	Dez/17	Encomendados todos os espelhos para as linhas CARNAÚBA, MANACA, CATERETE e SAPUCAIA, e metade dos espelhos das linhas SABIA e IPE	50%

Projeto SisNano

Instalação	Meta	Indicador	Prazo	Status em 30.06.2017
Criomicroscopia Eletrônica, Microfabricação e Caracterização de Materiais	Obras de expansão para abrigar os criomicroscópios e os Laboratórios de Microfabricação e Caracterização de Materiais	Infraestrutura física instalada em 24%	Dez 2017	Foram iniciadas as ações para viabilizar as obras de expansão do prédio que irá abrigar os criomicroscópios e os novos laboratórios conforme previsto no Plano de Ação para 2017. Os recursos financeiros de exercícios anteriores foram repassados em dezembro de 2016 e deverão viabilizar a execução física da obra no segundo semestre desse ano. Desse modo, o percentual acumulado de execução física se mantém em 9%
Laboratório de Microscopia Eletrônica	Aquisição de microscópios eletrônicos de varredura e de transmissão	Microscópio adquirido e instalado	Dez 2017	



CNPq
Centro Nacional de Pesquisa
em Energia e Materiais

MINISTÉRIO DA
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES**

