

RELATÓRIO ANUAL 2022

Parte I

Este relatório foi aprovado pelo Conselho de Administração
em Reunião Ordinária realizada em 28/02/2023

RELATÓRIO ANUAL 2022



**MINISTÉRIO DA CIÊNCIA,
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO**

*Luciana Barbosa de Oliveira Santos
Ministra de Estado*

*Luis Manuel Rebelo Fernandes
Secretário Executivo*

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

Rogério Cezar de Cerqueira Leite (Presidente)

Reginaldo dos Santos (Vice-Presidente)

Antônio Rubens Britto de Castro

Arthur Pullen Souza

Carlos Eduardo Sanches da Silva

Eduardo Soriano Lousada

Jailson Bittencourt de Andrade

Marcelo Marcos Morales

Marcia Cristina Bernardes Barbosa

Maurilio Biagi Filho

Patrícia Rieken Macedo Rocco

Paulo Eduardo Artaxo Netto

Paulo Roberto Gandolfi

Virgínia Sampaio Teixeira Ciminelli

**Esta é a composição do Conselho de Administração
responsável pela aprovação do Relatório Anual 2022**

DIRETORES

Antonio José Roque da Silva

Diretor-Geral do CNPEM e Diretor Interino de Serviços Compartilhados

Harry Westfahl Jr.

Diretor do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron - LNLS

Kleber Gomes Franchini

Diretor do Laboratório Nacional de Biociências - LNBio

Eduardo do Couto e Silva

Diretor do Laboratório Nacional de Biorrenováveis – LNBR

Rodrigo Barbosa Capaz

Diretor do Laboratório Nacional de Nanotecnologia – LNNano

Adalberto Fazzio

Diretor da Ilum Escola de Ciência

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 Biorrenováveis (LNBR) 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 Anual de 2022 é parte integrante das atividades desenvolvidas no âmbito do Contrato de Gestão MCTI/CNPEM.

SUMÁRIO

1		O CNPEM p. 8
2		Síntese de Resultados em 2022 p. 12
3		Ações Estratégicas p. 44
4		Projetos Científicos p. 52
5		Colaborações Internacionais p. 60
6		Colaborações Internas p. 66
7		Destaques de Infraestrutura p. 72
8		Parceria com Empresas p. 80
9		Comunicação e Articulação Institucional p. 86
10		Destaques da Gestão Estratégica e Administrativa p. 100
11		Gestão de Recursos Humanos p. 104
12		Gestão Orçamentária e Financeira do Contrato de Gestão p. 110

PALAVRAS DO DIRETOR-GERAL

Os resultados observados no ano de 2022 consolidam o retorno às atividades após a flexibilização das medidas adotadas para a prevenção da Covid-19, especialmente no que se refere àquelas que recebem pesquisadores externos nas instalações abertas do Centro. Em 2022, foram atendidas mais de 600 propostas de pesquisadores oriundos de 120 instituições brasileiras e estrangeiras. Este número representa um crescimento de 146% em comparação a 2021, enquanto o número de pesquisadores beneficiados cresceu 127% no mesmo período. A retomada das atividades presenciais em 2022 também permitiu aos participantes de eventos de capacitação o retorno a processos mais dinâmicos de troca de conhecimento e aprendizado, por vezes, mais limitados em eventos virtuais, quando estes envolvem, principalmente, aulas práticas.

O compromisso do CNPEM em apoiar geração de inovação no país também obteve resultados expressivos no último ano. Em primeiro lugar, destaca-se o novo recorde histórico em transferência de tecnologias para empresas. Foram realizados 4 novos contratos de licenciamento, envolvendo 7 tecnologias, nas áreas de materiais avançados para indústria automotiva, engenharia e instrumentação, renováveis e saúde. No mesmo sentido, vale mencionar: i) a contratação de um valor substancial, R\$ 55 milhões, de recursos em projetos com empresas que serão executados em até 3 anos; ii) o recebimento do prêmio

de Unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii) destaque de 2022 durante o 16º Encontro das Unidades Embrapii; e iii) o credenciamento do Centro para receber recursos para projetos de PD&I com empresas provenientes da cooperação entre a Embrapii e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

Em relação às atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) internas, o último ano foi marcado pela consolidação dos programas estratégicos de P&D em áreas como Saúde, Energia Renovável e Materiais Renováveis, como apresentado neste Relatório.

No âmbito do Projeto Sirius, houve importantes avanços na montagem e comissionamento das linhas de luz e realização de experimentos com usuários externos. Completamos 10 anos do projeto de um síncrotron de 4ª geração com 10 linhas de luz recebendo feixe de luz síncrotron, um grande marco para o projeto. Além disso, 113 propostas de pesquisa de usuários externos foram realizadas, reforçando a expectativa da relevância do Sirius para a comunidade científica do Brasil e do exterior. Isso se confirmou com o resultado da primeira chamada regular de propostas de pesquisa, aberta em novembro, para seis estações experimentais. Ao todo, foram submetidas 325 propostas, sendo 11% oriundas de outros países, com destaque para Argentina e Grã-Bretanha. Isso resulta em uma

média de mais de 50 propostas por estação experimental, valores compatíveis com os melhores síncrotrons do mundo. Além desses destaques do Sirius, o relatório também descreve os avanços dos diversos projetos de futuro do Centro: o Laboratório Nacional de Máxima Contenção Biológica, a Plataforma de Combate à Virose Emergentes, a Plataforma de Biotecnologia Industrial e o Centro de Tecnologias em Saúde. Uma atividade de destaque nas iniciativas para que a ciência seja compreendida e valorizada de forma ampla pela sociedade foi o projeto itinerante Cápsula da Ciência, o qual percorreu mais de 9 mil km em todas as regiões do Brasil, levando informações a estudantes e ao público em geral sobre o CNPEM. Outro marco foi o início das atividades de ensino do Bacharelado em Ciência e Tecnologia da Ilum Escola de Ciência. O processo de seleção desta primeira turma recebeu um total de 943 inscrições para 40 vagas, um recorde para esse tipo de curso. Este relatório está estruturado em três partes. A parte I apresenta, de forma resumida, os resultados institucionais por eixo de atuação, os indicadores de desempenho pactuados com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e os destaques das atividades do Centro. A parte II concentra resultados técnicos e informações detalhadas das atividades dos Laboratórios Nacionais e do núcleo de Engenharia e Tecnologia, incluindo avanços do projeto Sirius. A parte III apresenta o

detalhamento dos indicadores de desempenho do Contrato de Gestão, bem como o relatório da auditoria externa sobre o desempenho contábil e financeiro do Centro.

Por fim, vale chamar atenção para os desafios impostos à sustentabilidade orçamentária do CNPEM. Os recursos contratados no 37º Termo Aditivo, ainda no ano de 2021, foram repassados de forma parcelada somente no início de 2022, o que impactou no planejamento e execução das atividades do Centro. A contratação de novos recursos, em 2022, se deu por meio das assinaturas dos Termos Aditivos 38º, 39º, 40º e 41º. Entretanto, é importante destacar que a parcela mais expressiva de recursos foi contratada somente nos últimos dias de dezembro e sem nota de empenho, o que implica em grandes incertezas sobre o cenário orçamentário e financeiro para o Centro em 2023. Esperamos que, com o fim da validade da Medida Provisória nº 1136, de 2022 e, conseqüente liberação dos recursos oriundos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), possa haver maior disponibilidade e previsibilidade orçamentária que permitam garantir ao CNPEM a execução dos projetos em andamento e a manutenção de suas atividades. Diante desses enormes desafios e incertezas, contamos mais uma vez com o apoio e as diretrizes do Conselho de Administração do CNPEM, do MCTI e da Comissão de Acompanhamento e Avaliação do Contrato de Gestão (CAA-CG).

Antonio José Roque da Silva
Diretor-Geral



1



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 desde 1997 e supervisionada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

Formado por quatro Laboratórios Nacionais e berço de um dos mais complexos projetos da ciência nacional – o Sirius, o CNPEM apresenta condições singulares para a ciência e tecnologia, presente em poucos polos científicos no mundo. A coexistência de equipes multidisciplinares altamente especializadas e de infraestruturas laboratoriais modernas e diversificadas o coloca em uma posição singular e estratégica, totalmente transversal nas suas áreas de atuação (saúde, energia, agricultura, meio ambiente, defesa, tecnologias de produção, dentre outras) e lócus de construção e operação de ferramentas e instalações únicas, destacam-se três importantes pilares institucionais que fundamentam sua missão: equipe de excelência formada ao longo de anos, modernas instalações científicas reunidas em um Campus único e modelo de gestão e cultura com foco em resultados. Esta diversidade e complementaridade favorece as interações e trocas de conhecimento, viabilizando a aceleração do desenvolvimento e da aplicação de tecnologias na fronteira do conhecimento.

O CNPEM, por meio de seus Laboratórios Nacionais, desempenha papel estratégico junto ao Estado, como indutor e executor das políticas públicas de ciência, tecnologia e inovação. O modelo de operação do CNPEM permite integrar esforços de P&D e estreitar as relações entre as esferas científica e empresarial, constituindo ambiente fértil para a busca e desenvolvimento de soluções para os setores de energia, agricultura, saúde, meio ambiente, químico, aeroespacial, entre outros.

A missão do CNPEM é integrar competências singulares em Laboratórios Nacionais para o desenvolvimento científico e tecnológico e o apoio à inovação em energia, materiais e biociências.

Nossa visão é 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 para os desafios da sociedade.

No dia a dia, a missão do Centro é desdobrada em inúmeras atividades que são organizadas por afinidade em quatro eixos de atuação. Estes eixos são dinâmicos, interconectados e se realimentam. Nesse sentido, é a execução adequada e balanceada de atividades nesses quatro eixos que assegura o êxito da missão institucional do CNPEM.

INSTALAÇÕES ABERTAS A USUÁRIOS

EXTERNOS: Capacidade de atendimento de demandas diversificadas da comunidade científica e tecnológica, acadêmica e empresarial do Brasil e exterior, por meio da implantação, manutenção, operação e ampliação de instalações abertas singulares de alta complexidade tecnológica, garantindo a abrangência de questões científicas, fundamentais para a contínua irrigação do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.

PESQUISA E DESENVOLVIMENTO *IN-HOUSE*:

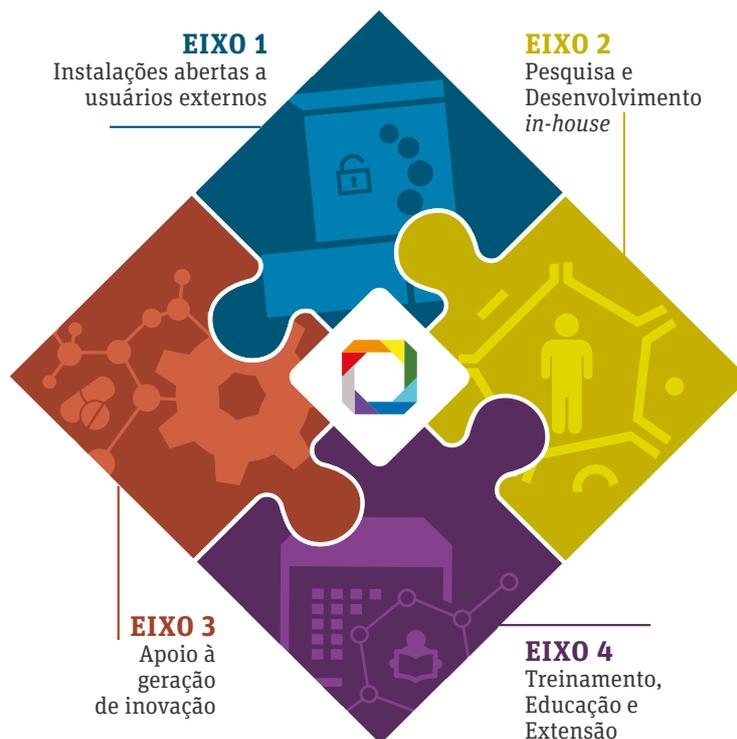
Compreende a execução de programas estratégicos e de fronteira, de caráter multidisciplinar, alinhados as prioridades do MCTI e do Estado brasileiro e com potencial impacto econômico e social. A pauta de P&D se beneficia do moderno parque de equipamentos e competências disponíveis no CNPEM e tem caráter abrangente, envolvendo o aprimoramento e desenvolvimento de métodos e técnicas experimentais e instrumentação científica que permite impactar os demais eixos de atuação do Centro. Destacam-se, neste eixo, os programas de pesquisa desenvolvidos por pesquisadores internos com foco no desenvolvimento e aprimoramento de instrumentação científica e métodos experimentais que são aplicados tanto na execução de projetos estratégicos quanto disponibilizados para amplo acesso da comunidade externa – como e o caso do Projeto Sirius.

APOIO À GERAÇÃO DE INOVAÇÃO:

Promove a inovação no País, por meio de parcerias em PD&I, apoiando empresas no escalonamento e transferência de tecnologias e *know-how* e atendimento a demandas de empresas de alta complexidade tecnológica oriundas de diferentes setores produtivos.

TREINAMENTO, EDUCAÇÃO E EXTENSÃO:

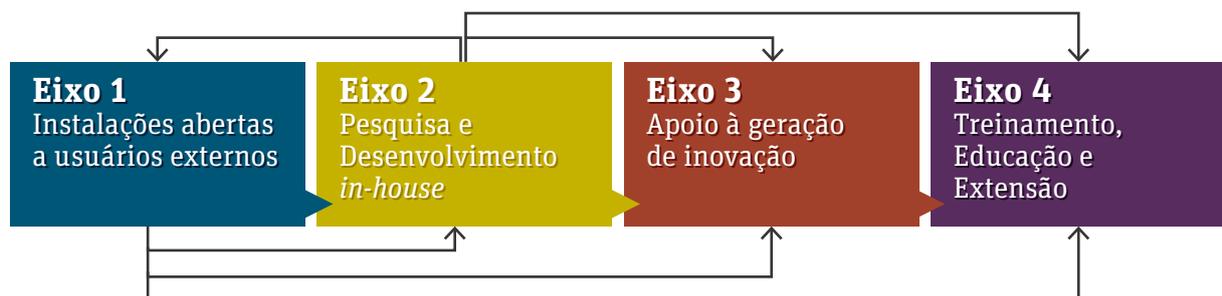
Compreende ações voltadas para a capacitação e contínua qualificação de recursos humanos dedicados a temas na fronteira do conhecimento e de relevância industrial, abrangendo a organização de eventos científicos, cursos de capacitação, treinamentos e ações de divulgação para público amplo. Estes esforços constituem importante contribuição do CNPEM para a consolidação de um ambiente de pesquisa criativo, produtivo e sustentável. Além de contribuir para a contínua ampliação da base de usuários externos, esses esforços permitem a difusão do conhecimento científico e técnico – por exemplo, via capacitação de pesquisadores em técnicas de pesquisa, sejam elas singulares ao CNPEM ou disponíveis em outras instituições.



Os Eixos de Atuação e os Programas em Áreas Estratégicas e Projetos de Futuro

Em 2022 implementou mudanças organizacionais em relação às suas atividades para melhor refletir os recursos contratados do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT). De forma geral, essa organização pode ser dividida em Programas em Áreas Estratégicas, Competências Habilitadoras e Projetos de Futuro. Na Parte II deste relatório estão descritas as atividades realizadas em 2022 que refletem essa estrutura.

As ações do CNPEM contemplam atividades do Eixo 1, com o Programa de Usuários Externos, que visa o atendimento de usuários acadêmicos do Brasil e do exterior em instalações científicas de ponta, apoio na condução dos experimentos e no acesso ao Centro, especialmente daqueles usuários oriundos de localidades distantes. As atividades do Eixo 2 são realizadas nos Programas de P&D, através da condução de pesquisa interna em temas estratégicos para o País. Atividades transversais a todos os eixos de atuação são empreendidas em Competências Habilitadoras, que está relacionado ao desenvolvimento de técnicas e métodos de pesquisa, tecnologias e instrumentação científica que servem de apoio para os quatro Eixos de atuação.



Os Projetos de Futuro, por sua vez, estão relacionados à implantação de infraestruturas de pesquisa e criação de competências científicas que servirão de forma transversal aos quatro eixos de atuação do Centro. Estes projetos exigem um amplo esforço de P&D interna para a criação de soluções aos desafios relacionados à construção de infraestruturas de alta complexidade.

As competências habilitadoras, por exemplo, alimentam os Programas em Áreas Estratégicas e os Projetos de Futuro por meio do desenvolvimento de técnicas, metodologias e instrumentação científica. Consequentemente esses desenvolvimentos vão alimentar os outros eixos de atuação do CNPEM – apoio à inovação, treinamento, educação e extensão e atendimento de usuários externos.



2



SÍNTESE DOS RESULTADOS EM 2022

Compreende o atendimento de demandas diversificadas da comunidade científica e tecnológica, acadêmica e empresarial do Brasil e exterior, por meio da manutenção de um Programa de Usuários Externos no qual há implantação, manutenção, operação e ampliação de instalações abertas singulares de alta complexidade tecnológica, garantindo a abrangência de questões científicas, fundamentais para a contínua irrigação do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.

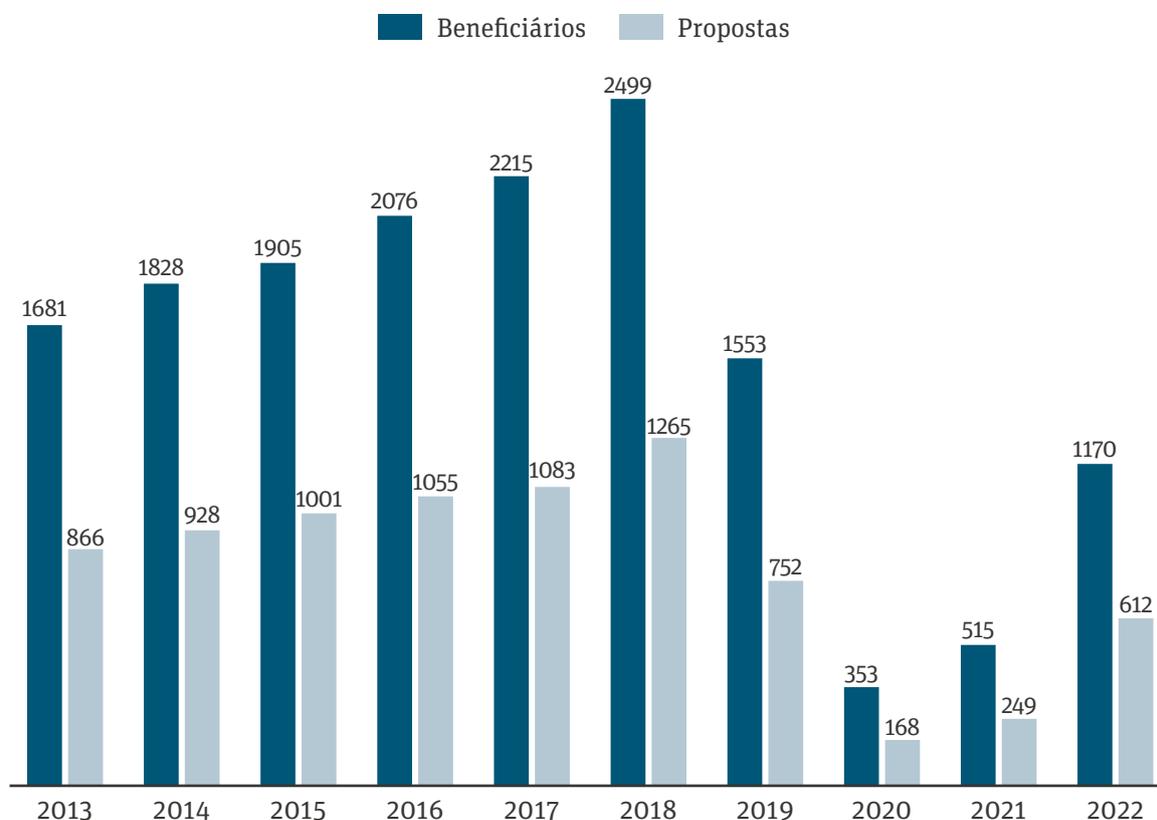


O ano de 2022 foi marcado pela retomada do atendimento de usuários externos. Após o avanço da vacinação em 2021, diversas chamadas de pesquisa foram realizadas pelo CNPEM neste mesmo ano, muitas delas para o recebimento de pesquisadores externos em 2022. O atendimento presencial de usuários voltou a normalidade, embora a possibilidade de atendimento remoto, através do envio de amostras, ainda tenha sido mantida em algumas instalações.

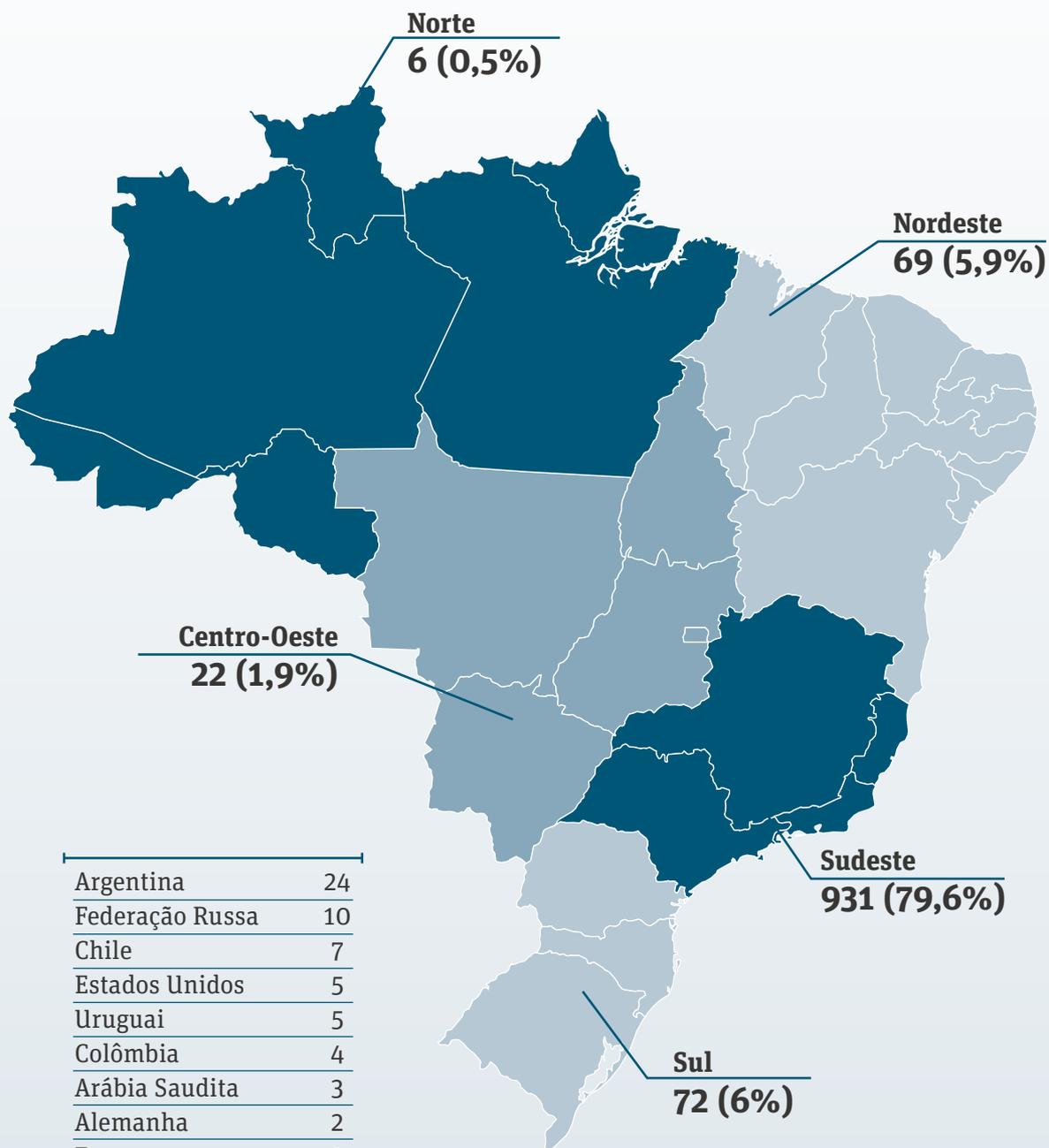
Em 2022, 14 instalações e 8 linhas de luz (ainda em fase de comissionamento científico) foram utilizadas pela comunidade científica. Ao longo do ano, as instalações abertas foram responsáveis pelo atendimento de 612 propostas (113 utilizando as linhas de luz do Sirius), que beneficiaram 1170 pesquisadores (341 beneficiários do Sirius) oriundos de 120 instituições brasileiras e estrangeiras, totalizando 26.077 horas de utilização.

Em comparação a 2021, o número de propostas externas atendidas aumentou 146%, e o número de beneficiários externos cresceu 127%. Esse aumento significativo se deve a retomada do atendimento presencial após a flexibilização das medidas impostas durante a pandemia de Covid-19 e ao avanço do Projeto Sirius. Embora os números de 2022 ainda estejam abaixo daqueles observados antes de 2019, no período pré-pandemia de Covid-19 e com operação plena da antiga fonte de luz síncrotron UVX, percebe-se que os esforços do CNPEM para retornar aos padrões anteriores de atendimento de usuários externos têm alcançado resultados consistentes, que corroboram as expectativas de crescimento.

Número de propostas atendidas e beneficiários das instalações entre 2013-2022



Distribuição geográfica dos beneficiários externos do CNPEM em 2022



Argentina	24
Federação Russa	10
Chile	7
Estados Unidos	5
Uruguai	5
Colômbia	4
Arábia Saudita	3
Alemanha	2
França	2
Peru	2
Austrália	1
Bélgica	1
Canadá	1
Dinamarca	1
Grã-Bretanha	1
Índia	1

Depoimentos de usuários externos

Interação de nanopartículas de prata biogênica com células microbianas



“A síntese biológica é uma alternativa de tecnologia verde utilizada para a produção de nanopartículas metálicas, comparada aos métodos físicos e químicos convencionais. Os microrganismos têm imenso potencial como ferramentas ecologicamente corretas e econômicas para esse fim. O interesse comercial em nanopartículas de prata reside em suas várias aplicações em diversos campos nos quais suas potentes propriedades antimicrobianas podem ser aproveitadas. Nossa pesquisa é baseada na produção de nanopartículas usando microrganismos. Mostramos que essas nanopartículas biogênicas têm atividade antimicrobiana contra microrganismos multirresistentes, patógenos vegetais ou animais, bem como contra biofilmes microbianos. Usamos as instalações de Criomicroscopia Eletrônica do LNNano para observar o efeito do tratamento de nanopartículas biogênicas em células microbianas, sem alterar as amostras biológicas. Assim, estudamos as interações de nanopartículas biogênicas e células fúngicas.

Como perspectivas futuras, complementaremos os resultados obtidos no CNPEM com técnicas alternativas que nos permitirão avançar no conhecimento dos mecanismos de ação antimicrobiana. Além disso, avaliaremos a aplicação dessas nanopartículas biogênicas para o controle de fungos patogênicos de culturas agrícolas em nosso país e no desenvolvimento de novos materiais antimicrobianos.”

Silvana Alborés, Professora na Faculdade de Química na Universidad de la República (UDELAR), Uruguai

Metabolômica aplicada a méis florais produzidos em São Paulo e Santa Catarina



Em proposta atendida na instalação de Ressonância Magnética Nuclear (RMN) do LNBio, pesquisadores da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e da Universidade Estadual Paulista (UNESP-Botucatu) investigam o padrão de qualidade dos méis florais produzidos nos estados de São Paulo e Santa Catarina. Este trabalho tem o potencial de estabelecer referenciais críveis e aceitos internacionalmente para a análise da qualidade de méis florais, bem como identificar adulterações, que são frequentes neste tipo de alimento.

“As análises realizadas no CNPEM baseiam-se no uso da ressonância magnética nuclear para um melhor entendimento da composição química dos méis florais. A análise do metaboloma do mel permite elucidar perfis composicionais associados a regiões geográficas de produção e safras, bem como gera subsídios à identificação de eventuais fraudes deste alimento. O uso de técnicas de bioinformática, como aprendizado de máquina, permite reconhecer padrões de composição química, classificar as amostras em relação às suas peculiaridades metabólicas e identificar marcadores bioquímicos associados à origem geográfica e/ou botânica do mel, por exemplo.”

Marcelo Maraschin, Professor no Departamento de Fitotecnia, UFSC



CENTENAS DE PESQUISADORES EXTERNOS SE BENEFICIARAM DO SIRIUS EM 2022

No ano de 2022 o Projeto Sirius ampliou o atendimento de propostas enviadas por pesquisadores externos e disponibilizou novas linhas de luz para a comunidade científica. Ao longo do último ano, as linhas MANACÁ, CATERETÊ, CARNAÚBA, EMA, IPÊ, IMBUÍIA, CEDRO e SAPÊ realizaram experimentos de pesquisadores externos para a etapa de comissionamento científico.

Os números do Sirius em 2022:

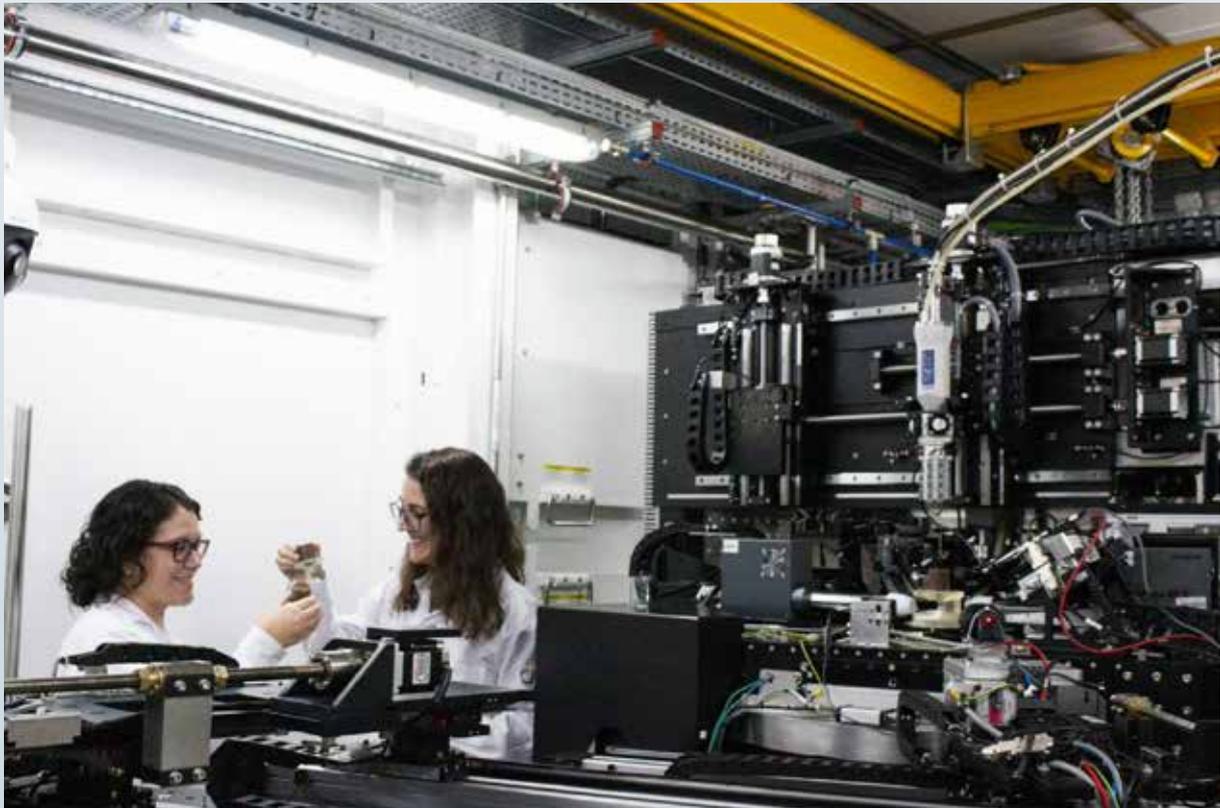
8 linhas de luz receberam usuários externos

113 propostas de pesquisa atendidas nas linhas de luz

341 pesquisadores externos beneficiados
67% da região sudeste;
10% nordeste;
8% sul;
3% centro-oeste;
2% norte e
10% de países estrangeiros

56 instituições nacionais e estrangeiras beneficiadas

As conquistas deste último ano possibilitaram a abertura da primeira chamada regular para submissão de propostas de pesquisa para o uso do Sirius, um marco muito importante para o projeto e para a comunidade científica brasileira. A linha MANACÁ, primeira linha de luz a entrar em operação, continuou recebendo projetos de pesquisadores externos na modalidade *fast-track* em fluxo contínuo. Já para as demais linhas, foi aberta uma chamada entre 8 de novembro e 19 de dezembro de 2022. Esta chamada adotou um novo sistema de seleção de pesquisas, mais inclusivo e colaborativo, no qual os projetos submetidos são avaliados por mérito científico em condição de duplo anonimato e revisão cruzada por pares. O processo de avaliação será realizado no início de 2023 e os experimentos das propostas selecionadas nesta chamada serão agendados a partir de março do mesmo ano.



Experimentos na linha de luz Carnaúba

Identificação de biomarcadores para aprimorar o diagnóstico e evolução do câncer de mama



Letícia Lopes

“Estamos gostando do Sirius, pelo alto nível de sensibilidade dos resultados. Nunca tínhamos usado síncrotron, mas foi muito tranquilo em função do apoio prestado pela equipe da linha, aprendemos a interface muito rápido.”

Letícia Lopes Dantas Santos, Doutoranda em Genética e Bioquímica na Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

“O objetivo pelo qual viemos ao Sirius é porque a sensibilidade é maior, melhor do que tínhamos anteriormente. Estamos buscando resultados mais refinados para os nossos estudos, e isso para nós faz toda a diferença.”

Yara Cristina de Paiva Maia, Professora na Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Aprimoramento de catalisadores para refino de petróleo



José Marcos Ferreira

A linha de luz CATERETÊ, que tem como foco a aplicação de técnicas espalhamento e difração de raios X coerentes, recebeu o primeiro usuário externo para realização de experimentos. José Marcos realizou experimentos sobre catalisadores utilizados nas reações químicas para beneficiamento do petróleo, para transformar o óleo bruto em produtos de alto valor agregado, como gasolina, diesel e querosene, por exemplo. Os experimentos desenvolvidos no Sirius visam melhorar a acessibilidade de catalizador FCC (do inglês *Fluid Cracking Catalyst*). A acessibilidade está relacionada com a capacidade das moléculas grandes entrarem e saírem do catalisador para serem convertidas nos produtos derivados.

“O meu trabalho se baseia em procurar processos tecnológicos que aumentem a acessibilidade. A formulação do catalizador é a mesma, mas a forma de preparar é diferente, e isso que traz acessibilidade maior ou menor para o produto. [...] O Sirius é o único laboratório que consegue fazer estes experimentos no Brasil, os similares estão todos longes daqui. Foi um timing perfeito eu ter começado esse estudo e ter a linha Cateretê já em comissionamento e disponível para fazer os testes.”

José Marcos Ferreira, Doutorando em Química na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e consultor técnico na Fábrica Carioca de Catalisadores

Produção científica externa

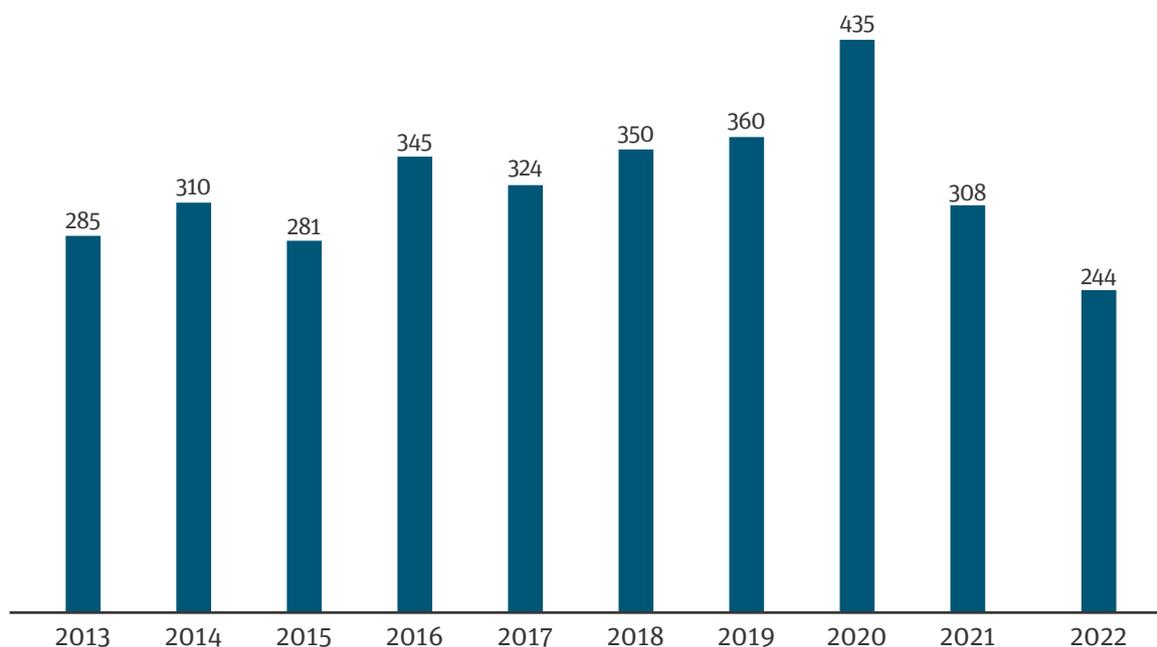
No ano de 2022 os usuários externos das instalações do Centro publicaram 244 artigos em periódicos indexados na base Web of Science (WoS). Em todos esses trabalhos os autores mencionaram explicitamente o uso das instalações do CNPEM.

A produção científica total dos usuários externos teve uma queda em 2022, seguindo tendência observada em 2021. Esse resultado tem a ver com os impactos da pandemia de Covid-19, em função da diminuição drástica no número de propostas de usuários externos atendidas a partir de 2020 e, em

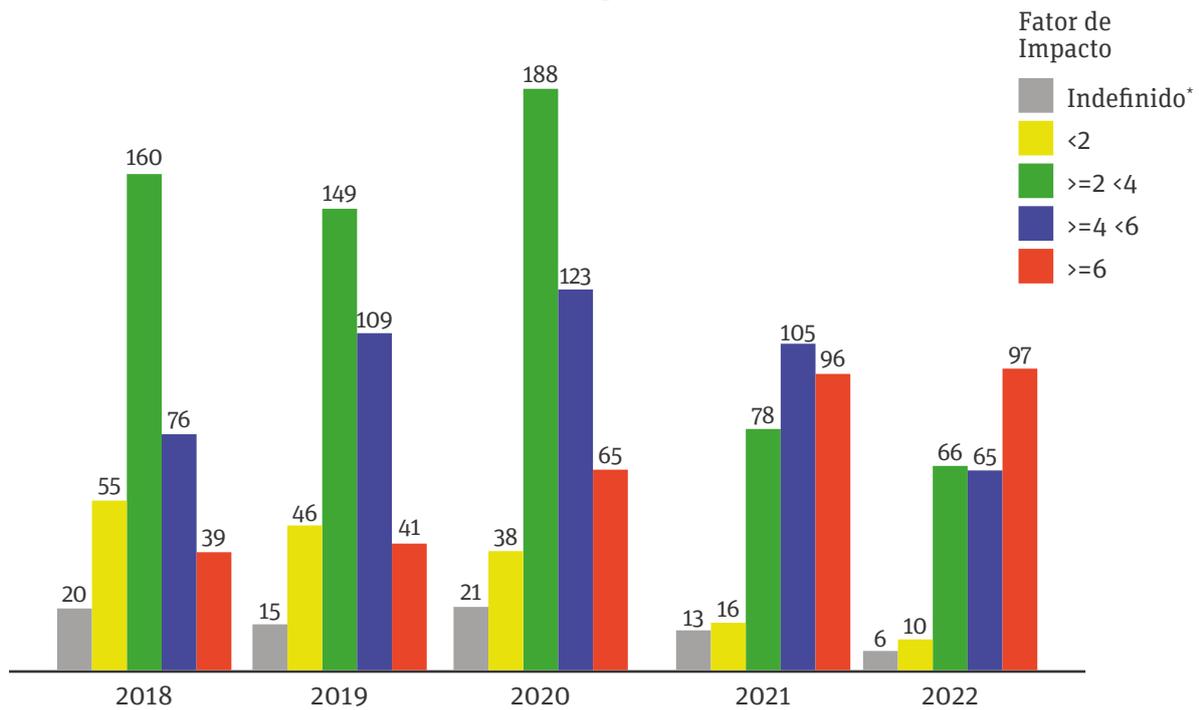
segundo lugar, pelo fim da operação do UVX em 2019. Espera-se que, com o maior número de propostas atendidas em 2022 e com o início do atendimento regular de propostas no Sirius, o número de artigos publicados por pesquisadores externos aumente nos próximos anos.

Entretanto, apesar da queda no número total de publicações em 2022, mantém-se a tendência a qualidade em termos de Fator de Impacto (FI) dos periódicos. Neste ano, 97 artigos foram publicados em periódicos de Fator de Impacto maior ou igual a 6.

Evolução do total de publicações dos usuários externos das instalações do CNPEM

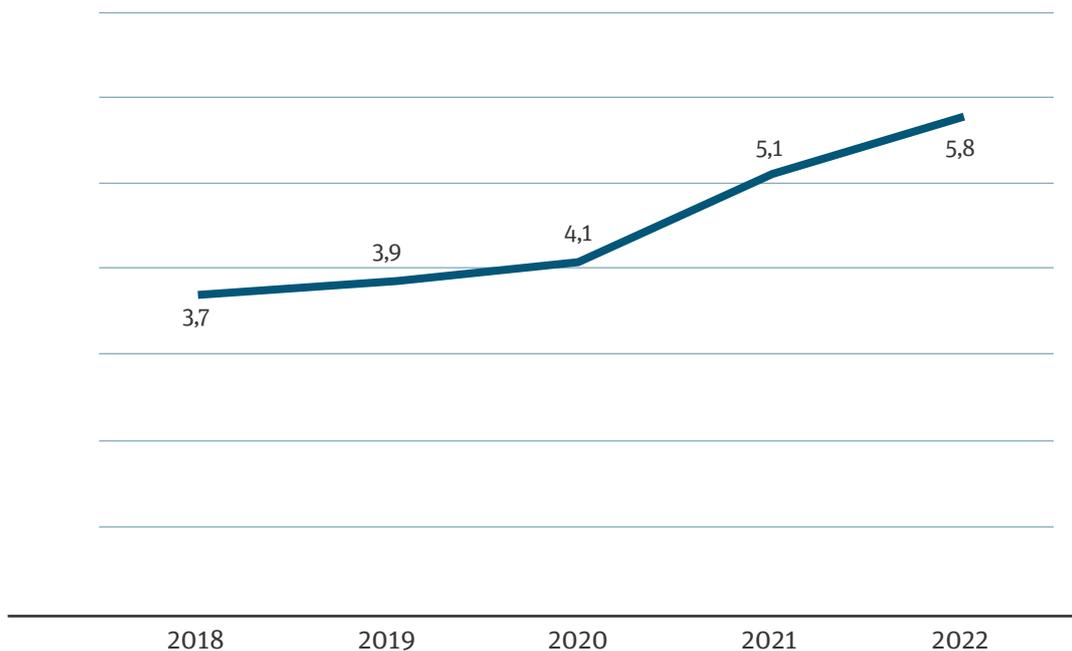


Número de artigos externos por faixa de Fator de Impacto 2018-2022



*Os artigos com Fator de Impacto indefinido se referem a periódicos que estão sem cadastro no Journal Citation Reports (JCR), ou periódicos recém-criados com número de citações insuficientes para atribuição de um FI no período considerado.

Fator de Impacto médio dos artigos externos 2018-2022



Compreende a execução de programas estratégicos e de fronteira, de caráter multidisciplinar, alinhados as prioridades do MCTI e do Estado brasileiro e com potencial impacto econômico e social. A pauta de P&D se beneficia do moderno parque de equipamentos e competências disponíveis no CNPEM e tem caráter abrangente, envolvendo o aprimoramento e desenvolvimento de métodos e técnicas experimentais e instrumentação científica que permite impactar os demais eixos de atuação do Centro. Destacam-se, neste eixo, os Programas Estratégicos de P&D desenvolvidos por pesquisadores internos, e o desenvolvimento e aprimoramento de instrumentação científica e métodos experimentais que são aplicados tanto na execução de Projetos Estruturantes, quanto disponibilizados para amplo acesso da comunidade externa – como e o caso do Projeto Sirius.



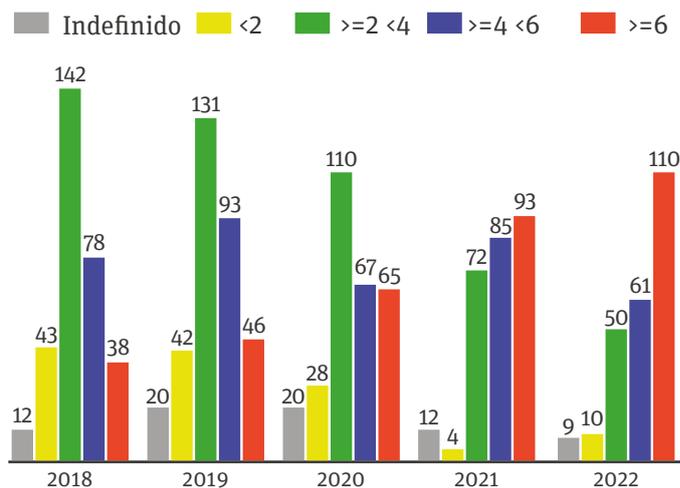
O CNPEM dispõe de uma equipe multidisciplinar dedicada às atividades internas de pesquisa, bem como profissionais qualificados em áreas de engenharia e instrumentação. A manutenção das atividades relacionadas à P&D interna requer profissionais altamente qualificados e aptos para pesquisa básica e aplicada de fronteira, e para o desenvolvimento tecnológico de instrumentos e instalações científicas que serão utilizadas na pesquisa interna e por usuários externos. As atividades desenvolvidas nos Programas e Subprogramas em Áreas Estratégicas de P&D, bem como os desenvolvimentos relacionados a Projetos de Futuro estão descritos em detalhes na Parte II deste relatório.

Considerando apenas a carreira científica, no final de 2022 o Centro possuía 123 funcionários de diversas áreas do conhecimento, com destaque para física (33%), ciências biológicas (22%) e química (14%). Entretanto, diversos profissionais dentre os 192 colaboradores da carreira de especialista

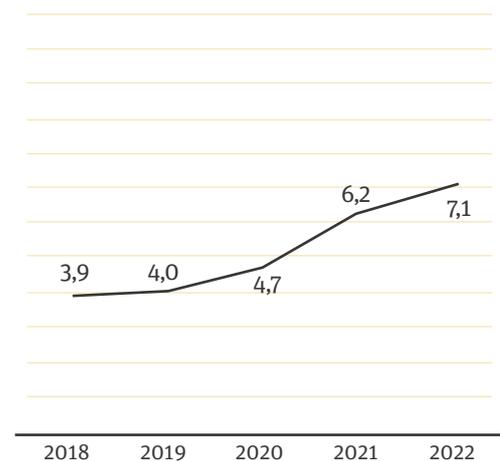
também participam ativamente da P&D interna, assim como os jovens pesquisadores em processo de formação, vinculados ao Centro através de bolsas de pós-doutorado e pós-graduação contribuem para a produção científica interna do CNPEM.

Em 2022 os membros internos do CNPEM publicaram 240 artigos indexados na Web of Science. Considerando a publicação do Centro dos últimos cinco anos, observa-se que o padrão de crescimento da qualidade das publicações, aumentando a participação relativa e absoluta de artigos publicados em periódicos de Fator de Impacto maior ou igual a 6. Considerando os artigos em periódicos de FI maior ou igual a 6, foram publicados 110 artigos nessa faixa, o que corresponde a 46% do total das publicações internas no Centro. Já em 2018, por exemplo, foram publicados 38 artigos na faixa de FI, correspondendo a apenas 12% das publicações internas daquele ano. No geral, o FI médio também tem aumentado ano a ano, chegando ao recorde de 7,1 em 2022.

Números de artigos internos publicados por faixa de Fator de Impacto (2018-2022)



Fator de Impacto médio dos artigos internos (2018-2022)



Taxa de Publicação da Pesquisa Interna

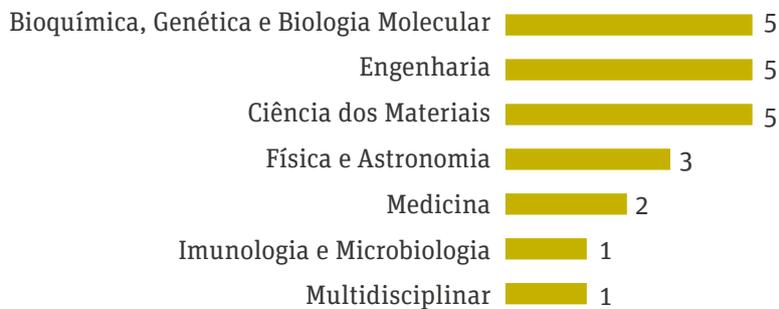
O cálculo da taxa de publicação de pesquisa interna, indicador número 8 da lista de indicadores de desempenho relacionados ao contrato de gestão, considera um subgrupo dos pesquisadores da carreira científica do CNPEM e um conjunto de especialistas que mantém atividades de pesquisa e desenvolvimento que resultam em artigos científicos.

Para efeito da apuração do indicador, em 2022 o CNPEM contou com 94 pesquisadores internos. Estes pesquisadores foram responsáveis pela publicação de 165 artigos científicos indexados na *Web of Science*, o que correspondeu a uma taxa de 1,8 artigos por pesquisador interno. O fator de impacto máximo deste subconjunto de artigos foi de 32¹.

1. Semenok, D. et al. (2022), Effect of Magnetic Impurities on Superconductivity in LaH10, *Advanced Materials*. <https://doi.org/10.1002/adma.202204038>

Em 2022 foram firmados 4 novos acordos de P&D, além do início da execução de um projeto captado em 2019 no âmbito do Programa Nacional de Apoio à Atenção Oncológica (PRONON), do Ministério da Saúde, totalizando 22 acordos vigentes ao final de 2022. No último ano, manteve-se a captação de recursos de agências públicas de fomento à pesquisa, das quais foram contratados 19 novos auxílios à pesquisa (Fapesp e CNPq), que totalizaram conjuntamente cerca de R\$ 15 milhões. Os acordos de P&D com outras instituições e os auxílios à pesquisa refletem as competências multidisciplinares do CNPEM, capaz de atuar em projetos em diversas áreas do conhecimento.

Áreas dos acordos de P&D vigentes em 2022



Novos acordos de P&D firmados em 2022



Materiais Quânticos: Spintrônica, Minerais Estratégicos e *Machine Learning*

O projeto com financiamento da Finep em cooperação com a Universidade Federal de Viçosa, tem como objetivo a simulação computacional de minerais estratégicos e o desenvolvimento de um estudo combinando cálculos de primeiros princípios e técnicas de aprendizado de máquina em diferentes etapas para analisar as propriedades de materiais 2D e nano-heteroestruturas, para aplicações em foto-eletrólise da água.



Estudo Multidisciplinar de Novos Minerais Estratégicos e Avaliação de Risco da Mineração na Elevação de Rio Grande (Atlântico Sul)

O convênio financiado pela Finep, sendo a principal executora a Universidade de São Paulo (USP), tem como objetivo avaliar o potencial de recursos de depósitos polimetálicos do fundo do mar, na Elevação de Rio Grande. O projeto busca uma avaliação que considere aspectos geológicos, ambientais, tecnológicos e sociais, para estudar e mensurar riscos da exploração mineral no fundo do mar.



Especificação e projeto conceitual de um acelerador linear para a produção de radioisótopos

O acordo de cooperação com o CERN (Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear) tem por objetivo o desenvolvimento de expertise no CNPEM para a especificação e criação de um projeto conceitual de um acelerador linear para a produção de radioisótopos.

Treinamento e participação de estudantes no "CERN Summer Student Programme"

A Cooperação visa possibilitar a participação de estudantes da área de física no "CERN Summer Student Programme", que oferece aos alunos de bacharelado ou mestrado em física, computação, engenharia e matemática uma oportunidade de participar do trabalho diário das equipes de pesquisa que participam de experimentos no CERN.

Demais Instituições de Ensino e Pesquisa parceiras em acordos de P&D vigentes em 2022



Pesquisadores do CNPEM premiados em 2022

Pesquisadora do CNPEM é uma das 25 laureadas no 2º Prêmio 3M Mulheres na Ciência

A pesquisadora do CNPEM Thamy Livia Ribeiro Corrêa foi uma das premiadas na 2ª edição do edital 25 Mulheres na Ciência América Latina. Promovido pela 3M, o prêmio busca reconhecer 25 mulheres cientistas que por meio de seu trabalho nas áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática melhoram a vida das pessoas e suas comunidades.

Na proposta selecionada, Thamy descreveu uma família de enzimas com inédita capacidade de atuação em polímeros PET e outros plásticos, como polietileno de alta densidade (HDPE). A pesquisa abre caminhos para o reaproveitamento de plásticos, aliviando seu descarte e acúmulo no meio ambiente.

Relatos sobre enzimas degradadoras de plásticos são feitos desde 2005, mas foi em 2016 que a bactéria *Ideonella sakaiensis*, capaz de utilizar PET como fonte de carbono foi isolada. “A descoberta de PET hidrolases foi um passo importante tanto no fornecimento de uma solução biotecnológica potencial para a questão dos resíduos, como na compreensão de como a biologia está se adaptando à presença de resíduos plásticos no meio ambiente”, explica a pesquisadora.



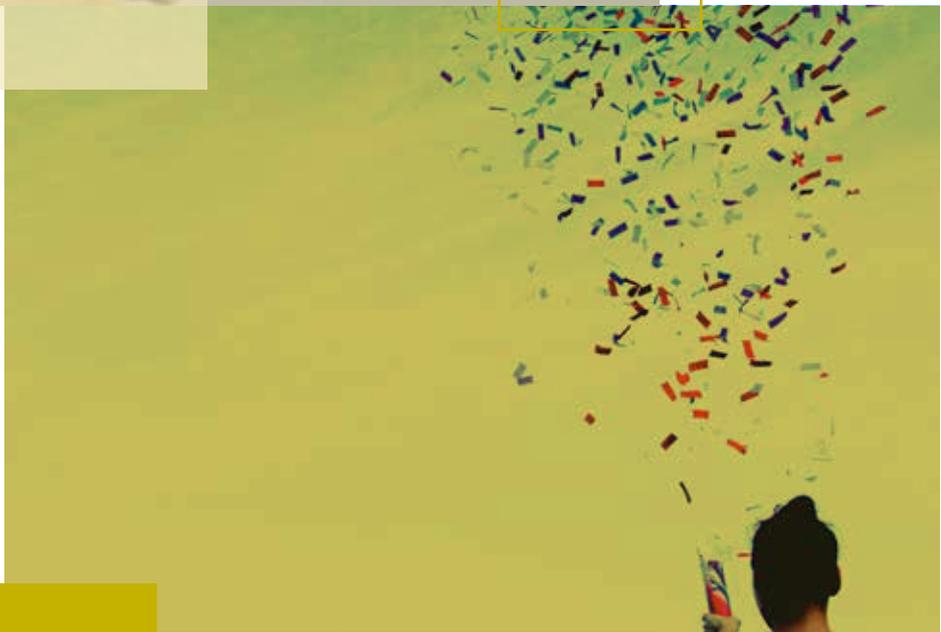
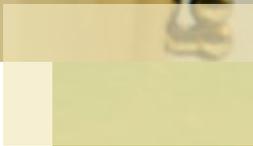
Pesquisadores do CNPEM premiados no Brazilian Materials Research Society (B-MRS)



O CNPEM foi destaque na XX edição do Brazilian Materials Research Society (B-MRS), evento internacional promovido pela Sociedade Brasileira de Materiais (SMPMat).

O evento reúne anualmente pesquisadores e estudantes de engenharias, física, química e biologia, de diversos países que trabalham em projetos científicos inovadores na área.

Na última edição, realizada em Foz do Iguaçu entre 25 e 29 de setembro, os estudantes Murillo Henrique Matos Rodrigues e Raphaela de Oliveira, que atuam no CNPEM como bolsistas de Doutorado, e Nicolli de Freitas, analista do Centro, foram agraciados com dois prêmios cada um na cerimônia de encerramento por trabalhos que desenvolveram no Centro.



Promove a inovação no País, por meio de parcerias em PD&I, apoiando empresas no escalonamento e transferência de tecnologias e know-how e atendimento a demandas de empresas de alta complexidade tecnológica oriundas de diferentes setores produtivos.



EIXO 3

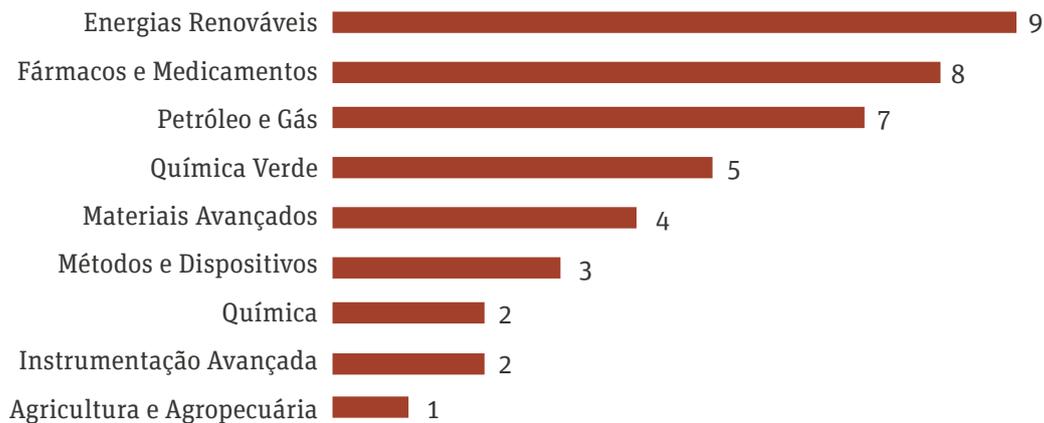
O CNPEM tem fortalecido seus resultados e a sua estrutura para apoiar a geração de inovações no país, por meio de várias formas de cooperação com o setor produtivo e com outros atores do Sistema Nacional de CT&I, nas quais o Centro dedica sua infraestrutura e competências, bem como seus recursos humanos altamente qualificados, para resolver desafios complexos, que aumentam a competitividade das empresas brasileiras.

O CNPEM atua no apoio à inovação por meio da interlocução com os setores empresariais, parcerias em PD&I, transferência de tecnologias e prestação de serviços tecnológicos. Os projetos podem ser financiados por recursos próprios da empresa e/ou instituições de fomento e fundos de apoio. Além destas atividades, o Centro também

promove fóruns específicos de discussões com o setor empresarial e visitas às instalações com a finalidade de estimular novas parcerias.

No ano de 2022 foram firmados 12 novos projetos com empresas, totalizando R\$ 55 Milhões captados para execução até 2026, representando um recorde para a instituição. Destes novos projetos contratados, 6 contam com cofinanciamento EMBRAPPII, sendo que em 4 deles foram utilizados recursos provenientes da nova cooperação da EMBRAPPII com o BNDES. Ao final de 2022, o Centro contava com 41 projetos com empresas vigentes. Com relação à proteção de tecnologias desenvolvidas pelo CNPEM, em 2022 foram protegidas 16 novas tecnologias e 15 proteções internacionais de tecnologias depositadas anteriormente foram realizadas.

Áreas de aplicação dos projetos em parcerias com empresas vigentes em 2022



Tecnologias transferidas em 2022

No ano de 2022, o CNPEM teve novo recorde histórico em transferência de tecnologias: foram firmados 4 novos contratos de licenciamento, envolvendo 7 tecnologias, nas áreas de materiais avançados para indústria automotiva, engenharia e instrumentação, materiais renováveis e saúde. Uma das tecnologias licenciadas foi um adesivo a base de materiais renováveis e sem o uso de solventes licenciado para a empresa Klabin S.A. Outros dois licenciamentos foram fruto de um projeto colaborativo com a empresa Robert Bosch, no qual duas patentes referentes a uma autopeça desenvolvida também a partir de materiais de origem renovável foram licenciadas para a empresa parceira. Ainda neste ano, foram licenciadas para a *startup* 3DBS o *know-how* e as metodologias do modelo de culturas 3D de fígado e barreira intestinal de propriedade do CNPEM e os aprimoramentos feitos nos modelos tridimensionais de pele dermo-epidérmica bioimpressas. Por fim, a tecnologia de detectores de Raios-X Mobipix, desenvolvida para linhas de luz síncrotron foi transferida para a empresa PI-TECNOLOGIA (PITEC).

Unidade Embrapii Biotecnologia CNPEM é destaque em 2022



Em 2022, a Unidade Embrapii Biotecnologia CNPEM recebeu o prêmio de Unidade de destaque de 2022 pelo empenho na contratação de projetos na área de fármacos, durante o 16º Encontro das Unidades Embrapii, em Fortaleza (CE). Credenciada desde 2014, a Unidade CNPEM recebeu o reconhecimento pelo valor total de projetos contratados em 2022, que ultrapassou R\$38 milhões, um recorde histórico para a Unidade CNPEM. A unidade também alcançou a nota 98 de 100 pelo sistema de avaliação da Embrapii, tendo superado diversas das principais metas estabelecidas pela instituição de fomento para seu atual plano de ação.

A Unidade Embrapii CNPEM também passou a integrar a Rede MCTI/Embrapii de Inovação em Bioeconomia, iniciativa criada em 2022 que conta com um ecossistema integrado de 28 Unidades Embrapii e tem como objetivo fomentar atividades de PD&I entre centros de pesquisa e empresas, agregando valor e sustentabilidade à biodiversidade brasileira. A rede conta com quatro comitês técnicos, dentre eles o de Bioeconomia Industrial, que tem como líder a coordenadora da Unidade Embrapii CNPEM. Outra importante ação da Rede foi o lançamento da modalidade *Basic Funding Alliance*, que destina recursos a P&D pré-competitivos (TRL entre 2 e 4) entre Unidades Embrapii, empresas e *startups*, com foco em novas rotas tecnológicas na área de bioeconomia. O CNPEM submeteu uma proposta de projeto em parceria com a Unidade Embrapii FMRP-USP, as empresas Cristália e Phytobios e a *startup* NINTX para pesquisa de fármacos com base na biodiversidade brasileira, que foi aprovada em dezembro.

Outra conquista da Unidade Embrapii CNPEM foi o credenciamento para receber recursos para projetos de PD&I com empresas provenientes da cooperação entre a Embrapii e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), para cofinanciamento de projetos contratados nas áreas de materiais avançados, novos biocombustíveis, economia circular, florestas nativas, bioeconomia e produtos estratégicos para o SUS. Um grande diferencial desta modalidade é a possibilidade de aporte EMBRAPII/BNDES de 50% do valor total de projetos firmados com *startups*, conforme definição da Lei Complementar nº 182/2021.

Compreende ações voltadas para a capacitação e continua qualificação de recursos humanos dedicados a temas na fronteira do conhecimento e de relevância industrial, abrangendo a organização de eventos científicos, cursos de capacitação, treinamentos e ações de divulgação para público amplo. Estes esforços constituem importante contribuição do CNPEM para a consolidação de um ambiente de pesquisa criativo, produtivo e sustentável. Além de contribuir para a contínua ampliação da base de usuários externos, esses esforços permitem a difusão do conhecimento científico e técnico – por exemplo, via capacitação de pesquisadores em técnicas de pesquisa, sejam elas singulares ao CNPEM ou disponíveis em outras instituições.



Eixo 4

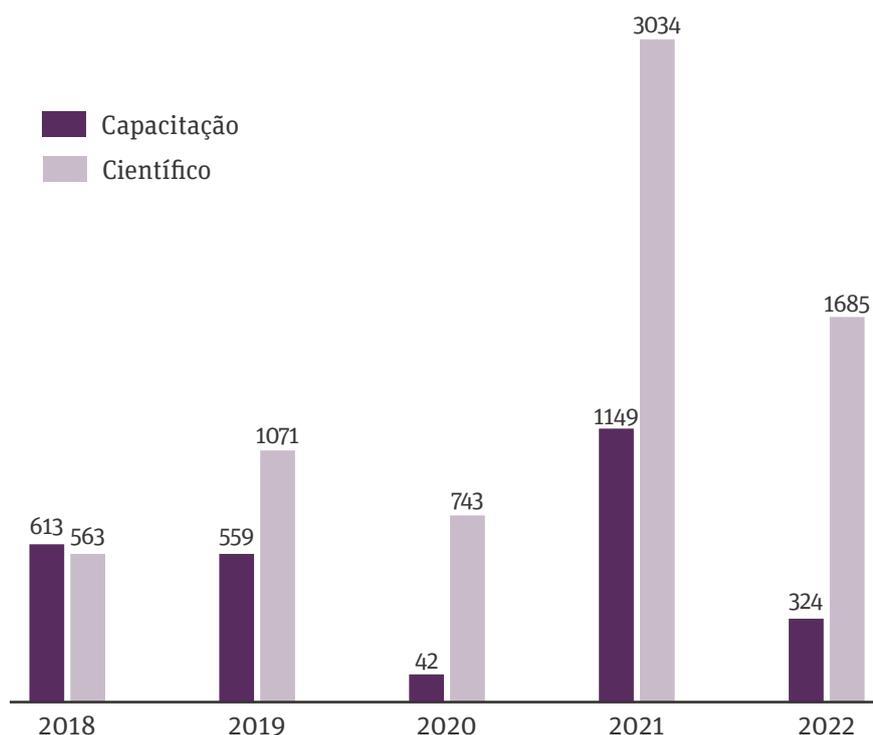
Uma das missões do CNPEM é fomentar o intercâmbio de conhecimento e a formação de recursos humanos qualificados para apoiar o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI). O Centro cumpre essa missão através da organização de eventos científicos, de capacitação e treinamento, que recebem participantes em diferentes fases da carreira acadêmica em instituições brasileiras e internacionais. Nesses eventos, os pesquisadores se informam sobre os estudos em andamento em seu campo de atuação, trocam experiências com os pares e formam redes para colaborações futuras, além de se capacitarem em técnicas e ferramentas que corroboram para o avanço de suas pesquisas.

Em 2022, o CNPEM organizou 9 eventos de capacitação e 11 eventos científicos. Os eventos de capacitação contabilizaram 242 horas de formação para 324 participantes. Já os eventos

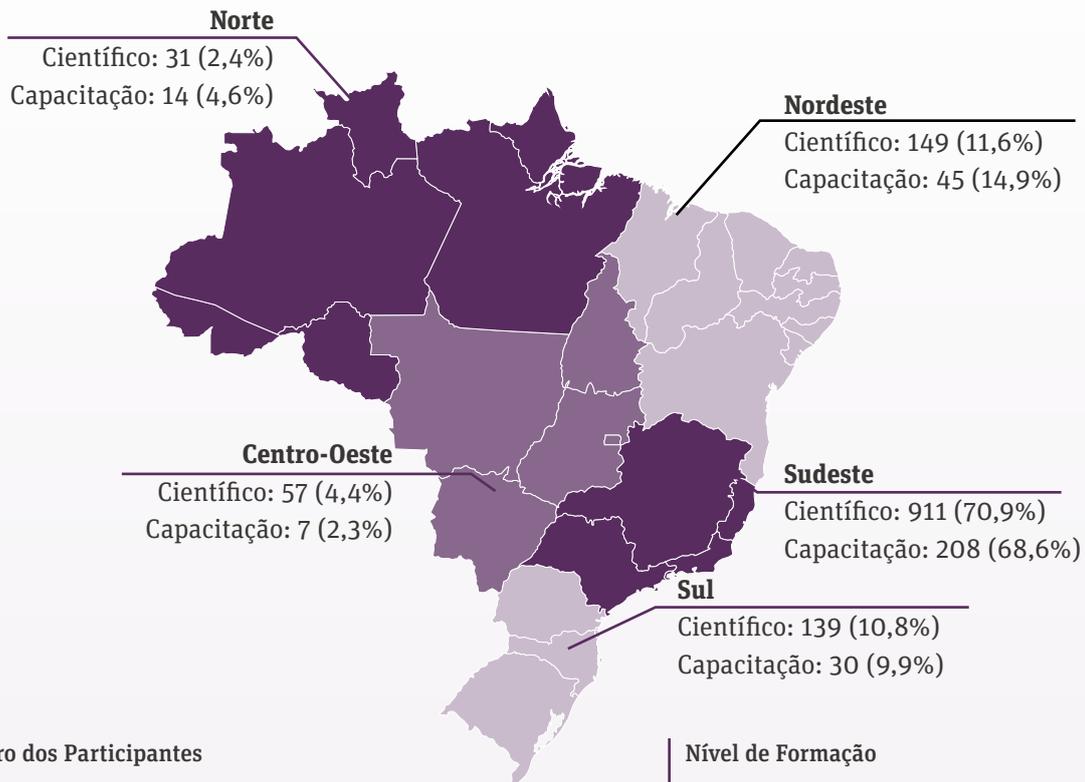
científicos reuniram um total de 1685 participantes de 23 estados brasileiros mais o DF, e 45 países. Com o avanço da cobertura vacinal, a pandemia de Covid-19 se arrefeceu e as condições para a realização dos eventos presenciais foram restabelecidas. Dos vinte eventos realizados pelo CNPEM no decorrer do ano, metade foi presencial, cinco ocorreram no modelo híbrido e os demais no modelo virtual.

A retomada dos eventos presenciais permitiu que os participantes recuperassem as possibilidades de troca e aprendizado de que foram privados durante a realização dos eventos virtuais, principalmente no caso das capacitações, que muitas vezes envolvem aulas práticas nos laboratórios. Contudo, isso implicou em uma redução esperada no número de participantes externos em comparação a 2021, mas ainda com um número de participantes superior a anos anteriores.

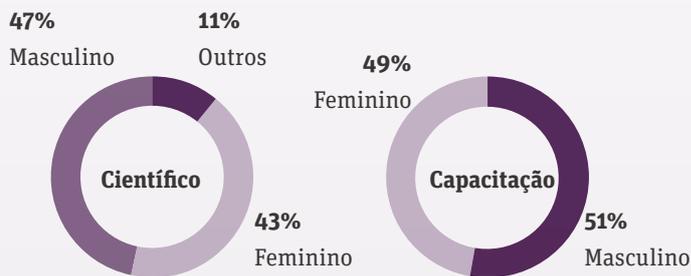
Número de participantes em eventos científicos e de capacitação 2018-2022



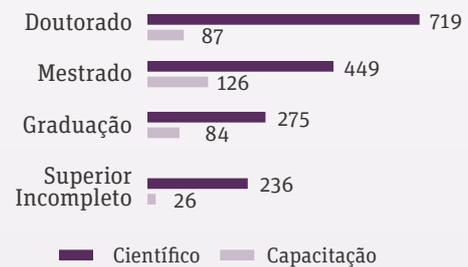
Distribuição geográfica e perfil dos participantes de eventos de capacitação e científicos de 2022



Gênero dos Participantes



Nível de Formação



País	Capacitação	Científico
Brasil	303	1285
Estados Unidos	0	61
Alemanha	0	54
Argentina	10	26
França	1	35
Reino Unido	0	28
Colômbia	1	22
Taiwan	0	18
Suécia	0	16
Suíça	0	15
Itália	0	12
Tailândia	0	11
Áustria	0	11
Dinamarca	0	9
Espanha	0	7
China	0	6
Peru	2	5
Chile	2	2
Japão	0	5
Luxemburgo	0	5
México	1	4
Rússia	0	5
Uruguai	1	4

País	Capacitação	Científico
Moçambique	0	4
Noruega	0	4
Equador	2	1
Polônia	0	3
República Checa	0	3
África do Sul	0	3
Índia	0	3
Canadá	0	2
Cuba	1	1
Países Baixos	0	2
Arábia Saudita	0	1
Austrália	0	1
Bélgica	0	1
Eslovênia	0	1
Etiópia	0	1
Honduras	0	1
Irã	0	1
Israel	0	1
Jordânia	0	1
Portugal	0	1
Romênia	0	1
Ucrânia	0	1
Venezuela	0	1

Linha do tempo dos eventos de capacitação e científicos de 2021

2º Cedro Workshop - Brazilian Workshop on Synchrotron Radiation Circular Dichroism

Entre os dias 23 e 24 de junho de 2022, foi realizada a segunda edição do *Cedro Workshop – Brazilian Workshop on Synchrotron Radiation Circular Dichroism*. O evento, que aconteceu de forma híbrida, foi promovido pelo Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS). O conteúdo programático incluiu palestras de usuários experientes das linhas de luz, *flash talks* e sessões de pôsteres dos participantes. Os objetivos foram apresentar à comunidade científica a linha de luz que está sendo montada no Sirius, assim como as vantagens de se utilizar a radiação síncrotron como uma fonte de luz para dicróismo circular. A expectativa é que, a partir do evento, se forme uma comunidade de usuários da linha de luz no Brasil e na América Latina.

23 - 24
de junho

Híbrido

66 participantes
externos

Científico



V AFM Workshop

6-7 de
julho

Presencial

57 participantes
externos

Científico



Sob a organização dos profissionais do Laboratório de Microscopia de Força Atômica e Síntese (MFAS) do Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano) e de outros pesquisadores do CNPEM, o V Atomic Force Microscopy Workshop foi realizado nos dias 6 e 7 de julho de 2022. O objetivo do evento é introduzir às técnicas de microscopia de varredura por sonda, suas diferentes aplicações, bem como o estado da arte da tecnologia na área de microscopia de força atômica. Esse é um evento aberto a estudantes de pós-graduação, pesquisadores, técnicos e profissionais envolvidos em pesquisa, ensino e inovação. Além disso, nessa edição, foram apresentados os novos lasers modelo NanoIR2-s (ANASYS/BRUKER).

Minicurso Gwyddion – Tratamento de imagens de AFM

O Minicurso Gwyddion – Tratamento de imagens de AFM foi um evento satélite que aconteceu após a realização do AFM Workshop. O pré-requisito para participar do minicurso era ter participado dos dois dias do workshop. Durante o minicurso, os dez participantes, foram abordadas as noções básicas do Gwyddion, um software de código aberto para ao tratamento de imagens de microscopia de força atômica.

8 de
julho

Presencial

24 participantes
externos

7
horas

Capacitação



Escola Ricardo Rodrigues de Luz Síncrotron (ER2LS) - 5ª edição

Em julho, foi realizada a 5ª edição da Escola Ricardo Rodrigues de Luz Síncrotron sob organização do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS). O objetivo é ampliar a capacitação da atual comunidade de usuários do LNLS, assim como impulsionar a formação e o treinamento de novos usuários, tornando-os aptos a utilizar as técnicas de luz síncrotron em suas áreas de pesquisa. O evento ocorreu de forma híbrida, sendo que na primeira semana, entre os dias 11 a 15 de julho, foram realizadas aulas teóricas e sessões de discussões online. A semana seguinte foi dedicada às atividades práticas nas instalações do Sirius, incluindo as linhas de luz, aceleradores e laboratórios de apoio.

11-15 de julho | Híbrido | 166 participantes externos | 55 horas | Capacitação



Escola Sirius para Professores do Ensino Médio (ESPEM 2022)

25-29 de julho | Híbrido | 45 participantes externos | 40 horas | Capacitação



Entre os dias 25 e 29 de julho, aconteceu de forma virtual a Escola Sirius para Professores do Ensino Médio (ESPEM), organizada pelo Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), em parceria com a Sociedade Brasileira de Física (SBF). A Escola recebe inscrições de Física, Química e Biologia das redes municipal, estadual, federal ou privada de todo País. Os participantes selecionados tiveram aulas expositivas sobre a fonte de luz síncrotron, introdução à ciência e tecnologia dos aceleradores de partículas, produção da luz síncrotron, e à interação entre luz e matérias e suas aplicações. A realização da Escola é uma forma de levar à sala de aula ideias da ciência moderna.

“Esse evento foi extremamente significativo para minha carreira. Elucidou questões que eu, como professora, sempre me perguntava. Agora posso explicar aos meus alunos com mais clareza como acontece o processo de descoberta de estruturas nanométricas e menores! E o melhor... dizer que isso também é feito no Brasil! Agradeço a oportunidade que me deram, estou muito feliz que pude participar desse grande evento! Me comprometo a compartilhar tudo o que eu aprendi aos meus alunos e colegas de profissão!”
Liliane Ravena Monteiro Martins, Professora participante da ESPEM 2022, Codó, Maranhão.

VI Curso de Introdução – Nanotecnologia & Nanotoxicologia

Sob a coordenação do Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano), aconteceu entre os dias 18 e 19 de agosto a sexta edição do Curso de Introdução de Nanotecnologia e Nanotoxicologia em formato totalmente online. A formação é gratuita e o público é abrangente, de estudantes da graduação à pós-doutores, profissionais da indústria e empresários interessados no tema. O objetivo foi possibilitar aos participantes uma formação com uma visão geral do estado da arte da pesquisa em nanotecnologia, nanotoxicologia e nanosegurança. Além disso, os participantes da formação fizeram uma visita virtual às instalações do LNNano para conhecer as instalações abertas, as atividades e linhas de pesquisa.

18-19 de agosto | Virtual | 400 participantes externos | Científico



Machine Learning School for Materials

A Machine Learning School for Materials é um dos primeiros eventos no país nessa temática, por isso o objetivo é consolidar a área de *machine learning* para materiais, criando um ambiente interdisciplinar que favoreça colaborações futuras. Além de reunir a comunidade local, pesquisadores de fora do Brasil também participaram do evento, agregando uma visão mais ampla sobre o tema. Várias aplicações de *machine learning* serão abordadas, como materiais quânticos, nanotoxicologia e materiais bidimensionais. Com relação à organização dos dias de evento, os dois primeiros serão de seminários em que os participantes externos poderão participar online ou presencialmente; o terceiro dia é destinado para o ensino dos alunos da Ilum – Escola de Ciência.

5 a 7 de setembro

Híbrido

383 participantes externos

Científico



18ª International Small-Angle Scattering Conference (SAS2022)

11-16 de setembro

Híbrido

254 participantes externos

Científico



Em setembro de 2022, o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron sediou a 18ª edição do International Small-Angle Scattering Conference, um evento internacional que reúne especialistas em espalhamento a baixo ângulo, uma técnica analítica que mede a intensidade dos raios x espalhados por uma amostra como uma função do ângulo do espalhamento. O evento também conta com eventos satélites, como a SAXS School, em que os participantes aprendem análise de dados de dispersão de sistemas biológicos. Outro desdobramento da Conferência foi a publicação de uma edição especial do periódico Journal of Applied Conference com uma seleção de artigos apresentados na SAS 2022.

Biophysics Latin America Mini-Course: In-situ SRCD, Micro-FTIR and Coherent X-Ray diffraction

Entre os dias 01 e 03 de setembro, o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) sediou o Biophysics Latin America Mini-Course, um evento satélite da 46ª Congresso da Sociedade Brasileira de Biofísica (SBBf), co-organizado pela 51ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular. O objetivo é focar em três novas técnicas e linhas de luz disponíveis no Sirius, a fonte de luz síncrotron brasileira. Cada uma das linhas é dedicada à uma técnica, e cada uma delas será apresentada em um dia diferente do mini-curso. O foco desse curso é atender estudantes e cientistas em início de carreira e o oferecimento presencial permite que eles tenham a oportunidade de interagir no estimulante ambiente de pesquisa do Sirius.

1-3 de setembro

Presencial

23 participantes externos

24 horas

Capacitação



Curso de Operação de Biorreatores de Bancada

O Laboratório Nacional de Biorenováveis (LNBR) promoveu o Curso para Operação de Biorreatores de Bancada entre os dias 12 e 16 de setembro. O objetivo é capacitar os participantes na calibração, configuração, montagem, monitoramento e operação de biorreatores fermentativos agitados mecanicamente (*Stirred Tank Reactor – STR*). Nessa formação, estão previstas atividades teóricas e a formação prática para os participantes, cujas turmas são reduzidas para melhor entendimento do conteúdo.

12-16 de setembro

Presencial

8 participantes externos

40 horas

Capacitação



22nd International Magnetic Measurement Workshop (IMMW22)

26-30 de setembro

Virtual

92 participantes externos

Científico



Estudos sobre campos magnéticos são importantes pela aplicação em aceleradores magnéticos e dispositivos de inserção, componentes dos aceleradores de partículas. Com o objetivo de promover um fórum para apresentações e discussões sobre essa temática, o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) sediou o 22º Workshop Internacional de Medidas Magnéticas (IMMW22), entre os dias 26 e 30 de setembro. Essa edição foi realizada no modelo virtual e abordou temas como sensores, instrumentos e métodos.

International Sirius Workshop on Heterogeneous and Hierarchical Materials (H2Mat)

Entre os dias 3 e 4 de outubro o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) promoveu o primeiro *Workshop* Internacional em materiais heterogêneos e hierárquicos (H2Mat). Como é de tradição dos eventos do CNPEM, o H2Mat tem como objetivo reunir e incentivar as trocas entre os usuários que aplicam a radiação síncrotron e técnicas similares para estudar os materiais heterogêneos e hierárquicos em laboratórios de referência em todo o mundo. No H2Mat será discutida as oportunidades oferecidas pela aplicação das técnicas avançadas de síncrotron nas pesquisas com esses materiais. Além de palestras e *flash talks*, os participantes puderam apresentar suas descobertas científicas, em formato *online* e gratuito.

3-4 de outubro

Virtual

77 participantes externos

Científico



3rd AgroEnviro Workshop

O Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) organizou o 3^o Workshop AgroEnviro – Processos de Rizosfera e Hifosfera que afetam fósforo, carbono e ciclagem de nutrientes. O objetivo do workshop é demonstrar aos participantes o potencial do uso das técnicas de luz síncrotron do Sirius no enfrentamento das lacunas técnicas no conhecimento mecanicista sobre o sistema de raízes solo-rizosfera-planta. O AgroEnviro é uma oportunidade de conhecer diferentes cientistas com interesse e expertise em tópicos relacionados a agricultura sustentável e à gestão ambiental. Além dos palestrantes do CNPEM, foram convidados palestrantes de outras instituições do Brasil e do mundo.

5-7 de outubro

Presencial

63 participantes externos

Científico



I Minicurso de Função de Distribuição de Pares em Difração de Elétrons (ePDF)

10-11 de outubro

Presencial

66 participantes externos

Científico



Essa foi a primeira edição do Minicurso de Função de Distribuição de Pares em Difração de Elétrons (ePDF), uma ferramenta importante para elucidar a estrutura atômica de nanomateriais. O curso foi ministrado por pesquisadores do Laboratório Nacional de Nanomateriais (LNNano) e por dois docentes de universidades internacionais. O ePDF é voltado para alunos de pós-graduação e pesquisadores em nanomateriais que tem experiência com Microscopia Eletrônica de Transmissão (TEM).

Curso de Caracterização Química de Bagaço e Palha de Cana-de-açúcar

Anualmente o Laboratório Nacional de Biorrenováveis (LNBR) oferece o Curso de Caracterização Química de Bagaço e Palha de Cana-de-açúcar, uma formação gratuita voltado para alunos da graduação, pós-graduação e profissionais com atuação em instituições de pesquisa e ensino que envolvam a temática de processamento de biomassas. Nas vinte horas de curso, são apresentados os conceitos teóricos sobre as biomassas vegetais envolvendo a metodologia analítica e os cálculos utilizados para balanço nos processos. O objetivo é disseminar a técnica de caracterização físico-químico de bagaço e palha da cana-de-açúcar.

17-19 de outubro

Presencial

5 participantes externos

20 horas

Capacitação



“Esse evento me ajudou a perceber melhorias que posso implementar em termos metodológicos, além de me proporcionar a conexão com pesquisadores do Brasil inteiro. Além disso, as visitas às instalações mostraram como posso utilizar a infraestrutura do centro para escalar as tecnologias que venho desenvolvendo.” **Yasmim Arantes da Fonseca, doutoranda no Programa de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Santa Bárbara, Minas Gerais.**

Encontro dos Usuários do LNLs

Entre os dias 10 e 11 de novembro aconteceu o 32º Encontro dos Usuários do LNLs, que reuniu pesquisadores que utilizam a instrumentação científica disponível para realizar experimentos de ponta em diversas temáticas, como Ciência de Materiais, Saúde e Farmacologia, Ciências Ambientais, Energia, entre outras. A RAU cumpre o importante papel de fomentar a participação da comunidade científica na definição das necessidades dos pesquisadores para as novas fontes de luz do Sirius. Para ampliar a participação dos usuários, o evento de 2022 aconteceu no modelo híbrido, com atividades acontecendo no Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLs) e com transmissão online. Além da programação com palestras, seminários e apresentação de trabalhos, durante a RAU foi deliberado o ganhador do Master's Thesis Award 2022.

8-10 de novembro

Híbrido

141 participantes externos

Científico



“A relevância está no estreitamento da ponte entre colegas de diferentes áreas que, em outro contexto científico, como congressos e simpósios, jamais se encontrariam, mas como existe esse ponto em comum que é o uso da luz síncrotron, nos encontramos anualmente na RAU. Esses encontros promovem colaborações e contribuições valiosas que partem de diferentes pontos de vista e enriquecem os projetos de pesquisa. Ainda, no momento atual, a RAU é um ótimo momento para nos atualizarmos sobre os andamentos da nova fonte de luz e o status das linhas.” **Mariana Stelling, professora Instituto Federal do Rio de Janeiro e orientadora do Programa Multicêntrico de Pós-Graduação em Bioquímica e Biologia Molecular.**

XI Workshop de Proteômica

16-18 de novembro

Virtual

210 participantes externos

Científico

Entre os dias 16 e 18 de novembro, o Laboratório Nacional de Biociências (LNBio) promoveu a sexta edição do Proteomics *Workshop*, um evento gratuito e em formato totalmente remoto. Nesses três dias, os participantes assistiram aulas ministradas por especialistas, palestras e *flash talks*, oferecidas por pesquisadores de instituições nacionais e internacionais. O evento cobriu uma extensa gama de conteúdos como proteômica quantitativa em larga escala, proteômica estrutural e direcionada e metaproteômica. Além da formação de futuros usuários, o Workshop cumpre a missão de integrar a comunidade de pesquisadores, brasileiros e de outros países.



Programa CNPEM de Capacitação para Trabalho em Laboratório NB3

Durante três dias, profissionais da saúde foram treinados para uso das instalações, equipamentos e procedimentos relacionados a estrutura de Laboratórios de Nível de Biossegurança (NB3). Nessas infraestruturas são manipulados agentes patogênicos de alta contenção biológica, o que exige o preparo dos profissionais que trabalham diretamente com esses agentes. Durante a formação, os participantes terão atividades teóricas e práticas.



16-18 de novembro



Presencial



3 participantes externos



24 horas

Capacitação



Short course on X-ray techniques and Data Analysis



28-30 de novembro



Presencial



37 participantes externos



13,5 horas

Capacitação



Realizado dentro da parceria entre o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) e Instituto de Cristalografia (IC-CNR) da Itália, o curso representou uma oportunidade para pesquisadores e alunos discutirem noções fundamentais de espalhamento de raios X de baixo ângulo e técnicas de difração de raios X. Os participantes praticaram a análise de dados usando programas amplamente utilizados no campo da cristalografia, bem como discutiram desenvolvimentos recentes do grupo italiano.

Cryo-EM Workshop

Com a finalidade de capacitar os participantes na preparação de amostras, obtenção de dados e processamento para partículas únicas em Cryo-EM, o Laboratório Nacional de Nanopartículas (LNNano) ofereceu o Workshop Cryo-EM. A criomicroscopia eletrônica de transmissão (Cryo-EM) é uma técnica utilizada para investigar a estrutura de biomoléculas, através do método de imersão rápida para vitrificar as amostras preservando a estrutura das partículas. A programação do workshop incluiu atividades teóricas e práticas para obter a determinação da estrutura da proteína através de partículas únicas da Cryo-EM.



29 de novembro a 1 de dezembro



Presencial



20 participantes externos



18 horas

Capacitação





Primeiro ano da turma do Bacharelado em Ciência e Tecnologia

O ano de 2022 é um marco para Ilum Escola de Ciência pelo início das aulas da primeira turma do Bacharelado em Ciência e Tecnologia (BCT). Como previsto, o processo seletivo iniciado em dezembro de 2021, foi concluído no final de fevereiro de 2022. O processo de seleção, que levou em consideração a análise da manifestação de interesse do candidato e a nota do ENEM, recebeu um total de 943 inscrições, com uma relação aproximada de 24 candidatos por vaga, e selecionou, após a entrevista de 200 candidatos, 40 para integrar a primeira turma, metade deles vindos da rede pública de ensino. Ingressaram estudantes das cinco regiões do país, com idade média de 18,5 anos e participação das mulheres em 48% das matrículas. A aula inaugural do curso foi proferida pelo Ministro de Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) no dia 7 de março de 2022. A Escola que oferta o bacharelado de forma totalmente gratuita é iniciativa do CNPEM e recebe recursos financeiros do Ministério da Educação (MEC) repassados por meio do Contrato de Gestão da Instituição com o MCTI.

Modelo Ilum de Ensino²



Alunos da primeira turma da Ilum

Uma das características inovadoras da Ilum é o seu modelo de ensino Mesas e Cadeiras, em que alunos formam grupos para resolver problemas e debater questões usando metodologias ativas de aprendizagem com o apoio de recursos educacionais digitais (principalmente audiovisuais e *softwares*), disponibilizados na plataforma Moodle e no computador pessoal de cada aluno. Em vez do modelo tradicional de aulas expositivas e demonstrações, destaca-se o processo de Avaliação para a Aprendizagem, que consiste na avaliação somativa (determinada pelo desempenho do aluno nos testes, provas, relatórios, e expressa por notas), e o foco na avaliação formativa contínua e sistematizada (avaliação com viés qualitativo, na forma de diário de bordo escolar) permitindo que sejam detectados pontos fracos da ensinagem. Nesse processo, o aluno deve usar sua avaliação somativa para perceber seus erros e acertos e ter controle de sua própria aprendizagem.

2. “Ensinagem” é um conceito pedagógico que destaca o processo indissociável entre ensino e aprendizagem, baseado na interação entre professor e aluno, e na concepção de que o ensino é ineficaz se não resultar na aprendizagem.

Práticas de pesquisa como componente curricular

Além dos componentes curriculares regulares do bacharelado, os alunos da Ilum cursam uma disciplina para imersão em práticas laboratoriais, apresentadas para introduzir de forma inovadora os alunos desde o início da formação ao contato com atividades realizadas em laboratório. Em 2022 os alunos visitaram as instalações do CNPEM e tomaram conhecimento dos projetos e atividades através de uma série semanal de palestras ministradas pelos próprios pesquisadores do Centro. Durante este primeiro ano, os alunos desenvolveram um projeto na disciplina de Iniciação à Pesquisa I, que combina atividades teóricas e práticas (laboratoriais) executadas na Ilum e nos laboratórios do CNPEM. Essa é uma disciplina de caráter único no curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia da Ilum. A disciplina tem como objetivo acelerar o processo de aprendizado do aluno no que se refere à prática e o fazer científico.

Durante as férias escolares, os alunos da Ilum participaram de atividades, projetos e cursos ministrados pelo CNPEM, nas modalidades presencial e remota. Essa é outra forma de imergi-los nas pesquisas em andamento nos Laboratórios Nacionais. Para as férias de janeiro e fevereiro de 2023 já estão previstas outras atividades, sendo que os projetos de pesquisa e orientadores já estão definidos.

Durante as férias escolares, os alunos da Ilum participaram de atividades, projetos e cursos ministrados pelo CNPEM, nas modalidades presencial e remota. Essa é outra forma de imergi-los nas pesquisas em andamento nos Laboratórios Nacionais. Para as férias de janeiro e fevereiro de 2023 já estão previstas outras atividades, sendo que os projetos de pesquisa e orientadores já estão definidos.



Aluna da Ilum em prática laboratorial

Apoio à permanência dos alunos

Outro diferencial da Ilum é o apoio oferecido aos estudantes para permanência e dedicação integral ao curso. Os alunos recebem moradias equipadas, um micromercado à disposição na área de vivência da Escola e um cartão vale-alimentação e um vale-refeição para o custeio da alimentação. Além disso, foram contratadas uma escola particular para oferta de curso de inglês; os serviços de atendimento psicoterapêutico e uma empresa de transporte para o deslocamento dos estudantes das moradias para a Ilum e o CNPEM. No âmbito da infraestrutura de Tecnologia da Informação destaca-se a entrega de 40 notebooks aos alunos, a configuração da plataforma moodle e outras melhorias relacionadas ao acesso à rede.

Infraestrutura

Em 2022, para os laboratórios da Ilum, que são utilizados pelos alunos nas aulas práticas e iniciação científica, foram adquiridos novos equipamentos para os fins de pesquisa. O primeiro deles é para realização de sínteses químicas em atmosfera controlada, e o segundo permite a realização de síntese de nanomateriais e de materiais 2D como sulfetos e molibdatos. Também foi instalado o equipamento termoluminescência para realização de medidas das propriedades luminescentes de materiais. Além disso, os estudantes contam com o acervo da biblioteca da Ilum com cerca de 1.000 livros e da biblioteca do CNPEM com mais de 5.500 exemplares



Biblioteca da Ilum

Ações de Comunicação

Durante o ano de 2022, a Ilum Escola de Ciência fez diversas ações de comunicação com o objetivo de construir e fortalecer a sua marca no mercado. Para as redes sociais foi produzida uma série de vídeos com o objetivo de apresentar os coordenadores e professores da faculdade e as respectivas temáticas abordadas por eles no projeto pedagógico. A iniciativa contempla 13 vídeos, que juntos somam mais de 4 mil visualizações, considerando os canais do Instagram, Facebook, LinkedIn e Youtube.

A divulgação do processo seletivo da Ilum

contou com uma ação de comunicação em parceria com o biólogo, pesquisador e influenciador digital Atila Iamarino. Foi produzido um vídeo para o Youtube com o título “Como podemos ver os vírus se eles são invisíveis?”, abordando áreas da microscopia e biologia, e relacionando o tema com a interdisciplinaridade da Ilum. Até o início de dezembro, o vídeo contava com 56 mil visualizações. A mensagem também foi reforçada através do Twitter que teve uma grande repercussão com 393 likes e 125 retweets.



Frame do vídeo em parceria com Atila Iamarino

Diálogos Ilum

A Escola promove os “Diálogos Ilum”, um ciclo de palestras sobre temas ligados a ensino, ciência, tecnologia e inovação, que ocorre semanalmente de maneira remota para o público externo e presencial para os estudantes da Ilum. Dirigido a educadores, potenciais alunos e demais interessados pelo tema, a iniciativa promoveu, em 2022, 27 palestras ministradas por cientistas e acadêmicos de destaque, dentre eles, Sylvio Canuto, Márcia Barbosa, Marcelo Fernandes, Sérgio Resende, entre outros. As palestras permanecem disponíveis na íntegra no canal do Youtube da Ilum.



Palestra do Prof. Sylvio Canuto no "Diálogos Ilum"

Ilum: capacitar e treinar, além das aulas

Em seu primeiro ano, a Ilum sediou três eventos que corroboraram com a divulgação científica e formação de recursos humanos, ao mesmo tempo, esses eventos contribuíram para fortalecer a imagem da Escola no que se refere às suas competências técnicas. O primeiro deles foi o Machine Learning School for Materials @Ilum que contou com a participação de 427 pessoas na plataforma online e 82 de forma presencial. O número expressivo, já em sua primeira edição, indica a importância desta área de pesquisa no contexto nacional e internacional.

Em outubro a Ilum sediou dois eventos, o Encontro Ilum de Educação, Ciência e Tecnologia e o “Ilum de Portas Abertas”. O primeiro tinha como objetivo consolidar um debate acadêmico ao proporcionar os necessários diálogos entre ciência e educação a partir da perspectiva das novas tecnologias e dos atuais desafios interdisciplinares. Já a “Ilum de Portas Abertas” recebeu estudantes do Ensino Médio que desejavam conhecer as suas instalações, a metodologia de ensino e a dinâmica das aulas práticas de laboratório. Dentre os objetivos, destacavam-se ampla divulgação da Ilum e de seu Bacharelado em Ciência e Tecnologia, visando à prospecção de candidatos para o próximo processo seletivo.

Visitas

A longo do ano, a Ilum recebeu 658 visitantes, dentre eles mantenedores de escolas, diretores, coordenadores, professores e alunos interessados provenientes de escolas públicas e privadas. A Escola também foi explorada pelo ambiente digital, com uma visita virtual especial para os alunos do Instituto Federal do Pará (IFPA), visando divulgar a metodologia inovadora, as condições de acesso e as ações de permanência em seu curso de Bacharelado. A convite do MCTI, o Diretor da Ilum, Prof. Dr. Adalberto Fazzio, participou de uma reunião com o Secretário de Pesquisa e Formação Científica (SEPEF), Marcelo Morales, o Diretor-Geral do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM), João Valsecchi do Amaral, e técnicos do MCTI cujo objetivo era apresentar e discutir o modelo de escola de nível superior adotado na Ilum com o intuito de replicar a experiência em Tefé (AM), cidade sede do IDSM.

Participação em Feiras, eventos e palestras

A Ilum marcou presença em diversas feiras e eventos em 2022: 74ª Reunião Anual SBPC; 13ª BENTOTEC: Feira de Ciências e Tecnologia da Etec Bento Quirino; Mostra Científica, Tecnológica e Cultural da Etec de Monte Mor; 19ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), além da Cápsula da Ciência CNPEM que viajou por sete estados brasileiros. O corpo docente da Ilum participou – ministrando ou como professores convidados – de diversas palestras e eventos científicos em diversas regiões do país ao longo do ano.

Centro de Vivência no CNPEM

Atualmente, os alunos da Ilum se mantêm todos os dias na sede da escola com acesso ao campus do CNPEM esporadicamente. Entretanto, em 2022 iniciou-se o desenvolvimento de um projeto do Centro de Vivência para os alunos, que será construído no campus do CNPEM. O objetivo é integrar os alunos ao campus e aos pesquisadores do CNPEM. Além disso, terão acesso aos ambientes de pesquisa dos Laboratórios Nacionais, fomentando o convívio e a discussão com a população do campus do CNPEM. A contratação do escritório de arquitetura responsável foi consolidada em abril de 2022 e, na sequência, com o apoio do escritório contratado, iniciou-se os processos de contratação dos demais projetistas especialistas, como fundações, estrutura, instalações elétricas e hidráulicas, acústica, impermeabilização, entre outros.



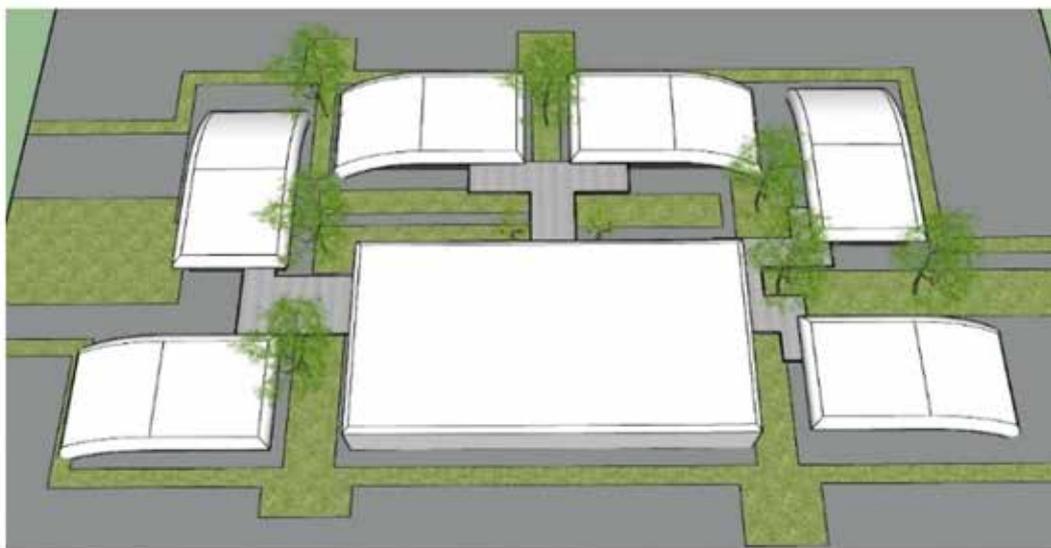
Vista lateral Centro de Vivência da Ilum

Para licenciamento ambiental do Centro de Vivência ILUM, foi necessária a contratação de empresa responsável pela prestação de serviços de assessoria técnica ambiental, visando obter autorização junto à Secretária do Verde VDS-PMC para supressão de indivíduos arbóreos isolados presentes no local de inserção. No segundo semestre de 2022, foram contratados os projetos complementares básicos e executivos para a construção deste Centro de Vivência. Tais projetos encontram-se em elaboração, com previsão de conclusão no início de 2023.

Por fim, em 2022 foi contratada uma empresa para supressão vegetal e liberação do terreno onde será construído o Centro de Vivência. Após o desenvolvimento da especificação técnica, deu-se início ao processo de contratação da construtora responsável pela construção do prédio. O processo, que segue em andamento, conta com a participação de diversas empresas interessadas na construção deste projeto.

Nova Sede da Ilum

Com o objetivo de proporcionar uma expansão da faculdade Ilum situada no bairro Santa Cândida e ampliar o convívio e imersão dos alunos aos quatros laboratórios nacionais do CNPEM e com as demais instituições de ensino situadas no envoltório do campus, foi desenvolvido em 2022 pela unidade de Engenharia e Tecnologia, um estudo do projeto arquitetônico conceitual para aprovação da nova edificação junto à diretoria da Faculdade Ilum e do CNPEM. Com a construção da nova sede ILUM, a faculdade poderá oferecer mais de 200 vagas para o bacharelado em Ciência e Tecnologia, além de uma turma para o curso de Engenharia Biomolecular. O estudo inicial estima uma área total construída de 6.753,00 m², a edificação terá um conceito modular que ao longo prazo comportará cerca de 600 alunos, 35 colaboradores/professores e 25 Pós-Doc visitantes.



Implantação conceitual da Nova Sede ILUM

Indicadores de desempenho



As ações do CNPEM, em seus quatro eixos de atuação, são acompanhadas por 19 indicadores de desempenho, cujas metas são pactuadas anualmente com o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações. Tais indicadores são os principais instrumentos para a avaliação dos resultados institucionais.

Taxa geral de ocupação das instalações

Este indicador mede a ocupação das instalações abertas do CNPEM, considerando o número total de horas utilizadas, nos quatro eixos de atuação, e o número de horas disponíveis.

Em 2022 foram disponibilizadas aproximadamente 89 mil horas para uso das instalações. Foram contabilizadas cerca de 63 mil horas de uso, o que corresponde a uma taxa de ocupação de 70%. A meta do indicador era 70%.

Taxa de ocupação das instalações por usuários externos

Calcula-se a taxa de ocupação das instalações abertas considerando exclusivamente as horas relacionadas ao atendimento de propostas de pesquisa da comunidade científica externa.

Em 2022 foram utilizadas cerca de 19 mil horas de equipamentos por pesquisadores externos, resultando numa taxa de ocupação de 22% neste eixo de atuação. A meta para 2022 era de 15%.

Beneficiários externos das instalações abertas

Este indicador mede o universo de pesquisadores externos beneficiado pelo uso das instalações abertas do CNPEM. Em 2022, foram beneficiados 888 pesquisadores externos por meio das propostas de pesquisa realizadas, sendo que a meta para o ano era 750.

Propostas realizadas por usuários externos nas instalações abertas

O indicador contabiliza o número de propostas realizadas nas instalações abertas por pesquisadores externos ao CNPEM. No ano, foram realizadas 499 propostas de pesquisa externas, sendo a meta 380 propostas externas.

Índice de satisfação dos usuários externos

Este indicador tem a finalidade de avaliar o resultado do uso das instalações abertas do Centro na percepção de seus usuários. Após execução da proposta de pesquisa, o pesquisador principal tem a oportunidade de responder a um questionário de avaliação, destinado a medir seu grau de satisfação, tendo em vista os objetivos do experimento, o que representa um importante *feedback* para pesquisadores e funcionários do CNPEM.

Em 2022, 51 pesquisadores externos responsáveis pela execução de propostas de pesquisa preencheram o formulário de satisfação e 47 escolheram as opções de resposta “muito satisfeito” ou “satisfeito” com o uso das instalações, resultando em um índice de satisfação de 92,2%. A meta deste ano era 85% de satisfação.

Artigos publicados por pesquisadores externos

Para o ano de 2022, o indicador contabiliza a publicação de artigos indexados na base Web of Science nos anos de 2020, 2021 e 2022, a partir do uso das instalações abertas do CNPEM, considerando as propostas de pesquisa realizadas no ano de 2020.

No ano de 2020, o CNPEM atendeu 168 propostas de pesquisa. Nos três anos de referência, os beneficiários dessas propostas publicaram 658 artigos científicos indexados na base *Web of Science*. A taxa de artigos por proposta foi de 3,92. A meta do indicador é de 0,75. O alto valor deste índice reflete a diminuição das propostas realizadas, no ano computado, ocorrida pelo início da pandemia do COVID-19.

Taxa de publicação da pesquisa interna

Em 2022 foram publicados e indexados na base Web of Science 165 artigos para um total de 94 pesquisadores internos considerados, o que correspondeu a 1,8 artigos por pesquisador. A meta anual era 2.

Qualidade da produção científica interna

Este indicador mede a razão entre o número de artigos publicados por pesquisadores ou especialistas internos classificados pela JCR no Quartil 1 (Q1) e o número total de artigos publicados e indexados na base Web of Science. Em 2022, 91 dos 165 artigos publicados foram classificados em Q1, representando 55% do total. A meta anual era 50%.

..... **Taxa de coautoria internacional**

O indicador mede a razão entre o número de artigos publicados por pesquisadores ou especialistas internos com coautor filiado a instituições internacionais e o número total de artigos de pesquisadores internos. Em 2022, 73 dos 165 artigos apresentaram coautoria internacional, representando cerca de 44% do número total de artigos. A meta anual era 30%.

Parcerias em projetos de P&D com instituições de ensino e pesquisa

Além do desenvolvimento de pesquisa interna, os pesquisadores do CNPEM colaboram com outras instituições de ensino e pesquisa, fortalecendo a capacidade mútua de solução de problemas científicos e tecnológicos. No final de 2022, havia 22 acordos de parceria vigentes. A meta anual era 20.

..... **Parcerias em projetos de PD&I**

As atividades de apoio à inovação nos setores da Agricultura, Indústria e Serviços também são mensuradas pelo número de contratos de parceria vigentes em determinado período. No final de 2022 o CNPEM tinha uma carteira de 41 projetos em parceria com empresas. A meta anual para este indicador era 30.

Recursos associados à Inovação

O indicador mede o volume de recursos captados em projetos e serviços tecnológicos voltados à inovação em relação ao volume total de recursos recebidos pelo Centro no ano de referência. O resultado apurado neste ano foi 14%, enquanto a meta para o indicador era de 8%.

..... **Tecnologias protegidas**

Parte das atividades relacionadas ao apoio à geração de inovação é medida pelo número de pedidos de proteção de tecnologias registrados. Em 2022, foram contabilizados 16 novos pedidos, sendo 14 patentes e 2 registros de *software*. A meta anual era 8.

Horas de capacitação de pesquisadores externos

O CNPEM realizou em 2022 nove eventos de capacitação, totalizando 242 horas dedicadas a essas atividades. A meta para 2022 eram 200 horas.

..... **Número de pesquisadores externos capacitados**

Nos eventos de capacitação realizados no ano participaram 324 pesquisadores externos. A meta anual era 270.

Eventos Científicos

Além dos eventos de capacitação, o CNPEM promove eventos direcionados à divulgação científica para público especializado. Em 2022, foram realizados 11 eventos científicos que contaram com a participação de 1685 pesquisadores externos ao CNPEM. A meta anual eram 8 eventos científicos.

..... **Pesquisadores de outras regiões do país capacitados pelo CNPEM**

O indicador mede o número total de pesquisadores externos provenientes das regiões Norte, Nordeste, Sul e Centro-Oeste capacitados em eventos realizados pelo CNPEM. Em 2022 foram beneficiados pelos eventos de capacitação 96 pesquisadores de outras regiões brasileiras exceto Sudeste. A meta anual era 80.

Propostas realizadas por usuários externos nas linhas de luz do Sirius

Este indicador foi incluído para relatar os primeiros resultados do Sirius no atendimento de usuários externos. Como as linhas do Sirius em operação ainda se encontram em fase de comissionamento científico, além de outras que estão em montagem, optou-se por um indicador separado para o acompanhamento do Projeto, portanto, os números do Sirius não estão incluídos nos indicadores apresentados anteriormente. A meta pactuada para o ano de 2022 é o atendimento de 100 propostas de usuário externos nas linhas de luz do Sirius. Neste primeiro ano foram realizadas 113 propostas externas nas linhas Carnaúba, Cateretê, Ema, Imbuia, Ipê e Manacá.

..... **Confiabilidade da nova fonte de luz síncrotron (Sirius)**

Em 2014 a 2019, este indicador era empregado para a fonte de luz UVX, o qual foi descontinuado em 2019 com o descomissionamento do antigo acelerador.

Com o início da operação da nova fonte de luz, esta métrica volta ao quadro de indicadores, porém calculando a confiabilidade da nova fonte de luz Sirius. Em 2022, dentre 3059,5 horas programadas, foram entregues 2941,9 horas dentro do prazo, o que representa uma confiabilidade de 96%. A meta para 2022 era uma confiabilidade de 90%.



3



ACÇÕES ESTRATÉGICAS

Ações Estratégicas



Explorar o potencial biotecnológico industrial da biodiversidade amazônica

A transição para uma produção industrial sustentável com base em recursos biológicos ainda é incipiente e compete com processos e tecnologias oriundos de matéria-prima fóssil, como o petróleo, que há mais de um século vem sendo desenvolvidos e otimizados. A biotecnologia é central nesta transição, uma vez que promove a criação de moléculas de alto valor agregado e de relevância industrial a partir da biomassa e da biodiversidade brasileiras, levando ao desenvolvimento de energias limpas, como biocombustíveis e de materiais renováveis, como hidrocarbonetos renováveis. Quando concluída, esta transição representará uma quebra de paradigma nas indústrias de transformação e extrativa. Para tanto, há necessidade de conhecimento científico aprofundado e infraestrutura de P&D para desenvolver e escalonar tais biotecnologias, de maneira sustentável, promovendo a descarbonização do Planeta e a utilização racional dos recursos naturais existentes.

Neste âmbito o CNPEM vem desenvolvendo uma estratégia de prospecção e aproveitamento do potencial biotecnológico da fauna amazônica alicerçada nos seguintes pilares: abordagens científicas e parcerias para acessar o potencial

biotecnológico da fauna brasileira, instrumentação avançada e processos em escala com relevância industrial. Grandes marcos foram atingidos em 2022 para estes elementos, a saber: (i) desenvolvimento de uma prova de conceito que combina metodologias ômicas e de luz síncrotron para mapear sistematicamente a microbiota da fauna e prospectar enzimas de potencial biotecnológico; (ii) início da implantação da Plataforma de Biotecnologia Industrial do CNPEM com instrumentação avançada e de alto desempenho para sequenciamento e espectroscopia de massas; (iii) estabelecimento de uma colaboração com o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), permitindo o acesso à fauna amazônica e (iv) demonstração em escala piloto (semi-industrial) da competitividade econômica de um coquetel enzimático de origem nacional, produzido por microrganismo customizado para atuar nas condições de produção industrial brasileira, objetivando também menor impacto ambiental. A combinação dos quatro elementos citados anteriormente constitui a base para o delineamento da estratégia de prospecção e aproveitamento do potencial biotecnológico da fauna amazônica a ser implantada nos próximos anos.

Implementação de novas competências na saúde humana

O ano de 2022 foi marcado pelo estabelecimento de novas competências voltadas à pesquisa e desenvolvimento em saúde humana. Em apoio a iniciativas do MCTI, o CNPEM estabeleceu um conjunto de ações integradas sob a denominação de Centro de Tecnologias para Saúde, cujo objetivo amplo é desenvolver novas tecnologias para atender demandas em saúde humana.

Neste sentido, foi iniciada a implantação de novas infraestruturas e competências, complementares a outras já existentes no CNPEM que, em conjunto, apoiarão pesquisa estratégica relevante para o desenvolvimento de biofármacos, fármacos, terapia gênica/celular e medicina regenerativa por meio de engenharia de tecidos. Para que estas ações pudessem ser implantadas, houve uma readequação da estrutura programática do LNBio, incorporando a nova Divisão de Tecnologias para Saúde. Esta Divisão contempla os subprogramas de Biofármacos,

Desenvolvimento de Fármacos, Engenharia de Tecidos e Terapia Gênica e Celular. As principais entregas desta Divisão visam o desenvolvimento nacional de medicamentos inovadores e biossimilares, o desenvolvimento de terapias utilizando tecidos biofabricados para a utilização em curativos cardíacos e dermatológicos e o estabelecimento de terapias avançadas de terapia gênica e celular para o tratamento de doenças humanas de origem genética. Espera-se também a instalação de uma nova infraestrutura destinada à testes pré-clínicos, possibilitando a concretização de um dos objetivos das ações que compõem o Centro de Tecnologias para Saúde: fornecer a ligação entre a pesquisa básica e o desenvolvimento clínico, oferecendo a oportunidade para que nossos colaboradores e usuários avancem rapidamente nas tecnologias para ensaios clínicos, com impactos para a sociedade.

Avanços físicos do Projeto Sirius



Além dos importantes resultados relacionados ao atendimento de usuários externos, o ano de 2022 também foi marcado pelo avanço físico na montagem das novas linhas de luz. A instalação dos componentes das linhas CEDRO, MOGNO, SABIÁ e PAINEIRA foi praticamente concluída. Assim, além das linhas que já vem recebendo usuários, estas novas 4 linhas também receberam o primeiro feixe de luz síncrotron, algumas chegando até aos primeiros experimentos, como no caso da MOGNO e PAINEIRA. Com isso, atingimos mais um marco importante, com 10 linhas de luz iluminadas em 10 anos de projeto. Na linha IPÊ, o avanço no comissionamento técnico da estação RIXS permitiu os primeiros espectros de espalhamento inelástico de raios-X já feitos no país, ainda com baixa resolução em energia, abrindo caminho para medidas de amostras reais e comissionamento científico deste experimento com a comunidade científica. Para as linhas EMA e PAINEIRA foram feitas a especificação e aquisição dos onduladores definitivos, que permitirão alcançar os parâmetros de performance do projeto e, assim, realizar experimentos ainda mais avançados do que os atualmente disponíveis.

Nas demais linhas, pode-se destacar a conclusão da instalação das cabanas ótica e experimental da linha QUATI. Na linha SAPUCAIA houve a instalação do túnel onde se movimenta o detector da estação experimental, sendo um passo essencial para a entrega da estação na data prevista. Nos laboratórios de apoio, os avanços no período incluem o término da infraestrutura e encomenda dos equipamentos experimentais do LCA (Laboratório de Ciências Ambientais), a finalização do LCRIO (Laboratório de Preparação Criogênica de Amostras), operando com os primeiros usuários, a instalação e comissionamento do sistema FIB no LAM (Laboratório de Amostras Microscópicas), novas instrumentações no LCTE (Laboratório de Condições Termodinâmicas Extremas) que ampliam a sua atuação em experimentos, o início das adequações de infraestrutura no LNB (Laboratório Nanobio) e a finalização desse tipo de trabalho no LQ (Laboratório Químico), que permitirá sua operação para usuários no início do próximo semestre.

Os resultados alcançados no comissionamento das linhas do Sirius só foram possíveis graças a uma operação robusta dos aceleradores no período. Em 2022 os aceleradores entregaram feixe para as linhas no modo de decaimento de corrente, com duas injeções diárias, e corrente decaindo do valor inicial de 100 mA até aproximadamente 60 mA ao final do turno de quase 12 horas. A confiabilidade da fonte de luz no ano, definida como o tempo de feixe para linhas de luz entregue dentro do horário programado, foi de 96%, o tempo médio entre as falhas (MTBF) foi de cerca de 32.5 horas e o tempo médio de recuperação (MTTR), de cerca de 1.2 horas. Estes parâmetros atestam uma alta qualidade dos subsistemas dos aceleradores e suas integrações, sobretudo para o tempo relativamente curto destinado ao comissionamento da máquina desde o primeiro feixe armazenado.

Desde o início de 2022, após a parada para instalações e realinhamento do booster, o Sirius operou regularmente com uma programação que contempla turnos de comissionamento científico de linhas de luz de quarta a sábado e turnos de estudos de máquina e recuperação do feixe após paradas de instalações e manutenção, às segundas e terças. Nestas paradas, o tempo foi compartilhado entre instalações de componentes nos aceleradores e nos front-ends das linhas de luz, e atividades de manutenção preventivas e corretivas. As atividades de comissionamento dos aceleradores no ano continuam buscando aproximar cada vez mais a máquina de seus parâmetros nominais de projeto. Um destaque foi a implementação do sistema para *feedback* rápido da órbita (FOFB), complementando o sistema lento (SOFB) já em operação.

Resultados alcançados pela Força-Tarefa COVID-19

O ano de 2022 foi marcado pela finalização do projeto “Reposicionamento de fármacos e biologia estrutural do SARS-CoV-2”. Financiado pelo MCTI por meio da FINEP, a força-tarefa COVID-19 iniciou em 2020, cujo objetivo majoritário foi se dedicar à busca por fármacos antivirais, ao desenvolvimento de meios de diagnóstico da COVID-19 e ao entendimento de mecanismos biológicos envolvidos na infecção pelo vírus SARS-CoV-2.

Além dos estudos sobre reposicionamento de fármacos conduzidos na força-tarefa, também foi possível identificar uma nova molécula de propriedade do CNPEM que se destacou em ensaios *in vitro*, avançando até estudos pré-clínicos em modelos animais, com resultados publicados em maio de 2022³. Em uma colaboração internacional com a Medicines for Malaria Venture (MMV) foi possível identificar o composto bioativo MMV688279 como uma nova classe de antivirais com ação contra SARS-Cov-2 em estudos *in vitro*. Este resultado, publicado em abril de 2022⁴, possibilitou avaliar a potência de ação, a toxicidade para células humanas e a estabilidade metabólica desta nova classe de antivirais.

Outro resultado importante da equipe do CNPEM foi a descoberta do ácido chicórico

como ligante e bloqueador da ligação da proteína nucleocapsídeo (N) do SARS-CoV-2 com RNA. Os dados foram publicados em novembro de 2022⁵, representando a primeira publicação de ligantes não endógenos da proteína N. Outra contribuição importante foi o desenvolvimento de uma nova sonda e método para a triagem de moléculas com ação na proteína N do coronavírus, os quais compuseram matéria de patente depositada pelo CNPEM em agosto de 2022⁶. Estes resultados foram alcançados empregando uma cascata de ensaios biofísicos e estruturais, incluindo a obtenção da estrutura cristalográfica da proteína N (domínio CTD) com o ácido chicórico⁷ na linha Manacá do Sirius, e a caracterização desta ligação em solução, por RMN e calorimetria.

Ainda no âmbito da força-tarefa, dados obtidos no CNPEM sobre a dinâmica e função da proteína N de SARS-CoV-2⁸, revelaram como a proteína N se organiza, como se liga ao RNA e como esta ligação afeta a dinâmica e empacotamento de oligômeros de alta ordem desta proteína essencial para os coronavírus. Estes achados mostram a importância de se entender os alvos proteicos, também nos esforços direcionados à busca de moléculas, descoberta e desenvolvimento de fármacos.

Desenvolvimentos em supercondutividade

O ano de 2022 consolidou os estudos em supercondutividade, o que permitiu o desenvolvimento detalhado do projeto preliminar e início das prototipagens de um magneto supercondutor para o Sirius, resultado da transferência de conhecimento da Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear (CERN) ao CNPEM e de uma política de formação de recursos humanos qualificados. O *know-how* obtido em

supercondutividade pela equipe do CNPEM, a renovação da parceria com o CERN e o acordo de cooperação com a CBMM criam um cenário único para o envolvimento de empresas brasileiras junto ao CNPEM na criação de um centro para desenvolvimentos em Supercondutividade Aplicada e Engenharia, que permitirá maior interação com a indústria e a aceleração no desenvolvimento de projetos tecnológicos.

Desenvolvimento de Cerâmicas Transparentes

O desenvolvimento de cerâmicas transparentes demanda o uso do estado da arte em processamento cerâmico, com um elevado controle da morfologia e composição (fase e pureza química) das partículas, seguido de uma otimização do processo de conformação, visando obter corpos cerâmicos com tamanho de poros e porosidade controlada e finalmente um controle rigoroso da sinterização e do tratamento térmico, visando eliminar todos os defeitos que provocam o espalhamento de luz.

No Laboratório de Processamento o CNPEM está adequando uma estrutura já existente para ter acesso ao estado da arte em processamento cerâmico. Com isso iremos ampliar a capacidade do CNPEM de processar materiais avançados de elevado desempenho, incluindo materiais para detectores de raios-X e sistema cerâmicos para operar em ultra alto vácuo.



Laboratório de Processamento de Nanocerâmicas do LNNano

3. Borin, A. et al (2022) Virulence 13 (1), 1031–1048 <https://doi.org/10.1080/21505594.2022.2085793>. 4. Coimbra, LD. et al. (2022) Front. Virol. 2022, 2. <https://doi.org/10.3389/fviro.2022.854363>. 5. Mercaldi, GF. et al (2022) Sci. Rep. 2022, 12 (1), 18500. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22576-4>. 6. BR 10 2022 017388 5. 7. Bezerra, EHS. et al (2022) Protein Data Bank 2022. <https://doi.org/10.2210/pdb7UXZ/pdb>. 8. Ribeiro-Filho, HV. et al (2022) PLOS Comput. Biol. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1010121>.

Cápsula da Ciência: CNPEM em Turnê pelo Brasil

Entre 10 de outubro e 21 de dezembro de 2022, o CNPEM percorreu mais de 9 mil km com o projeto Cápsula da Ciência. Visitantes de todo Brasil viajaram pelo mundo microscópico em um domo geodésico de 95m². Por meio de um vídeo 360°, a experiência digital imersiva proporcionou aos estudantes e ao público em geral conhecer os laboratórios do CNPEM e as investigações que perseguem grandes perguntas científicas em busca de soluções para problemas que desafiam nossa sociedade.

As cidades selecionadas foram escolhidas a partir dos projetos apresentados pelos professores que participaram da ESPEM- Escola Sirius para professores do Ensino Médio, como uma forma de reconhecimento por seus esforços profissionais nas áreas de educação e divulgação científica. A Cápsula da Ciência iniciou seu percurso na cidade de Gaspar (SC), passando pela Semana de Ciência e Tecnologia de Campinas (SP), depois seguiu para Guarapari (ES), Lagarto (SE), Quixeramobim (CE), Semana de Nacional de Ciência e Tecnologia de Brasília (DF) e finalizou sua rota em Manaus (AM)⁹.

Além da experiência imersiva, os visitantes visitaram as instalações do CNPEM por meio do Tour 360, exploraram a maquete interativa do Sirius e conheceram detalhes sobre a Escola de Ensino Superior em Ciência e Tecnologia, a Ilum. **O projeto encantou crianças e adultos do Brasil, contando com mais de 13 mil pessoas que mergulharam no universo da ciência e tecnologia.**



“Eu sabia que era uma oportunidade única, pois muitas pessoas não têm essa experiência de conhecer e vivenciar um pouco de ciência. É maravilhoso ver os jovens vibrando e projetando seu futuro, sonhando. Um projeto como a Cápsula da Ciência oportuniza experiências e vivências que chamam a atenção sobre a produção da ciência. Isso causa encantamento em adultos, jovens e crianças.” - **Prof. Dr. Ângelo Pitanga – IFS-Lagarto/SE**

“É interessante essa imersão cinematográfica em que você tem um contato com toda a narrativa de forma imersiva e sinestésica, pois seu corpo está à disposição daquilo que está sendo narrado. A gente não perde um segundo do que centro desenvolve enquanto pesquisa tecnológica, o que ampliou a minha visão sobre as pesquisas nas áreas ambiental, educacional, geológica, arqueológica e da saúde.” - **Sara Patagogin - Guarapari/ES**

“O que mais me chamou na Cápsula da Ciência é o trabalho dos cientistas, pois eu acho inspirador ver as pessoas se dedicarem à ciência, se importarem com a qualidade de vida, com a fauna e a flora, com o mundo em geral, isso me cativa bastante.” - **Helena dos Santos Alves (13 anos) – Campinas/SP**

“Eu nunca tinha visto algo assim. Quando eu vi aquela Cápsula eu me senti inspirado a pesquisar a ciência, e também a trabalhar no Sirius. Então eu tenho certeza que se as pessoas ao verem essas apresentações, elas iriam se sentir inspiradas a trabalhar na ciência, e nós teríamos mais cientistas e poderíamos avançar ainda mais na tecnologia de hoje.” - **João Clêyver da Silva Fernandes (9) anos – Quixeramobim/CE**

9. Infelizmente, a exibição em Manaus não aconteceu, devido a um incidente que danificou a infraestrutura do domo. Uma árvore centenária caiu sobre a armação, ainda na fase de montagem, felizmente sem fazer vítimas.

Implantação do Laboratório Nacional de Máxima Contenção Biológica NB-4 (LNMCB)

O CNPEM teve importantes avanços no projeto de implementação do Laboratório Nacional de Máxima Contenção Biológica (LNMCB), de nível de biossegurança NB-4. Nessa fase de viabilização técnica e científica do projeto, o Centro organizou três workshops para aprofundar as discussões relacionadas a instalação deste tipo de laboratório no mundo. Nesses eventos participaram pesquisadores do CNPEM, consultores do exterior, especialistas de instituições científicas nacionais e representantes dos Ministérios.

Foram apresentadas as linhas de pesquisa internas do Sirius e LNBio que vão integrar o futuro laboratório, de modo que a execução do projeto, tanto na construção do futuro prédio quanto nas linhas de pesquisas no CNPEM no tema da virologia e linhas de luz, ocorra de forma integrada. Inclusive, o projeto prevê a construção de três linhas de luz dentro desse ambiente de máxima contenção biológica. O objetivo é que essas linhas tenham condições de estudar desde detalhes biológicos, na ordem de dezenas de nanômetros, até a faixa de milímetros. Isso nos permitiria realizar estudos com células, bactérias e vírus e explorar uma ampla gama de amostras, que vão da histologia (tecidos) até o estudo animal, com experimentação in vivo. A linha SIBIPIRUNA será preferencialmente dedicada ao estudo de células, a TIMBÓ ao estudo de tecidos e a HIBISCO voltada a evolução de patologias in vivo, cobrindo resoluções espaciais em faixas complementares.

Também foram realizadas visitas técnicas aos laboratórios nos Estados Unidos e Europa, para troca de informações e ampliar o conhecimento da equipe de engenharia aos detalhes técnicos de diferentes laboratórios NB4. As informações e experiências desses eventos contribuíram com a elaboração do projeto conceitual do prédio, que prevê uma área construída de, aproximadamente, 24 mil m², acomodando laboratórios de nível de biossegurança 1,2,3 e 4; além de áreas técnicas e utilidades, escritórios e auditório, docas para carga e descarga, áreas para estoque de materiais e peças sobressalentes e área para ciclotron/acelerador linear (produção de radioisótopos). Com relação ao prédio, em 2022, foi contratada a empresa responsável pela Assessoria Técnica Ambiental para a elaboração de Processo de Licenciamento Ambiental Municipal para Movimentação de Terra, em área anexa ao Sirius, visando solicitação de Autorização (ATZ) e Termo de Recebimento (TR) junto à Secretaria do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SVDS), que permitirão a continuação execução das obras de terraplanagem.



Participantes do “Workshop NB4: perspectivas científicas” realizado no CNPEM

Projeto CertificaNano - INMETRO

Em 2022 o CNPEM, através do LNNano, iniciou suas atividades junto ao Projeto de Certificação de Produtos da Nanotecnologia (CertificaNano), coordenado pelo INMETRO, e vinculado ao Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologias (SisNANO/MCTI). Neste momento, está em fase inicial de implementação o sistema da qualidade para Boas Práticas de Laboratório (BPL) na instalação aberta de Nanotoxicologia e Nanosseguurança e a harmonização de protocolos para ensaios de toxicidade e medidas de espalhamento de luz dinâmico; utilizando o Sistema Flux® desenvolvido pela Satya Sistemas Ltda para o projeto CertificaNano.

Reestruturação das Divisões, Laboratórios e Programas de P&D do LNNANO

Em 2022, o LNNano realizou uma extensa reforma em sua estrutura funcional e programática. Essa revisão da estrutura do laboratório tem em vista refletir de forma mais aderente as mudanças estratégicas realizadas no CNPEM nos últimos anos, em conformidade a pauta de pesquisa e projetos estruturantes. A nova estrutura foi adequada ao padrão de dois níveis hierárquicos (Divisões e Laboratórios). De forma transversal à estrutura funcional, foi também criada uma estrutura programática interna ao LNNano, em sintonia com os Programas de P&D do CNPEM. Desta forma, foram criados os Programas de Energia Renovável, Materiais Renováveis, Sensores & Biossensores, Remediação Ambiental & Ecotoxicidade, e Dispositivos Quânticos, cada qual com o seu Coordenador. Também foram criados os seguintes Programas em Tecnologias Habilitadoras e Transversais: Microscopia Eletrônica, Criomicroscopia, Micro e Nanofabricação e Teoria & Ciência de Dados, também com coordenadores para cada um. Esta reforma na estrutura funcional e programática levou a uma mudança também na forma de governança do LNNano, a partir da criação de um Conselho formado pelo conjunto dos líderes de Divisão e Coordenadores de Programa que realiza reuniões semanais com o Diretor para discutir os temas mais importantes do Laboratório.



4

The image features a laboratory setting in the background, with various pieces of equipment like metal stands and glassware. A large, stylized graphic overlay is present, consisting of a dark purple triangle on the right and a light purple triangle on the left, separated by a white diagonal line. The text 'PROJETOS CIENTÍFICOS' is centered in the dark purple area.

**PROJETOS
CIENTÍFICOS**



Aprofundando conhecimentos na descoberta e validação de alvos e terapias no combate ao câncer

Quatro projetos com a participação do CNPEM, na temática de descoberta e validação de alvos e terapias no combate ao câncer, foram aprovados neste ano de 2022. O primeiro deles, no âmbito da linha de pesquisa de Proteômica aplicada ao Câncer Oral, tem o objetivo de indicar potenciais biomarcadores e alvos terapêuticos para câncer oral por meio do uso de estratégias de análise de proteômica baseada em espectrometria de massas. O projeto tem como título “Validação e quantificação de uma assinatura prognóstica de câncer de boca para uso clínico”, fazendo parte da linha de fomento Programa Nacional de Apoio à Atenção Oncológica (PRONON) do Ministério da Saúde. Ainda dentro da linha de pesquisa em câncer oral, destaca-se a publicação de pesquisadores do Centro na revista *Nature Communications*¹⁰. Os resultados desse estudo aprofundam o conhecimento sobre a biologia do câncer de cabeça e pescoço conectando os sítios primários, metastáticos e biofluidos no contexto de resposta imune, bem como indicam assinaturas potenciais associadas

à metástase linfonodal.

Já na linha de pesquisa de Câncer e microambiente - descoberta e validação de alvos e terapias no câncer de mama, foram aprovados os demais três projetos no tema em 2022. O projeto Temático Fapesp¹¹ “Metabolismo no microambiente e o papel das trocas metabólicas na progressão tumoral”, o projeto “Plataforma de testes terapêuticos personalizados em tumores de mama” em parceria com o hospital ACCamargo e o Instituto do Câncer do Estado de São Paulo, também na linha de fomento do PRONON (com o CNPEM como instituição responsável) e o “INCT em Modelagem de Doenças Humanas Complexas com Plataformas 3D (Model3D)” do Ministério da Ciência e Tecnologia (tendo a Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP como instituição responsável). Estes dois últimos objetivam o desenvolvimento de protocolos para a produção de organoides a partir de tumores de mama e o consequente desenvolvimento de uma plataforma de testes terapêuticos personalizados em tumores de mama.

Estudos sobre as bases moleculares e celulares de doenças neurodegenerativas e do neurodesenvolvimento

Dois projetos que fazem parte da linha de fomento do Programa Nacional de Apoio à Atenção da Pessoa com Deficiência (PRONAS/PCD) do Ministério da Saúde foram aprovados em 2022. O primeiro deles intitulado “Descoberta de compostos bioativos para alvos moleculares relacionados a transtornos do neurodesenvolvimento” visa desenvolver sondas químicas que sirvam como ferramentas para aumentar o conhecimento acerca de processos associados a Deficiência Intelectual (DI). Os pesquisadores do CNPEM pretendem buscar pequenas moléculas orgânicas capazes de modular proteínas alvos específicas e caracterizar o efeito dessas moléculas para compreender melhor sua relação com o desenvolvimento dos transtornos do neurodesenvolvimento. As sondas químicas desenvolvidas podem servir como pontos de partida para o desenvolvimento de novas alternativas terapêuticas (fármacos) que contribuam para uma melhor qualidade de vida de pacientes com transtorno

do neurodesenvolvimento, distúrbios ainda sem tratamento farmacológico disponível. O segundo projeto, intitulado “Estudo das mutações no gene da agressividade MAOA em pacientes com deficiência intelectual”, tem como objetivo a melhor compreensão do impacto de mutações no gene que codifica a enzima MAOA (Monoamina oxidase A), crucial para a degradação metabólica de aminas biogênicas e, em particular, dos neurotransmissores como norepinefrina, dopamina e serotonina. Algumas mutações nesse gene podem resultar na perda de sua função, acarretando uma síndrome denominada Síndrome de Brunner, caracterizada por deficiência intelectual e comportamento agressivo e violento induzido pelo estresse. Neste projeto, busca-se compreender os impactos de duas dessas mutações na estrutura e função dessa enzima, utilizando métodos de biologia estrutural e células neuronais em cultura, além de buscar moléculas capazes de modular a função dessa enzima.

Coquetel enzimático: customização para as condições brasileiras e escalonamento

Apesar de décadas de pesquisa e aplicações industriais de *Trichoderma reesei*, o desenvolvimento de cepas industrialmente relevantes para a produção de enzimas, incluindo um bioprocessamento de baixo custo e escalável, permanece incerto. Em artigo publicado¹² uma série de cultivos foram realizados em biorreatores de bancada e escala piloto tendo como objetivo otimizar os parâmetros operacionais mais importantes para o crescimento e produção enzimática pela cepa fúngica previamente desenvolvida pelo CNPEM (T. reesei Br_TrRO3). O uso das condições otimizadas de bioprocessamento para a produção do coquetel enzimático resultou em um aumento de aproximadamente

2 vezes na produtividade proteica (associada ao crescimento do fungo), uma melhoria de 1,6 vezes na atividade da enzima FPase e uma redução de 4 dias no tempo de cultivo. Além disso, o processo de produção do coquetel enzimático foi escalonado para reatores de 65 Litros. O teor proteico obtido na escala piloto foi aproximadamente 85 % do observado nos biorreatores de bancada, demonstrando a robustez e escalabilidade desta cepa fúngica e do bioprocessamento desenvolvido. O resultado foi uma plataforma economicamente competitiva baseada em *Trichoderma* para produção de enzimas com o custo estimado de cerca de 3,5 dólares por Kg de proteína.

Potencial de ganhos ambientais e de receita com créditos de carbono

Destaque como “*editor’s choice*” no periódico *Resources, Conservation & Recycling*, o estudo¹³ demonstra o uso de uma plataforma de avaliação de impactos econômicos e ambientais, desenvolvida no CNPEM, que considera aspectos regionais na produção de etanol, revelando potencial de ganhos ambientais e de receita com Créditos de Descarbonização (CBIOS). A produção estratégica de energia renovável deve priorizar a mitigação de emissão de gases de efeito estufa ao mesmo

tempo em que diminui outros impactos ambientais no atendimento de demandas futuras no país. Por consequência, é possível aumentar a receita desse setor no mercado de energia renovável por meio dos (CBIOS) em quase 900 milhões de reais por ano ao longo de dez anos. A estrutura georreferenciada proposta mostrou variações espaciais significativas que devem ser contabilizadas em futuras avaliações, com intuito de garantir a produção de biorrenováveis de forma sustentável.

Nova subfamília de enzimas mananases

As hidrolases glicosídicas (GH) constituem a principal classe de enzimas responsáveis pela despolimerização da parede celular vegetal. Um estudo publicado por pesquisadores do CNPEM¹⁴ revela como uma nova enzima, potencialmente envolvida na degradação de mananas, organiza-se de maneira distinta das demais, revelando um sítio ativo totalmente redesenhado para o reconhecimento

de um carboidrato complexo, a hetero-manana. A estrutura tridimensional da enzima, ensaios bioquímicos e análises filogenéticas culminaram com o estabelecimento de uma nova subfamília de GH, a GH5_57. Este estudo abre novas perspectivas para o processamento de um importante carboidrato por meio de mananases, enzimas que possuem diversas aplicações industriais.

Compostos aromáticos renováveis

A lignina é um dos três principais componentes macromoleculares da biomassa lignocelulósica e, nesse contexto, a principal fonte renovável de compostos aromáticos. O estudo¹⁵ teve como objetivo a obtenção de monômeros fenólicos a partir de diferentes ligninas do bagaço de cana-de-açúcar e avaliação do crescimento bacteriano de um conjunto diversificado de espécies de bactérias com potencial em

metabolizar esses aromáticos. No processo, a lignina extraída do bagaço da cana-de-açúcar passa por uma despolimerização hidrotérmica onde são obtidos monômeros fenólicos no bio-óleo leve produzido. O passo seguinte foi avaliar bactérias com potencial de consumo destes fenólicos para aplicação biotecnológica. As bactérias que se mostraram mais promissoras foram *Pseudomonas sp.* e *Burkholderia sp.*

Visualização tridimensional do carbono particulado em agregados de solo

O estoque de carbono dos solos é importante tanto para agricultura quanto para o meio ambiente, sendo importante entender a capacidade do solo de sequestrar carbono. Este ano destaca-se resultados do estudo sobre abordagem metodológica baseada em tomografia síncrotron para visualização tridimensional do carbono particulado em agregados de solo. O foco foi no entendimento da distribuição espacial da matéria orgânica particulada (MOP) em agregados de solo, visando decifrar os mecanismos que determinam a estocagem e estabilidade do carbono. Trata-se de uma abordagem metodológica baseada em tomografia síncrotron que tem proporcionado avanços em relação aos métodos convencionais, já que possibilita a investigação *in situ* dos mecanismos

de proteção física da MOP. Porém, uma limitação atual para a análise da MOP consiste na sua separação das demais fases encontradas no solo, como a matriz sólida e os poros, devido à alta similaridade desses materiais nas imagens de microtomografia. Foram desenvolvidas abordagens computacionais para classificação das fases do solo e os resultados se mostram promissores, sobretudo quanto à diferenciação entre a MOP, matriz do solo e espaço poroso. Com a evolução deste estudo, espera-se que a segmentação da MOP se torne mais eficiente e precisa, buscando otimizar o esforço computacional para o processamento de imagens de tomografia visando decifrar o papel da estrutura do solo na estocagem e estabilização de carbono no solo.

Descrição da Dessinterização e Quebra de Fios Monoatômicos de ZrO₂

Pesquisadores do CNPEM estudaram a formação, evolução e ruptura de fios monoatômicos de ZrO₂. Trata-se da primeira observação de um fio monoatômico iônico. Do ponto de vista do suporte teórico, foram realizados cálculos estáticos e dinâmica molecular *ab-initio* para entender em detalhes os mecanismos microscópicos

envolvidos neste fenômeno. Em particular, foi identificado que a formação de uma vacância de oxigênio ocorre de forma espontânea quando o fio está submetido à tensão. Este trabalho deu origem a dois artigos, um deles já publicado no *Physical Review Letters*¹⁶, com foco nos estágios finais da formação e ruptura do fio (Figura 2).

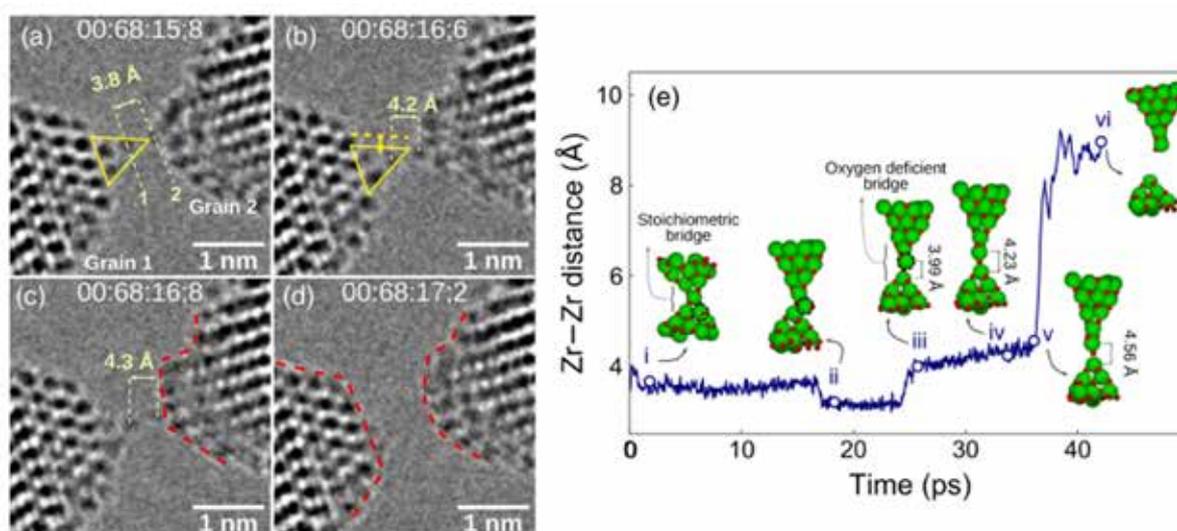


Figura 2. Imagens de HRTEM de um fio de ZrO₂, próximo à ruptura e distâncias Zr-Zr de aglomerados bipiramidais de m-ZrO₂, calculadas a partir de simulações de dinâmica molecular *ab initio* (AIMD).

Novo material com alta eficiência para uso na produção de hidrogênio verde

Pesquisadores do CNPEM publicaram um artigo no periódico científico *Journal of Materials Chemistry A*¹⁷, em que são apresentados os resultados de processos de adição de germânio a nanopartículas de hematita para aprimorar a eficiência do uso da energia solar na quebra de moléculas de água para obtenção de hidrogênio.

O artigo, que teve a colaboração de pesquisadores das Universidades Federais de São Carlos e do ABC, apresenta o germânio como possível elemento ideal na combinação com hematita para uso em células fotoeletroquímicas. Os melhores resultados, obtidos por meio de experimentos

com diversos métodos de combinação dos materiais, apontaram para uma capacidade de geração fotocorrente de 3,2 miliampêres por centímetro quadrado. Esse resultado é quase o dobro do obtido em 2019 nos primeiros estudos com esse propósito no CNPEM, e estabelece um novo recorde latinoamericano nesse parâmetro, que é o principal para determinar a eficiência energética em materiais manipulados visando a geração de hidrogênio de forma limpa e sustentável, sem uso de matérias-primas obtidas a partir do petróleo. A pesquisa teve destaque na Revista Valor Econômico¹⁸ (Figura 3).



Figura 3. Foto ilustrativa de um dos principais componentes do dispositivo fotoeletroquímico utilizado para geração dos gases H₂ e O₂. Este componente fabricado no LNNANO via deposição de uma solução contendo óxido de ferro capaz de absorver luz do sol e na presença de água, e em conjunto com germânio, realizam as reações químicas de quebra da molécula da água gerando o hidrogênio verde (livre de carbono) e o oxigênio.

Nanomateriais para diagnósticos mais precisos, escalonáveis e aplicáveis em campo

O CNPEM obteve resultados promissores para o desenvolvimento de biossensores com viabilidade de uso de rotina em aplicações clínicas *point-of-care* (POC, ou seja, em locais remotos por operadores não especializados). Soluções efetivas para contornar dois desafios importantes, quais sejam, a contaminação dos eletrodos em fluidos biológicos (como soro e plasma) e as

limitações de estabilidade e custo originadas do elemento de reconhecimento do biossensor foram publicadas, respectivamente, nos periódicos *ACS Applied Materials and Interfaces*¹⁹ e *ACS Nano*²⁰. Esses artigos contaram com as colaborações de pesquisadores da Universidade de São Paulo e da Universidade Federal do ABC. Na Figura 4, é mostrada uma imagem representativa do trabalho.

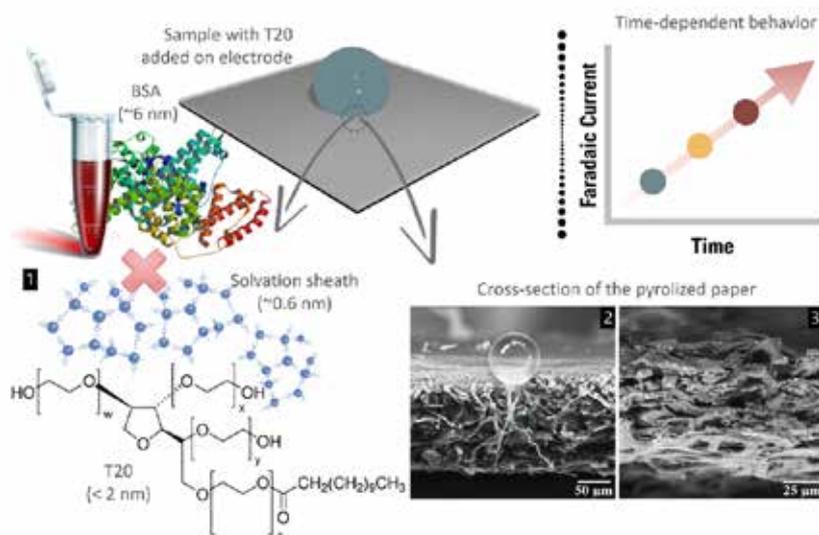


Figura 4. Ilustração dos efeitos cooperativos da nanocamada de T20 (< 2 nm) sobre PP, quais sejam, a formação de uma camada de solvatação evitando a contaminação do eletrodo por proteínas presentes em fluidos biológicos e a redução da tensão interfacial, permitindo a penetração da amostra através dos poros do eletrodo.

Nanomateriais para diagnósticos mais precisos, escalonáveis e aplicáveis em campo

O LNNano venceu o 21º Concurso MetMat de Fotomicrografias de Metalurgia e Materiais, organizado pelo Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP), na categoria “Microscopia Eletrônica (ME)”, representado na Figura 5.

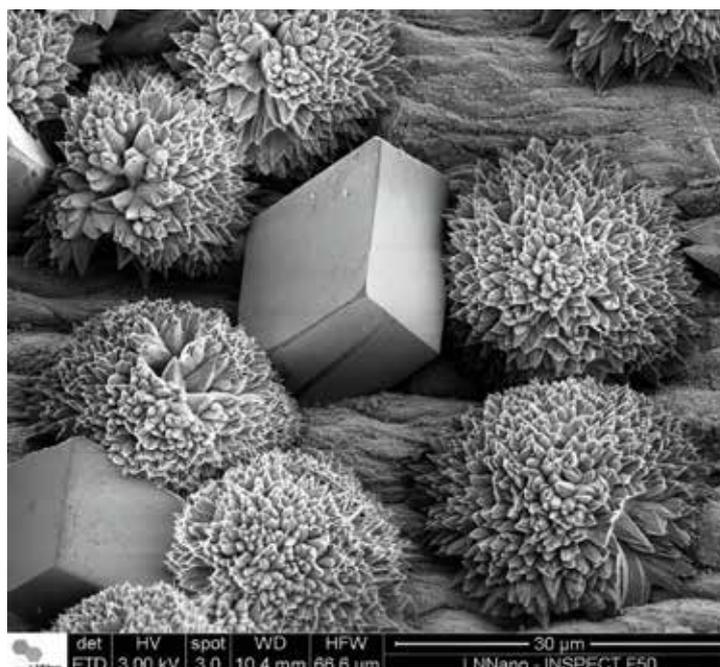


Figura 5. Chrysanthemum: a requiem of the cubes - Carbonato de cálcio crescido em tubos de aço inox.

Cavidade Supercondutora para o Sirius

O Projeto de Cavidade Supercondutora para o Sirius tem como objetivo a instalação e comissionamento de duas cavidades de radiofrequência (RF) supercondutoras e equipamentos auxiliares, com duas plantas de RF com potência final de 240 kW, incluindo linhas de guias de onda, sistema de controle de RF de baixa potência (LLRF) e sistemas de proteção e intertravamento. Neste ano, o projeto teve como um dos grandes marcos o recebimento da segunda cavidade supercondutora e todo o conjunto de equipamentos necessários para a sua instalação e operação. No primeiro semestre do ano, foram realizados testes de aceitação na fábrica (FAT) da segunda cavidade supercondutora do sistema de RF do Sirius. Um dos objetivos dos testes é a certificação da estanqueidade de vácuo entre a cavidade e o criostato e, entre o criostato e o vácuo de isolamento do criomódulo. O segundo objetivo é o ajuste entre a sintonia da cavidade ao valor de projeto e a certificação do funcionamento do sistema de sintonização da cavidade dentro da banda especificada. Ademais, outro objetivo importante foi o de medir o fator de qualidade externo do acoplador de potência e o acoplamento das antenas de monitoração e, testado o sistema de controle e de proteção do criomódulo.

Os testes de estanqueidade foram positivos, com a cavidade alcançando as especificações de projeto, sendo aprovado o envio ao CNPEM. A cavidade foi entregue em setembro, juntamente com todos os periféricos, o que inclui racks de controle dos dois criomódulos, a *valve box* e as linhas de transferência multicanal (MCTL). Com esta entrega, todos os criomódulos e acessórios adquiridos pela *Research Instruments GmbH* se encontram no CNPEM.

Projeto da planta criogênica para o Sirius

A fonte de luz síncrotron Sirius foi projetada para trabalhar com correntes de 300mA e, para isso, optou-se pela instalação de cavidades supercondutoras. Tais cavidades são preenchidas com hélio líquido para alcançar o estado de supercondutividade. Para a liquefação do gás He, é necessário instalar uma planta capaz de estocar gás, fazer a liquefação e estocar hélio líquido para abastecimento contínuo das cavidades.

Em 2022, houve avanço técnico no projeto da Planta Criogênica com a finalização do *Final Design Review* e conclusão da especificação técnica de todos os equipamentos deste projeto com a empresa Linde – um dos contratos existentes para o fornecimento de uma planta de liquefação de Hélio a 4K de 750W. Os equipamentos foram comprados e fabricados no segundo semestre de 2022 e realizado o *Installation Design Review* entre CNPEM, Linde e White Martins, com o objetivo de verificar os projetos desta última, a respeito do encaminhamento de tubulações e eletrocalhas, projeto 3D da planta criogênica e checar possíveis interferências que poderiam existir. Ainda em 2022, foi concluída a execução do *Factory Acceptance Test* no site da Linde com a presença de colaboradores do CNPEM para validação da performance da *Cold Box* especificada no projeto.



5



**COLABORAÇÕES
INTERNACIONAIS**



Projeto bilateral Brasil-Itália para caracterização avançada de nanomateriais à base de perovskita sem Pb por técnicas de raios X

O projeto, apoiado pela FAPESP, acontece em parceria com as instituições italianas o Istituto di Cristallografia (CNR) e Istituto Italiano di Tecnologia (IIT). Atualmente, as perovskitas à base de chumbo são o padrão para energia fotovoltaica e emissão de luz, contudo a toxicidade limita a aplicação desse material. Dessa forma,

os pesquisadores do CNR e IIT trabalham em conjunto com a equipe do CNPEM para analisar as transformações químicas e estruturais de novos nanomateriais de perovskitas livres de chumbo (Pb). As técnicas de síncrotron são utilizadas para caracterizar esse tipo de material, seja na forma de filmes finos ou nanocristais coloidais.

Estudos sobre o papel dos neutrófilos nas infecções por Usutu e Mayaro vírus

O projeto internacional (FWO/FAPESP) coordenado pelo CNPEM em conjunto com a Rega Institute/KU Leuven, instituição belga, e com a participação da USP – Ribeirão Preto, foi renovado em 2022. O objetivo do projeto é avançar com os estudos acerca do papel dos neutrófilos nas infecções por Usutu e Mayaro vírus. Ao longo do ano o Centro recebeu três alunas da KU Leuven, como forma de celebrar o fluxo de alunos e conhecimento entre as instituições. A pesquisadora colaboradora

do CNPEM Rebeca de Paiva Frões Rocha obteve seu doutoramento com a tese “Estudo da encefalite causada por Usutu vírus (USUV): estabelecimento de um modelo de infecção em camundongos e estudo da doença grave”, na qual é descrita a evolução da infecção por USUV em camundongos, quais leucócitos participam na resposta imunológica contra o vírus e no desenvolvimento da doença, além de testar um composto antiviral com possível aplicabilidade no tratamento da infecção.

Novas moléculas antimicrobianas

O projeto “ANTIBIO-BAC”, desenvolvido no contexto de um Projeto Temático ‘São Paulo *Excellence Chair* (SPEC)’ da FAPESP em parceria com pesquisadores da USP, Univali, UNICAMP, e do Institut de Biologie Structurale (IBS) de Grenoble, França, tem como objetivo identificar novas moléculas antimicrobianas. Como avanço nessa linha investigativa destaca-se o trabalho descrevendo a estrutura cristalográfica do complexo entre as proteínas MurE e MurF (Figura 6), que catalisam reações sequenciais e essenciais para a síntese da parede celular do patógeno *Bordetella pertussis*, causador da coqueluche. A compreensão bioquímica e estrutural de tal complexo é um objetivo importante do grupo, e que poderá abrir novas portas para o desenvolvimento de agentes bacterianos que inibam a ação das proteínas Mur.

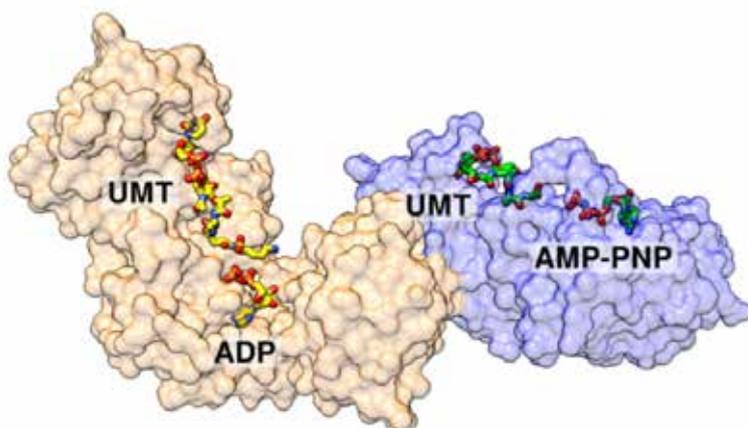


Figura 6 - MurE (em laranja) e MurF (em azul) de *B. pertussis* estão fusionadas de forma ‘head-to-tail’ na quimera MurE-MurF.

Projetos em Criomicroscopia eletrônica

Há três projetos de colaboração internacional na área de criomicroscopia eletrônica, um deles é apoiado pelo Programa Ibero-Americano de Ciências e Tecnologia para o Desenvolvimento (Cyted) e outros dois apoiados pela *Zuckerberg Initiative* (USA). Em um desses projetos, a instituição contemplada foi o Centro de Biologia *Estructural del Mercosur* (CeBEM), uma rede de grupos científicos de pesquisa na área de biologia estrutural e bioimagem composta por centros localizado no Uruguai, Paraguai, Argentina e Brasil, o qual é representado pelo CNPEM. A colaboração entre esses centros é encorajada através de ações como intercâmbio entre os estudantes e

cientistas para que visitem o CeBEM e outros centros de referência internacional.

Além disso, o CNPEM firmou um memorando de entendimento com o Instruct-ERIC, uma rede pan-europeia de infraestrutura em biologia estrutural. O objetivo desse acordo de cooperação entre as instituições é fomentar o intercâmbio de metodologias científicas e a capacitação dos pesquisadores. Por fim, os pesquisadores do CNPEM integraram o painel de discussão "Integrated Research Infrastructures Ecosystem" durante a International Conference on Research Infrastructures 2022, organizada pela Comissão Europeia em Brno, na República Checa.

Parceria com o Projeto europeu Horizon 2020 CompSafeNano

O CNPEM é parceiro do projeto europeu Horizon 2020 CompSafeNano (*Nanoinformatics Approaches for Safe-by-Design of Nanomaterials*). Neste ano, em colaboração com pesquisadores da *University of Birmingham* (Reino Unido) e empresa *NovaMechanics Ltd* (Chipre) foi publicado um artigo de revisão no renomado periódico *Nano Today*. Nesse artigo foi abordado os efeitos da

interação de nanomateriais com poluentes orgânicos e inorgânicos e seus impactos na ecotoxicidade (modelo *Daphnia*), qualidade de águas, regulações e segurança ambiental. Em especial, foi enfatizado as perspectivas e metodologias envolvendo ciência intensiva em dados e nanoinformática para predição de riscos ambientais de misturas complexas em sistemas aquáticos.

Dispositivos supercondutores do tipo “Wavelength Shifter” para o Sirius

A colaboração entre CNPEM e Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear (CERN), na transferência de conhecimentos técnicos em ímãs supercondutores, que foi iniciada no início de 2021, teve continuidade em 2022. No decorrer do ano, foram concluídos os projetos conceitual e preliminar do dispositivo de inserção do tipo “Wavelength Shifter Superconductor” (SWLS). Este dispositivo deve ser capaz de gerar um campo de pico superior a 6 T para ser usado como uma fonte de fótons de alta energia a ser instalada

no Sirius. Nessa parceria, o CERN atua na execução do projeto através do compartilhamento de conhecimento e orientação das equipes do CNPEM que atuam no projeto dos subsistemas do SWLS. Uma renovação do acordo de colaboração está em curso, a fim de que o projeto caminhe até sua fase final e de que testes dos componentes fabricados para o SWLS sejam realizados no CERN. Essa prorrogação permitirá que as equipes do CNPEM, envolvidas no projeto, possam se capacitar no tema, ao serem treinadas no CERN.

Desenvolvimento de um Acelerador Linear de Prótons

O CNPEM iniciou o desenvolvimento de um Acelerador Linear de prótons compacto do tipo Quadrupolo de Radiofrequência (RFQ-Linac), com objetivo de produzir radioisótopos para aplicação em Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET), uma técnica de imageamento que será utilizada nas instalações do Laboratório Nacional de Máxima Contenção Biológica (LNMCB), futura instalação do CNPEM, e possibilitará experimentos complementares aos realizados com luz síncrotron. O projeto acontece em parceria com o CERN (Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear), cujos pesquisadores colaboraram na solução de um Quadrupolo de Radiofrequência (RFQ) de alta frequência (750MHz) e auxiliando nas demais partes do desenvolvimento do acelerador linear.

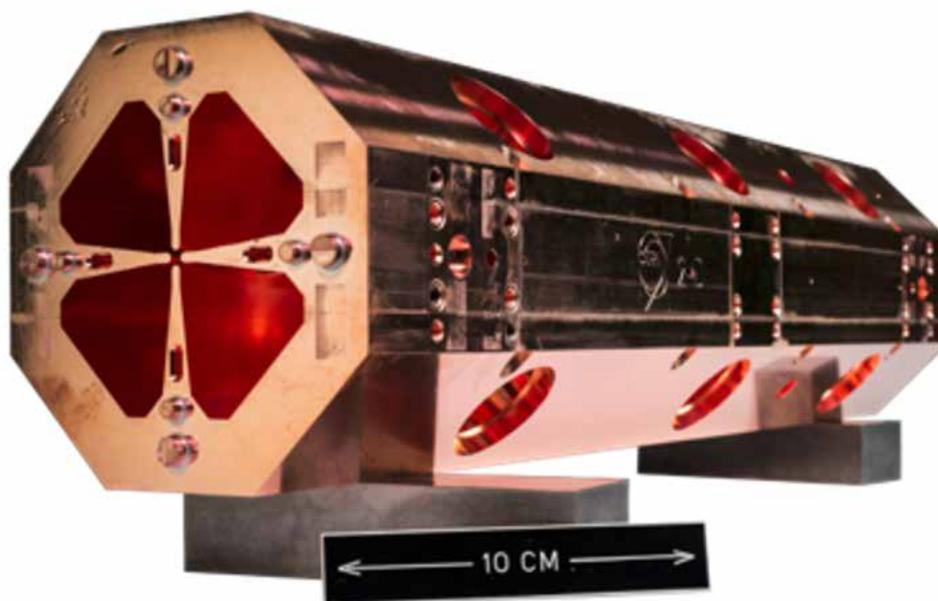


Figura 7 – Módulo da cavidade aceleradora do tipo RFQ de 750 MHz desenvolvida pelo CERN, que tem a proposta de ser compacta e viabilizar o uso in loco para aplicações médicas.

Projetos de aumento de luminosidade de feixe do Hi-Lumi

Além das colaborações nos projetos mencionados, os pesquisadores do CNPEM têm se envolvido em reuniões técnicas com os pesquisadores do CERN, assim como, em estudos para possíveis contribuições do Brasil no projeto de *upgrade*, Hi-Lumi, do *Large Hadron Collider* (LHC). O Hi-Lumi ou “*High Luminosity*” é um *upgrade* que será feito no LHC para permitir o aumento da luminosidade do feixe acelerado.

O CERN apresentou para o CNPEM uma lista de projetos de componentes, na forma de “*work packages*”, que terão que ser fabricados para o Hi-Lumi. A proposta é que o CNPEM fabrique ou coordene a fabricação no Brasil dos “*work packages*” no formato “*in-kind*”. Por enquanto, os profissionais do CNPEM fizeram um estudo de viabilidade técnica e um levantamento de custos e cronograma para três “*work packages*”. Entretanto, como esses projetos devem ser executados no formato “*in-kind*”, ainda está em curso uma busca para a viabilização financeira desses projetos.

Intestino de capivaras guarda enzimas valiosas para biotecnologia

O trabalho do CNPEM, publicado na revista *Nature Communications*²¹, em parceria com a Universidade de Marseille e Universidade Técnica da Dinamarca, demonstrou o grande potencial da microbiota da capivara, como fonte de novos microrganismos e sistemas enzimáticos que degradam materiais lignocelulósicos, valiosos para a biotecnologia. Abordagens multi-ômicas associadas com técnicas de biologia molecular, enzimologia, espectrometria de massas e síncrotron foram integradas para não apenas identificar a composição e estrutura da comunidade microbiana, mas também determinar as rotas bioquímicas na conversão de lignocelulose em açúcares simples. Além disso, foram descobertas novas famílias de enzimas (GH173 e CBM89). Este estudo se destaca tanto pelas inúmeras abordagens, desde a escala populacional até a atômica, como pelas diversas descobertas e contribuições no campo da glicobiologia industrial, o que vai servir como modelo para futuros estudos da biodiversidade brasileira.

21. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-28310-y>.



6



COLABORAÇÕES INTERNAS

Colaborações internas



Métodos aplicados a imagens biológicas e biologia estrutural

Em 2022, os pesquisadores do LNLS e o LNBio deram continuidade ao desenvolvimento de metodologias importantes para as linhas de luz do Sirius. Em destaque está a implementação da cristalografia de proteínas em alta performance (HT), cujas rotinas foram testadas e empregadas diretamente nos projetos de *Drug Discovery* em execução, usufruindo das últimas implementações da linha MANACA do Sirius. Este desenvolvimento conjunto possibilitou a coleta de dados de mais de 100 cristais em 12 horas, um feito inédito. Dando continuidade ao desenvolvimento e otimização de técnicas de preparo de amostras biológicas em condições de temperatura ambiente ou criogênicas, destaca-se o sucesso no processamento da primeira tomografia de cérebro feita na linha de tomografia MOGNO. Foi medida uma amostra de córtex cerebral de camundongo, com marcação de Golgi-Cox, na qual alguns poucos neurônios (1 a 3%) esparsos são impregnados com mercúrio, revelando a morfologia celular típica e seus neuritos. Em poucos dias foi possível processar a tomografia individualizando os neurônios e iniciando estudos de conectividade (Figura 8). Os avanços desta parceria têm contribuído para um melhor entendimento dos casos científicos de interesse e para o comissionamento técnico-científico destas linhas de luz do Sirius.

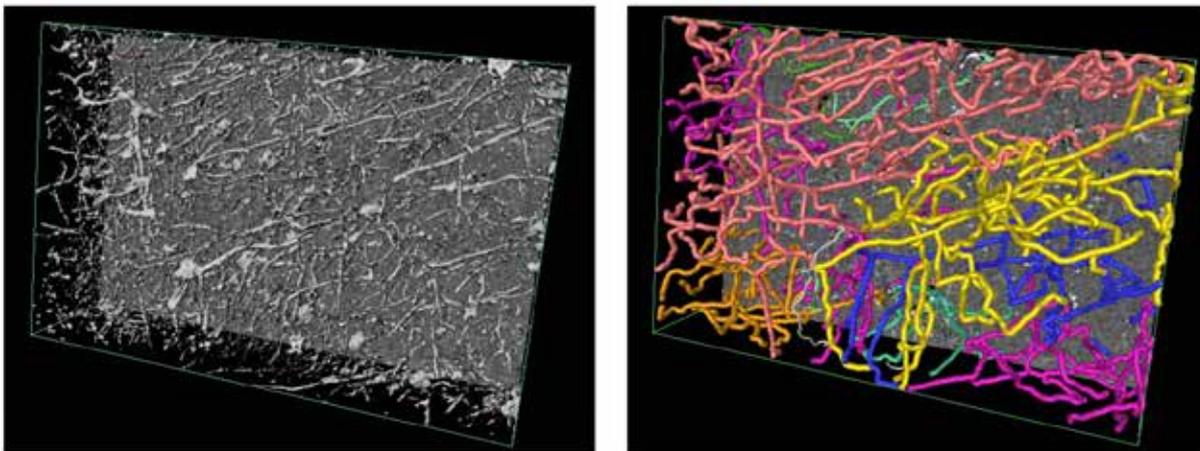


Figura 8. Processamento de neurônio em tomografia síncrotron na linha MOGNO. Esquerda, renderização de microtomografia crua. Direita, renderização da segmentação de neurônios individualizados.

Cintiladores para detectores de conversão indireta de alta resolução

O processo de conversão de raios-X em informação digital nas linhas de luz do Sirius pode ser feito de forma direta, por detectores híbridos, como o PIMEGA, ou por conversão indireta. O segundo método, apesar de menos eficiente, permite *pixels* de maior resolução (quase 100x menores que os do PIMEGA). O grande desafio do método de conversão indireta, que converte raios-X em luz visível para posterior detecção com ótica e detecções convencionais, está no desenvolvimento de cerâmicas cintiladoras transparentes de alta qualidade ótica. Ele demanda o uso do estado da arte em processamento cerâmico, com um elevado controle da morfologia e composição (fase e pureza química) das partículas, seguido de uma otimização do processo de conformação, visando obter corpos cerâmicos com tamanho de poros e porosidade controlada e finalmente um controle rigoroso da sinterização. Este projeto tem como principal alvo o sistema de detecção da linha HIBISCO do Laboratório Nacional de Máxima Contenção Biológica (LNMCB), no modo de imagens de alta resolução em modo de contraste de fase. Na fase atual o LNNano está implementando uma infraestrutura para o desenvolvimento de cerâmicas transparentes a partir de uma infraestrutura pré-existente e com fornos desenvolvidos pela divisão de Engenharia e Tecnologia (ENT) do CNPEM. Assim que os instrumentos e protocolos para a síntese as primeiras cerâmicas de qualidade ótica forem obtidas, será iniciada a etapa de otimização específica para detecção de raios-X nas linhas do Sirius.

Sensores vestíveis em folhas para o monitoramento da saúde de plantas

Os pesquisadores do LNNano, em colaboração com os pesquisadores do LNBR e LNLS, desenvolveram sensores impedimétricos vestíveis em folhas (Figura 9) combinadas com o uso de *machine learning* (ML) para o monitoramento *in-situ*, em tempo real e a longo prazo da perda de água de plantas de soja. Esse tipo de análise fornece informações essenciais para áreas como agricultura de precisão e estudos de toxicidade e eficácia de insumos agrícolas. Os desafios desse monitoramento incluem a adesão na folha, biocompatibilidade, capacidade de escalonamento e reprodutibilidade dos eletrodos, especialmente quando submetidos a ensaios de longo prazo. Um conjunto de inovações em sensoriamento e soluções tecnológicas e de processamento de dados visando superar esses obstáculos foi publicado no periódico *ACS Applied Materials & Interfaces*²² em uma edição especial dedicada a jovens pesquisadores de todo o mundo. Essa foi a segunda publicação com dados gerados na linha de luz Carnaúba, do Sirius, uma estação com grande potencial de uso em pesquisas sobre agricultura e meio ambiente.



Figura 9. Ilustração dos sensores vestíveis em folhas de soja.

Plataforma modular para evolução adaptativa de microrganismos

O Evolver é um projeto colaborativo entre a divisão de Engenharia e Tecnologia e o LNBR que tem como objetivo o desenvolvimento de uma plataforma modular que permita a evolução adaptativa de microrganismos com *high-throughput*, ou alto rendimento, de forma automatizada e independente. Essa evolução, frente às atuais técnicas de crescimento celular, possibilitará adaptações e melhorias para necessidades do LNBR com auxílio dos engenheiros da Engenharia e Tecnologia. No decorrer de 2022, diversas áreas do conhecimento foram necessárias para o desenvolvimento do projeto, como eletrônica (controle de baixo e alto nível), escolha de métodos de medição de pH, configuração de protocolos de comunicação e estruturação mecânica. Os estudos neste projeto permitirão que haja uma adaptação de microrganismos a estresses abióticos, adaptação de microrganismos a componentes tóxicos do substrato ou produtos de interesse, seleção de microrganismos com melhor capacidade de consumo de substratos de interesse e, ainda, que haja uma maior evolução de enzimas com novas funções ou melhor atividade. A plataforma permitirá, ainda, um maior controle e monitoramento em tempo real de parâmetros relevantes para evolução adaptativa de microrganismos, como temperatura, agitação, medição de turbidez/biomassa, alimentação e descarte automáticos de meio de cultivo.

22. <https://doi.org/10.1021/acsami.2c02943>

Interface para Biossensor Nanoestruturado

A divisão de Engenharia e Tecnologia tem colaborado em um projeto supervisionado pelo LNNano, que visa desenvolver um dispositivo portátil e miniaturizado de iontoforese reversa para a determinação não-invasiva de glicemia (concentração de glicose no sangue). O dispositivo será composto por três unidades: nanomembrana interfacial, sistema eletródico e transdutor. A colaboração com o LNNano tem se dado pela continuação e aperfeiçoamento do desenvolvimento do transdutor: um sistema eletrônico com comunicação sem fio, responsável pela aplicação de uma corrente de iontoforese reversa e leitura, condicionamento e transmissão dos dados de um biossensor eletroquímico.

Desvendando enzimas de bactéria probiótica do intestino humano

Publicado na revista *Nature Chemical Biology*²³, e com destaque em resenha escrita pela Prof. Lucy Crouch, renomada glicobiologista, o estudo elucidou o complexo sistema de enzimas, produzido por uma bactéria da microbiota intestinal humana, para utilizar o carboidrato do tipo N-glicano como fonte de energia e fonte de carbono. O trabalho foi conduzido pelo LNBR e LNNano em parceria com instituições dos EUA e Espanha, e teve como foco a bactéria *Bifidobacterium longum* que tem papel importante na proteção contra patógenos, na produção de moléculas bioativas (folatos e neurotransmissores), na modulação do desenvolvimento neuronal e na imunidade. Dentre outros resultados, o trabalho demonstrou que existem quatro enzimas atuando nos ramos do carboidrato N-glicano e foi identificado o papel de cada uma delas. Também foi descoberta a enzima-chave para a utilização do N-glicano, pois converte manose em frutose, a qual pode seguir para a via que leva à produção de moléculas como acetato, formato e etanol. Combinando trabalhos prévios dos pesquisadores do CNPEM com o estudo atual, o estudo postulou o primeiro modelo de utilização de N-glicanos pelas bactérias do tipo Bifidobacteria. A estratégia molecular descoberta exemplifica como essas bactérias probióticas sobrevivem na microbiota intestinal de animais e humanos, o que pode ser explorado na modulação desta microbiota para beneficiamento da saúde.

23. <https://doi.org/10.1038/s41589-022-01202-4>.

Investigação sobre a interação entre lignina e celulose

A lignina de cana-de-açúcar em sua maior parte é utilizada como combustível para geração de bioeletricidade no Brasil, o que contribui para aumentar o impacto de tecnologias limpas. Todavia, o potencial desta lignina é pouco explorado devido a sua heterogeneidade, um importante gargalo para produtos de base biológica com maior valor agregado que devem ser reprodutíveis e economicamente viáveis. Em 2022, o LNBR e o LNNano publicaram um estudo que investigou as interações entre lignina e celulose em escala molecular e nanométrica, e resultou no mapeamento dos diversos arranjos estruturais entre elas. Foram determinadas experimentalmente mais de sete mil curvas forças-distância com pontas de microscopia de força atômica recobertas com lignina em contato com filmes de celulose. Essa base experimental foi submetida à análise de dados com técnicas de aprendizado de máquina e os resultados obtidos foram interpretados a partir de resultados de simulação por dinâmica molecular. Essa combinação única de microscopia de força atômica, análises orientadas a dados e simulações moleculares abre uma nova abordagem de investigação e atualiza a compreensão das interações celulose-lignina na nanoescala. O artigo na Revista Nanoscale²⁴ foi escolhido para ser a capa da edição (Figura 10).

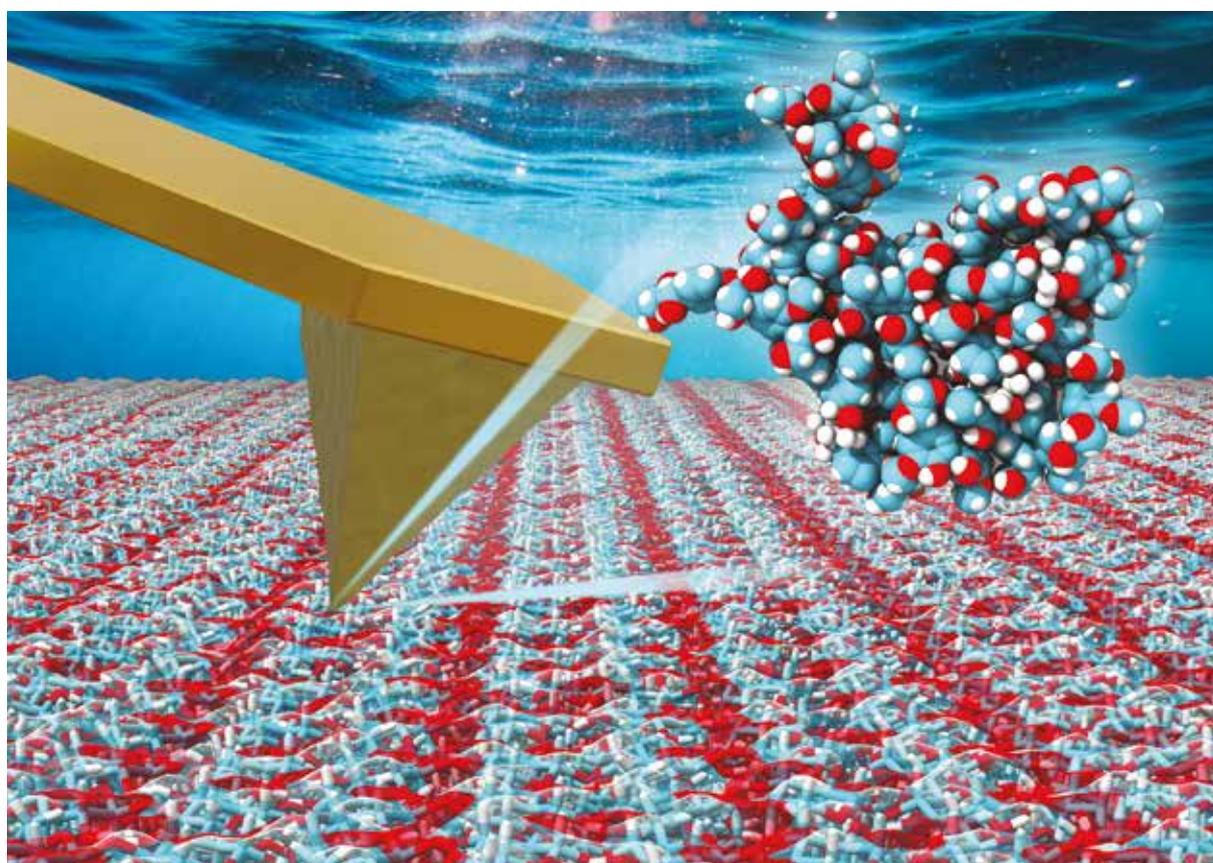


Figura 10. Ilustração da interação de uma ponta de AFM recoberta por lignina em uma das faces cristalinas da celulose.

24. <https://doi.org/10.1039/D2NR05541D>.



7



DESTAQUES DE INFRAESTRUTURA

Destaques de Infraestrutura



Laboratório de nível de biossegurança 3 (NB3)

Em 2022 avanços foram obtidos no âmbito do Projeto de Plataformas de Combate a Víruses Emergentes (PCVE). Os recursos orçamentários destinados a esta ação foram contratados por meio da Ação de Enfrentamento da Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional Decorrente do Coronavírus, do Governo Federal. O projeto vem sendo executado na proposta de estruturar novas unidades laboratoriais, além da construção de um Laboratório de Nível de Biossegurança 3 (NB3), dedicados ao desenvolvimento de antivirais e métodos diagnósticos para o combate a víruses emergentes.

Em um espaço de aproximadamente 100m²,

adjacente ao atual prédio do LNBio, está em implantação o primeiro laboratório NB3 do CNPEM. Este projeto teve sua fase conceitual desenvolvida internamente pelo CNPEM, com apoio de consultoria internacional contratada (World BioHazTec). Foram gerados “room data sheets”, com todos os requisitos técnicos e equipamentos necessários em cada ambiente. Neste ano de 2022 destaca-se a execução de todo o escopo de supressão vegetal, permitindo a contratação da construtora e início das obras no segundo semestre deste ano. A obra foi iniciada em agosto de 2022 e segue em execução, com previsão de conclusão em março de 2023.

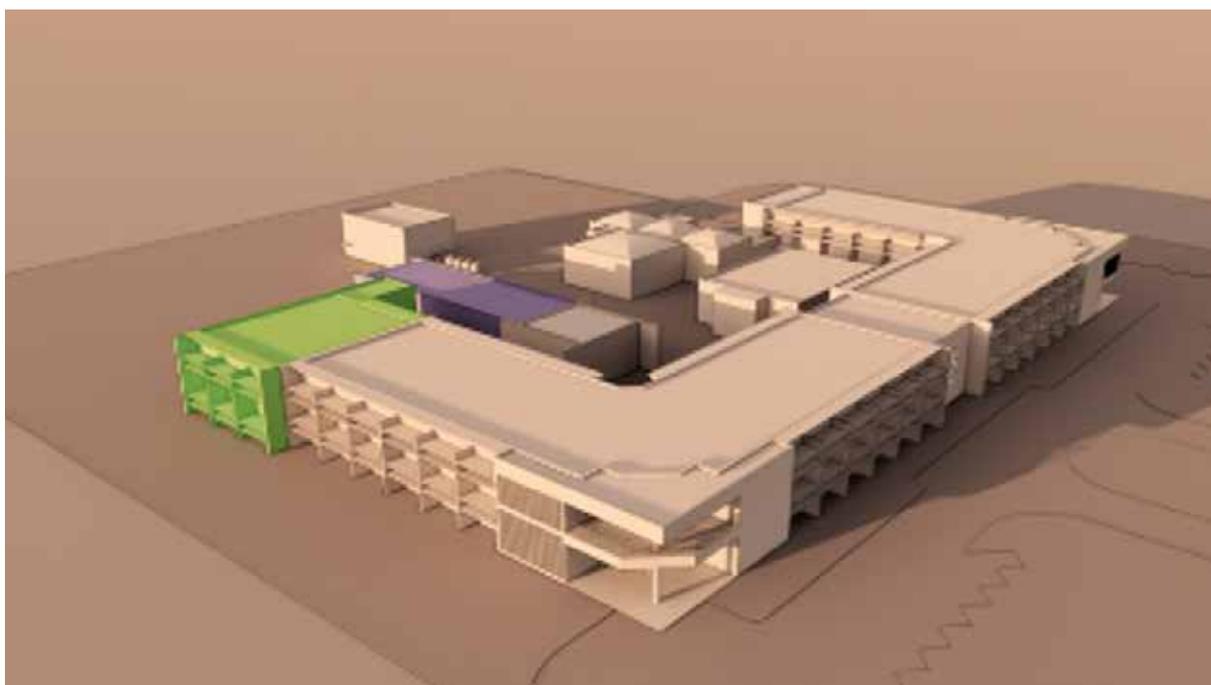


Figura 11 - Modelo conceitual do Laboratório NB3 como expansão do LNBio - Setor E (em verde)

Para as fases básica e executiva do projeto, foi contratada uma empresa especializada em laboratórios deste tipo, Solufarma. Esta empresa fará os projetos, sob supervisão e orientação do CNPEM, e a obra do laboratório (interna), com previsão de entrega para junho de 2023.



Figura 12 – Andamento da obra do laboratório NB3 como expansão do LNBio (Setor E)

Planta para Recuperação de Hélio

Alguns equipamentos e estações experimentais requerem hélio líquido (LHe) como fluido refrigerante para atingir temperaturas muito baixas (criogênicas), na casa de 4K (Kelvin). O projeto Helium Gas Recovery – HGR, hoje em desenvolvimento, tem por objetivo reduzir o custo de operação das linhas de luz. Portanto, o LNLS começou a sistematizar essa demanda, uma vez que duas das linhas de luz com maior demanda devem começar a operar seus

equipamentos nos próximos meses. O projeto deve recuperar o Hélio gaseificado no processo de refrigeração dos componentes para que possa ser reprocessado e novamente liquefeito. O projeto está em fase de aquisição e contratação e no primeiro semestre de 2023 as equipes de infraestrutura farão a implantação da recuperação de gás, beneficiando imediatamente a operação das linhas EMA e SABIÁ, e futuramente IPÊ e SAPÊ, além dos laboratórios.

Plataforma de Biotecnologia Industrial: sequenciamento de segunda geração

Este ano deu-se início à implantação da Plataforma de Biotecnologia Industrial. Com aporte recebido do FNDCT, a Plataforma prevê a implantação da infraestrutura de pesquisa voltada para a descoberta, desenho, engenharia de enzimas e microrganismos e o desenvolvimento de processos em níveis de maturidade tecnológica (TRL) de 3 a 5, com o comissionamento técnico e científico de quatro módulos. Em 2022 foi realizado o Desenho conceitual da Plataforma incluindo os requisitos principais utilizados para nortear a aquisição de equipamentos e o desenvolvimento de metodologias.

No que tange à aquisição de equipamentos, este ano se destacam os equipamentos de sequenciamento, espectrômetro de massas e sistema computacional para armazenagem e processamento de dados. O recém-adquirido sequenciador NextSeq 2000© é um sistema moderno e robusto com aumento de 20% para o sequenciamento de grandes profundidades (volume de dados em GBytes) e redução de 70% nos custos por GByte sequenciado, quando comparado aos seus modelos antecessores. Esta nova plataforma fará parte da instalação aberta a usuários externos.



Figura 13 - Sala de sequenciamento de alto desempenho ampliada após a reforma e com bancadas adicionais. A foto mostra o novo sequenciador de segunda-geração já instalado (primeiro equipamento na bancada esquerda da sala). O sequenciador de terceira geração será instalado ao lado das geladeiras (lado direito da sala)

Plataforma de Biotecnologia Industrial: espectroscopia de massas acoplado à cromatografia líquida

Outro destaque da Plataforma de Biotecnologia Industrial foi a aquisição do espectrômetro de massas Synapt XS, que contempla um complexo sistema de cromatografia líquida associada à espectrometria de massas (MS) que emprega alta tecnologia, adequado para análises de qualidade de diversas biomoléculas. Este sistema é composto por: (i) cromatógrafo líquido binário (I-class) com fluxo de ultra alta pressão (UPLC), (ii) sistema integrado de HDX (troca de hidrogênio-deutério) e (iii) espectrômetro de massas (Synapt XS) contendo: os módulos de fragmentação por dissociação induzida por colisão (CID) e dissociação por transferência de elétrons (ETD); fontes de ionização e dessorção a laser assistida por matriz (MALDI), electrospray (ESI) e ionização química por pressão atmosférica (APCI) e módulo de mobilidade iônica (IM).

Este sistema contempla uma tecnologia

extremamente sensível e versátil que é indispensável para ampla gama de aplicações incluindo: caracterização de polímeros, polissacarídeos (como xiloglucanos) e compostos desconhecidos gerados em processos de reações enzimáticas e desconstrução de lignina por meio de ionização por MALDI; análises qualitativas e quantitativas de compostos polares e apolares como metabólitos, lipídeos e polissacarídeos via ionização por ESI e APCI e fragmentação por CID e ETD; e análise estrutural da dinâmica de interação entre proteínas e interações proteína-substratos para caracterização de mecanismos enzimáticos utilizando o sistema de HDX. A mobilidade iônica (IM) incluída no equipamento Synapt XS adiciona uma quarta dimensão de separação (tempo de retenção, m/z, MS/MS e seção de choque) que aumenta a confiabilidade de anotação de compostos desconhecidos.



Figura 14 - Sala de espectrometria de massas à cromatografia líquida após a reforma, com melhorias no sistema de gases e de controle de temperatura e com o novo espectrômetro de massas já instalado (os dois equipamentos da direita no fundo da sala)

Plataforma de Biotecnologia Industrial: projeto eVOLVER

Na implantação da Plataforma de Biotecnologia Industrial outro destaque é o desenvolvimento realizado em parceria com a Área de Ciências Aplicadas da divisão de Engenharia e Tecnologia do CNPEM. O projeto eVOLVER é um protótipo modular que permite a evolução adaptativa de microrganismos de forma automatizada com alto rendimento e controle de parâmetros relevantes para o crescimento celular, como turbidez da cultura, vazão de substrato, temperatura e agitação. O equipamento foi desenvolvido por pesquisadores da *Boston University* e toda a documentação para montagem do *hardware* e utilização do *software* foram disponibilizadas para a comunidade científica visando um modelo de distribuição *DIY (do-it-yourself)*. O equipamento permite um controle de microfluídica baseado em turbidez da cultura ou intervalos temporais definidos. Desta forma, experimentos de evolução adaptativa podem ser realizados em condições de crescimento controladas e com a manutenção de culturas em fase exponencial, condição importante para estes experimentos. O sistema inicialmente oferece a versatilidade de 16 módulos com atuadores e sensores individual e remotamente dirigidos, permitindo crescimento de culturas únicas em pequenos volumes experimentais por módulo (12-25 ml). O projeto permitirá que haja uma adaptação de microrganismos a estresses abióticos (ex.: temperatura, pH), adaptação de microrganismos a componentes tóxicos do substrato ou produtos de interesse (ex.: furfural, ácidos orgânicos), seleção de microrganismos com melhor capacidade de consumo de substratos de interesse (ex.: xilose, arabinose, aromáticos) e, ainda, uma maior evolução de enzimas com novas funções ou melhor atividade.



Figura 15 - Protótipo de sistema automatizado, customizável e modular para evolução adaptativa em condições de crescimento controladas e com a manutenção de culturas em fase exponencial

Instalação Nanofabricação

O ano de 2022 marca o primeiro ano de atendimento à usuários da instalação Nanofabricação do CNPEM, aberta oficialmente no portal de usuários (SAU) em março. Desde sua abertura, foram executadas propostas de utilização por instituições como UNICAMP, UFSCar, Universidade Mackenzie, UFMG, e propostas internas de pesquisadores do CNPEM. O laboratório de Nanofabricação é cofinanciado pela FAPESP

por meio do projeto Multiusuário FAPESP²⁵. Por solicitação da FAPESP e pela prática adotada em diversas instalações abertas do CNPEM, foi criado em dezembro deste ano um comitê de acompanhamento e avaliação de propostas. Esse comitê se reunirá anualmente, pelos próximos 2 anos, para acompanhar o progresso das atividades e práticas adotadas no atendimento a usuários de Nanofabricação do LNNano.

Adequação dos espaços da Divisão de Dispositivos

Com recursos do Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologias (SisNANO), o LNNano adquiriu vários equipamentos e realizou diversos melhoramentos da infraestrutura, abertos a usuários internos e externos. Foi adquirido um sistema de caracterização elétrica de dispositivos composto por uma estação de pontas para medidas elétricas (FormFactor/Cascade modelo MPS150 Triax) e um analisador de parâmetros elétricos (Tektronix/Keithley modelo 4200A SCS).

Outra melhoria é relacionada à aquisição de mobiliário técnico para os laboratórios localizados nas salas 105 (Medidas Elétricas) e 106 (Prototipagem) do prédio LNNano, complementando a infraestrutura necessária para fabricação e caracterização de nanomateriais e dispositivos.

Ainda com recursos do SisNANO, foi adquirido um potenciostato/galvanostato (Metrohm modelo Autolab 128N), para realizar a caracterização eletroquímica de dispositivos. Além do conjunto básico do equipamento, foram adquiridos módulos capazes de ampliar a faixa de corrente elétrica medida, estender o potencial elétrico aplicado, e multiplicar a taxa de aquisição dos sinais, além de módulo que acrescenta um canal ao instrumento transformando-o em um bi-potenciostato.

Outro recém adquirido instrumento com recursos do SisNANO, essencial para a microfabricação de uma grande variedade de dispositivos funcionais, é o sistema de prototipagem rápida por escrita direta ML3 (Durham Magneto Optics/UK).

Melhorias na instalação aberta em espectrometria de fotoelétrons excitados por raios X (XPS)

Em 2022, a instalação de Espalhamento de Raios-X e Espectroscopia do LNNano foi estruturada com melhorias técnicas e de infraestrutura para o recebimento do novo equipamento de espectrometria de fotoelétrons excitados por raios X (XPS) da marca SPECS, modelo ARPES SPECS System. Este novo equipamento foi entregue em setembro de 2022 e será instalado e comissionado no primeiro semestre de 2023. A abertura da instalação para a realização de experimentos está prevista para o segundo

semestre de 2023. O XPS ARPES ampliará a gama de análises avançadas de caracterização de superfície com a realização de espectroscopia de fotoelétrons resolvida com o ângulo (*Angle-resolved photoemission spectroscopy*, ARPES) e espectroscopia de fotoelétrons excitados por ultravioleta (*Ultraviolet Photoelectron Spectroscopy*, UPS). Estas técnicas se destacam nas análises de materiais 2D e semicondutores permitindo o desenvolvimento de novas tecnologias especialmente nas áreas de energia.

Laboratório de Processamento de Nanocompósitos

Entrou em operação uma nova instalação para processamento de nanocompósitos e materiais poliméricos (Figura 16). Nesta nova instalação estão disponíveis os seguintes equipamentos: 1) Extrusora dupla rosca; 2) Mini injetora; 3) Reômetro de torque; 4) Moinho micro pulverizador; 5) Mini extrusora DR164X; 6) Prensa compacta; 7) Moinho granulador de facas e 8) Homogenizadores.



Figura 16. Vista principal da entrada do Laboratório de Processamento de Nanocompósitos (esquerda) e equipamentos para produção e caracterização dos materiais (direita)

Laboratório de Fotoeletroquímica

No ano de 2022, uma nova instalação dedicada a produção de hidrogênio verde foi aberta no CNPEM. O Laboratório de Fotoeletroquímica (FTQ), como foi denominado, está equipado com toda infraestrutura necessária para a fabricação de filmes nanoestruturados em diferentes plataformas e dimensões via rota química.

O FTQ possui estrutura para caracterização eletroquímica e fotoeletroquímica e para caracterização por espectroscopia de impedância eletroquímica. Os experimentos podem ser realizados em condições sem e com iluminação utilizando simuladores solares (certificados e com diferentes filtros para simularem diferentes condições de irradiação). Também é possível realizar caracterizações óticas, elétricas (espectroscopia de impedância elétrica)

e fotodegradação e eletrólise em materiais na forma de pó. O laboratório possui um sistema para análise de dinâmica de carga utilizando técnica espectroscópica que combina monitoramento da resposta elétrica e ótica por luz modulada (LEDs com diferentes comprimentos de onda), e um equipamento para monitoramento da eficiência quântica dos materiais monitorando a razão de fótons absorvidos e convertidos em fotocorrente.

Em resumo, o laboratório oferece uma infraestrutura bastante versátil para caracterizações eletroquímicas e fotoeletroquímicas, principalmente com foco em compreender os fenômenos que limitam potenciais materiais para aplicação como fotoeletrodos para geração de H₂ via eletrólise assistida por luz solar.

Centro de Vivência Ilum

Em 2022, foi desenvolvido um estudo do projeto arquitetônico conceitual para aprovação da nova edificação do Centro de Vivência da Ilum. No estudo inicial foi estimado uma área total construída de 6.753,00 m², que a longo prazo comportará cerca de 600 alunos, 35 colaboradores/professores e 25 Pós-Docs visitantes. Com um conceito modular, permitindo sua construção em fases, a edificação conterà

salas de aula, salas de *coworking*, laboratórios, refeitório, áreas técnicas e de apoio operacional, salas de professor individuais, biblioteca, além de um hall de integração da Escola. O conceito de prédio adotado abrange uma estratégia de implantação que promova uma vivência individual e coletiva, aos usuários, com a criação de modulações pensadas para se adaptar a tamanhos diversos de salas.

Centro de Saúde

No primeiro semestre de 2022 o CNPEM desenvolveu a especificação técnica para a contratação da gerenciadora responsável pela contratação da equipe de arquitetura para elaboração dos Estudos Preliminares, Projeto Básico e Executivo do Centro de Tecnologias em Saúde do CNPEM. As discussões e análise de propostas avançaram, de tal modo que foi possível fechar a contratação da gerenciadora e organizar a reunião de *kickoff* com a empresa projetista.

Ainda no primeiro semestre deste ano, foi iniciado o estudo preliminar do projeto e foram fechados a contratação da equipe de arquitetura

responsável pela elaboração dos projetos, assim como, a contratação da equipe de projetos complementares; além da contratação do levantamento topográfico cadastral da área de intervenção.

Ademais, foi contemplada no projeto do Centro de Tecnologia em Saúde a reforma do Setor A1 do atual Laboratório Nacional de Biociências, que hoje abriga a Biblioteca. Até o momento deste relatório a execução da obra se encontra em fase de contratação, a ser finalizada janeiro de 2023. Seguindo o cronograma estabelecido, a conclusão da obra está prevista para julho de 2023.



8



PARCERIAS COM EMPRESAS



Novas terapias para doenças multifatoriais: três novos projetos iniciados com startup Nintex

A *startup* Nintex e o CNPEM assinaram um acordo de cooperação guarda-chuva em 2021, para o desenvolvimento de novas terapias para doenças multifatoriais utilizando produtos da biodiversidade brasileira. Em 2022, a empresa iniciou os três primeiros projetos desta colaboração. O primeiro, tem por objetivo o desenvolvimento de fármacos candidatos alvo para o tratamento de infecções virais por Coronavírus e conta com cofinanciamento EMBRAPPII. Neste projeto serão utilizados os protocolos desenvolvidos pela equipe do CNPEM e a plataforma inovadora para Descoberta de Fármacos a partir de produtos naturais. A primeira fase iniciou em julho de 2022 e almeja encontrar novas classes químicas e sítios de interação das proteínas alvo não usuais, que tragam diferenciais para o desenvolvimento de antivirais inovadores no tratamento de doenças causadas por Coronavírus.

O segundo projeto, que teve início em julho de 2022, tem por objetivo o desenvolvimento de fármacos candidatos alvo dirigidos para o tratamento de doenças cardíacas e hepáticas, e conta com cofinanciamento EMBRAPPII. Este projeto parte dos resultados da pesquisa interna do CNPEM com um alvo proteico para estas doenças - validado em modelos animais. As atividades envolvem a triagem e caracterização de moléculas da biodiversidade brasileira com ação neste alvo, podendo derivar os primeiros fármacos e/ou fitofármacos para este mecanismo de ação dessas doenças, que são prevalentes e com poucas opções de tratamento.

Por fim, o terceiro projeto firmado conta com cofinanciamento da EMBRAPPII e do BNDES, e visa desenvolver fármacos potencializadores de imunoterapia para o tratamento de câncer, inspirados em produtos naturais. Partindo da pesquisa do CNPEM em imuno-oncologia, o projeto irá triar bibliotecas inovadoras da biodiversidade

brasileira e avaliar o potencial de produtos naturais, isolados ou em conjunto, de modular a resposta imune e em imunoterapias com anticorpos para tratamento de câncer. Assim, serão prospectados, pela primeira vez, imunopotencializadores do anticorpo Nivolumab na biodiversidade brasileira, que pode também oferecer moléculas que modulem a microbiota humana, a qual desempenha importante papel imunomodulador. O projeto está na fase inicial de adaptação de ensaios *in vitro* de forma miniaturizada, que possibilitarão a triagem de bibliotecas de compostos em larga escala.

Para a Nintex, o grande diferencial do CNPEM que levou a escolha como parceiro estratégico para projetos de inovação radical, está no fato do Centro ser uma referência mundial neste tema, contando com “uma capacidade extraordinária na descoberta de compostos ativos de origem natural contra alvos biológicos de interesse, que inclui uma biblioteca de produtos naturais proveniente de bioprospecção, construída em parceria com a empresa Phytobios; além de domínio e combinação de técnicas como *high-throughput screening*, tecnologias analíticas avançadas, cristalografia de raio-X com o Sirius e cientistas de alto calibre”, pontua Cristiano Guimarães, sócio da Nintex. Ele destaca também a complementariedade das duas instituições, o que aumenta significativamente as chances de concretizarem com êxito o processo de descoberta de compostos naturais para terapias inovadoras, uma vez que o *know-how* em pesquisa e desenvolvimento no setor farmacêutico da Nintex complementa as competências e recursos da plataforma de Descoberta de Fármacos do CNPEM. “A ideia é juntar a experiência do CNPEM com as tecnologias proprietárias da Nintex no campo do microbioma humano para desenvolvimento bem-sucedido de terapias inovadoras”, conclui Cristiano.

Biorreagente seletivo para flotação reversa de minério de ferro

Com a perspectiva de aumentar a sustentabilidade de processos produtivos, contribuir para os objetivos do desenvolvimento sustentável e o avanço da indústria de bioeconomia, a empresa Vale e o Instituto Tecnológico da Vale (ITV) firmaram uma colaboração com o CNPEM, que é cofinanciada pela EMBRAPA, para desenvolver biorreagentes coletores com alta seletividade para o quartzo fazendo a flotação reversa de minério de ferro e gerando baixo impacto ambiental. O projeto avançou em 2022, e a partir de resultados obtidos em ensaios de microflotação de quartzo, foram identificados alguns compostos com desempenho equivalente aos reagentes químicos comerciais e que poderiam

ser produzidos de forma biológica. No decorrer do ano foram realizadas a prospecção de enzimas necessárias para a síntese destes compostos e o desenvolvimento de rotas biológicas *in vitro* e *in vivo* para a produção de dois compostos selecionados. Para as empresas os resultados desta colaboração com o CNPEM em P&D são muito promissores, especialmente pela capacitação dos times, uma vez que segundo Flávia Silvas, pesquisadora do ITV, “toda a equipe do Projeto, tanto a técnica como a administrativa, demonstra profundo conhecimento no assunto e mostra-se aberta a discussões, o que torna os resultados alcançados ainda mais aderentes”.

Rota biotecnológica para aproveitamento de subprodutos agroflorestais

O CNPEM firmou em 2022 sua primeira colaboração com a empresa Equinor Energy do Brasil, voltada para desenvolver o projeto intitulado “Rota biotecnológica para aproveitamento de subprodutos agroflorestais”, que tem o objetivo de enfrentar os desafios na produção microbiana de hidrocarbonetos, que poderiam ser empregados como biocombustíveis *drop-in*, utilizando materiais lignocelulósicos agroflorestais para geração de substrato. Os desafios tecnológicos a serem enfrentados são: aumento da eficiência e redução de custos na produção de coquetéis enzimáticos para sacarificação da biomassa; produção microbiana de hidrocarbonetos renováveis isentos de oxigênio com propriedades equivalentes às de combustíveis fósseis ou petroquímicos. Para alcançar soluções sustentáveis para os desafios propostos, o projeto se concentrará em estratégias biológicas, incluindo a descoberta de novas enzimas e o desenvolvimento de plataformas microbianas e sistemas enzimáticos para a hidrólise de matérias-primas lignocelulósicas e a biotransformação desses açúcares avançados em hidrocarbonetos renováveis. O projeto é desenvolvido em parceria com o departamento de PD&I da Equinor no Brasil e com o apoio da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). De acordo com Lara Arinelli, pesquisadora da Equinor, a parceria com o CNPEM é de grande importância para a Equinor na agenda de investigação de biomassas para produção de biohidrocarbonetos pela rota microbiana, e a construção da colaboração tem sido muito frutífera, uma vez que “todo o processo de definição do escopo do projeto contou com a colaboração do time de pesquisadores do LNBR e de inovação do CNPEM para que as expectativas estivessem alinhadas. Ao início do projeto, foi realizada uma visita às instalações do LNBR, contemplando as diferentes áreas do laboratório e planta piloto, sendo possível confirmar também a alta qualidade de infraestrutura disponível. Um dos destaques da visita foi o comprometimento do LNBR e do CNPEM como um todo com relação às medidas de segurança, saúde e meio ambiente adotadas, tema de alta importância para a Equinor. Além disso, durante os primeiros meses do projeto já podemos ver o avanço nos diferentes pacotes de trabalho, o que nos dá bastante confiança da estratégia adotada e da capacidade do pessoal envolvido no projeto.”

Dispositivos de corte e erosão com revestimento nanoestruturado (Plenus Coating)

Diante do êxito do primeiro projeto de cooperação com o CNPEM, a empresa nChemi firmou uma segunda colaboração em outubro de 2022. Com o cofinanciamento do SibratecNano, o objetivo da nova parceria será ampliar os testes do sistema automatizado de deposição de revestimento nanoestruturado em instrumentos cirúrgicos, desenvolvido no projeto anterior, de modo a aumentar a sua versatilidade. O foco das atividades está na incorporação do sistema de cura ou tratamento para complementar a tecnologia. A incorporação desse sistema trará ao usuário final a possibilidade de realizar a deposição do revestimento nanoestruturado em seu próprio consultório, ganhando agilidade, autonomia e reduzindo custos. Atualmente, o novo projeto está em fase de contratação dos profissionais e de aquisição dos insumos necessários para a execução das atividades.

Esta é mais uma colaboração do CNPEM com intuito de fortalecer *startups* de alta tecnologia do ecossistema de CT&I brasileiro. Como

atestado por Bruno Lima, um dos sócios da empresa, a relação com o CNPEM está sendo muito importante para o crescimento da nChemi, uma vez que “os resultados obtidos já fazem parte do plano de negócio da empresa em médio e longo prazo, que visa o aperfeiçoamento dos nossos produtos e a criação de novos métodos de aplicação.” Bruno reforça que a equipe altamente especializada e acessível, em conjunto com a infraestrutura de excelência, torna o CNPEM um ambiente ideal para o desenvolvimento de tecnologias de ponta em conjunto com empresas de base tecnológica. A interação entre as equipes da nChemi e do CNPEM já trouxe avanços no entendimento mais profundo da tecnologia da empresa e as expectativas com este novo projeto são altas: “Esperamos que resultados ainda mais importantes sejam alcançados no próximo ano e que novas interações e projetos sejam contratados nos anos seguintes, para que essa forte interação continue a crescer”, afirma Bruno Lima.

Tomografia de raios X para medidas *in situ* de amostras de rocha em condição de reservatório

No final de 2022, dois novos projetos de Infraestrutura e P&D para a linha Mogno do Sirius foram firmados, avançando na colaboração do CNPEM com a empresa Equinor. Esse projeto consiste no desenvolvimento, instalação e comissionamento da infraestrutura necessária para estudar o fluxo multifásico de fluidos em rochas reais, através de imageamento de raios-X em condições experimentais (resolução espacial, temporal, tamanho de amostra, pressão e temperatura), nunca antes obtidas em linhas de luz de tomografia de raios-X. Adicionalmente, irá validar o uso de células de fluxo para ensaios *in situ*, sob condições controladas de pressão e temperatura, com amostras reais de rochas de diferentes tamanhos, na microestação da linha de luz Mogno. Segundo William Godoy da Silva, pesquisador da Equinor, esse estudo “é de grande importância para a Equinor na investigação de fenômenos na escala de poros, especialmente nas interações rocha-fluido, para o melhor entendimento da dinâmica do escoamento de fluidos em meios porosos”. Este projeto está dividido em duas etapas principais: i) infraestrutura na linha de luz MOGNO e ii) realização de experimentos *in situ*, onde amostras de rochas serão condicionadas à

alta pressão (podendo atingir entre 10.000 psi e 15.000 psi, a depender das condições de teste) e temperatura (chegando até 90°C). Diferentes fluidos serão injetados por esse meio poroso, utilizando um protocolo fornecido e validado pela Equinor ao time do CNPEM. Experimentos realizados sob essas condições permitirão avaliar, através da dinâmica do processo, como os fluidos são mobilizados no meio poroso em função de diversas condições de escoamento. William destaca que as discussões técnicas entre times, que envolvem a empresa, membros do CNPEM e das universidades parceiras, foram essenciais para a definição do escopo de trabalho, incluindo essa nova infraestrutura que permitirá a execução de testes 4D nunca antes realizados na Linha de Luz Mogno. Para o sucesso dessa parceria, o time de PD&I da Equinor no Brasil realizaram visitas às instalações do CNPEM, e William já destaca o comprometimento do Centro como um todo com relação às medidas de segurança, saúde e meio ambiente, tema que é de alta importância para a Equinor. O projeto é desenvolvido em parceria com o departamento de P, D&I da Equinor no Brasil e com o apoio da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

Constituição do Centro de Excelência em Supercondutividade e Engenharia

O projeto de cooperação em pesquisa, desenvolvimento tecnológico e científico do CNPEM com a Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM), líder mundial na produção e comercialização de nióbio, tem por objetivo estabelecer as premissas para a criação de um Centro de Excelência em Supercondutividade e Engenharia, unindo esforços de instituições de pesquisa, empresas de tecnologia e outros atores do sistema de CT&I, para impulsionar transformações abrangentes da indústria de supercondutividade e outros projetos relevantes nas áreas da engenharia e ciências aplicadas. Os materiais supercondutores à base de nióbio são indispensáveis para diversas aplicações, incluindo equipamentos de ressonância magnética e aceleradores de partículas de alta energia. Para Isadora Costa, engenheira da CBMM, essa parceria com o CNPEM decorre do grande foco da empresa em tecnologia e inovação: “Nós acreditamos na importância estratégica do fomento ao desenvolvimento de novas aplicações de supercondutividade para a sociedade atual, principalmente em soluções mais inteligentes de mobilidade elétrica

e energias renováveis, capazes de construir um futuro mais sustentável e eficiente para todos”.

A primeira grande iniciativa desta colaboração foi a realização do I Workshop Brasileiro de Supercondutividade Aplicada que aconteceu em 17 de novembro de 2022 nas dependências do CNPEM em Campinas, São Paulo. O evento contou com a presença de especialistas técnicos internacionais (CERN, Oxford Quantum Solutions e Hyper Tech Research), e empresas líderes de diversos setores (energia, aviação, motores, comunicação, automobilística, dentre outros) com potencial interesse em contribuir para o avanço das tecnologias de supercondutividade, e evidenciou a necessidade da construção de cooperações contínuas e fortes entre instituições de pesquisa, empresas de transformação e tecnologia, conforme mencionado por Isadora. Um dos destaques do workshop foi a apresentação do conceito, da necessidade e das justificativas para a criação do Centro de Excelência no CNPEM, além de duas versões do projeto conceitual do prédio para a instalação do Centro.



9



COMUNICAÇÃO E ARTICULAÇÃO

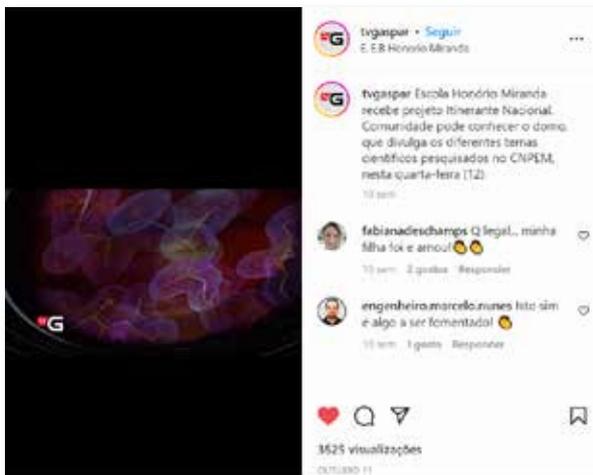
Comunicação e articulação



Em 2022, o CNPEM manteve os esforços dos anos anteriores em ampliar sua presença online, mas com o arrefecimento da pandemia de Covid-19, foi possível retomar projetos voltados para público presencial. Nessa linha, destacam-se a retomada do Programa Presencial de Visitas ao CNPEM, a repercussão da Cápsula da Ciência, projeto itinerante que percorreu o Brasil, e a ações online como o lançamento do novo site do CNPEM e a criação da plataforma do Tour Virtual CNPEM 360.

Repercussão da Cápsula da Ciência

Em 2022 a ação estratégica de divulgação científica Cápsula da Ciência movimentou a cena pública e veículos de imprensa regionais, promovendo o nome do CNPEM nas regiões contempladas pelo Projeto.



Santa Catarina



Campinas



Campinas



Ceará



Sergipe



Amazonas

CNPEM Online

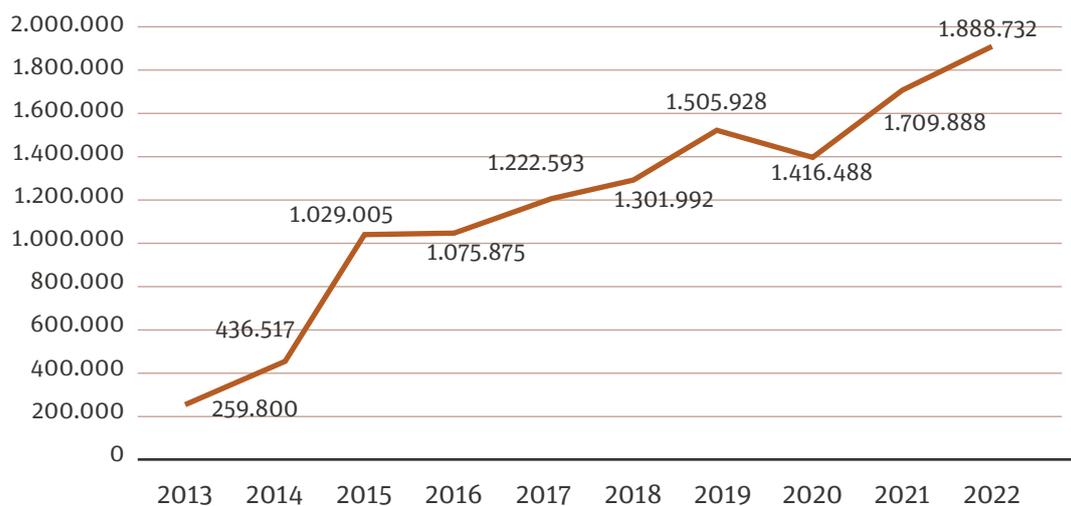
Novo site do CNPEM

Em meados de dezembro de 2022, foi lançado o novo *website* do CNPEM. As páginas apresentam nova identidade visual e, sobretudo, refletem a estrutura atual do Centro, com descritivo e números de seus eixos de atuação, apresentação de suas principais frentes de pesquisa e desenvolvimento em áreas estratégicas, vitrine tecnológica, ações de ensino, e atividades de divulgação e popularização da ciência.



Ao longo de 2022, os sites institucionais, incluindo CNPEM, Laboratórios Nacionais, Ilum e páginas de eventos reuniram mais de 1,8 milhões de visualizações de página. A série histórica deste indicador pode ser conferida no gráfico abaixo.

Número de visualizações das páginas dos sites institucionais



CNPEM 360

Lançado no final de junho de 2022, o Tour Virtual CNPEM 360 é uma plataforma *online* que reúne dezenas de fotos panorâmicas e conteúdo multimídia para visita às instalações do CNPEM. Há seis meses no ar, o Tour Virtual recebeu mais 11 mil visualizações e atraiu mais de 200 mil interações – cliques e *plays* – com o conteúdo disponível.



Redes Sociais

O CNPEM continua a apresentar crescimento no número de seguidores nas redes sociais, como pode ser conferido na tabela abaixo. O compilado apresenta ainda o volume de publicações produzidas pelo Centro e comparativo com ano anterior.

	Seguidores em 2022	Varição no número de seguidores em relação a 2021	Publicações autorais em 2022	Varição no número de publicações em relação a 2021
Facebook	29.969	↑7%	136	↑ 29,50%
Instagram	21.500	↑34%	305	↑ 54,82%
LinkedIn	35.661	↑28%	349	↑ 242,16%
Twitter	2.994	↑17%	143	↑ 50,53%
Youtube	7.301	↑26%	31	↓ 39%

Em 2022, o potencial da divulgação realizada nessas mídias foi explorado na Escola Sirius para Professores de Ensino Médio (ESPEM), Programa Bolsas de Verão (PBV) e Programa Unificado de Estágios (PUE) do CNPEM. Nos três casos, o objetivo foi atrair inscrições, além disso, a divulgação do ESPEM e PBV também tinha com foco aumentar a abrangência geográfica dos inscritos. Além destes, a chamada regular para usuários do Sirius também foi impulsionada para apresentar as possibilidades de pesquisa para audiências que não mantêm relações diretas com o CNPEM.

Conteúdo impulsionado	Cliques na postagem – conversão para o site do evento	Impacto nas inscrições
Programa Unificado de Estágios (PUE)	1.158 cliques nos anúncios para seguir ao site do evento	Reuniu 1013 inscritos. 517 (51%) das inscrições foram efetuadas após impulsionamento nas redes sociais.
Programa Bolsas de Verão (PBV)	1.162 cliques nos anúncios para seguir ao site do evento	Aumento de 91% no número de inscritos em relação à última edição do Programa. 1029 inscritos de 26 Estados do País, com exceção do Acre. Inscritos de 11 países da América Latina e Caribe: Argentina, Chile, Colômbia, Costa Rica, Equador, Guatemala, México, Paraguai, Peru, Uruguai e Venezuela.

Conteúdo impulsionado	Cliques na postagem – conversão para o site do evento	Impacto nas inscrições
Escola Sirius Professores de Ensino Médio (ESPEM)	3.567 cliques nos anúncios para seguir ao site do evento	Aumento de 4% no número de inscritos, reuniu 265 professores inscritos de 25 estados do País, com exceção de Roraima e Tocantins.
Processo Seletivo da Ilum	18.400 cliques nos anúncios para seguir ao site da Escola	282 cliques no sistema de inscrição tiveram origem nos anúncios em redes sociais.

O Centro monitora ainda as menções em redes sociais com referência ao seu nome e suas atividades. A tabela abaixo mostra as interações de usuários de redes sociais que fazem referência ao CNPEM, seus Laboratórios Nacionais e Ilum.

Conteúdo monitorado	2021	2022	Variação
Publicações de terceiros	11.130	13.346	↑ 19,9%
Usuários que publicam sobre CNPEM	7.068	9.279	↑ 31,2%
Alcance Potencial ²⁶	24.954.364	28.616.653	↑ 14,6%

Além destes, a abertura da primeira chamada de propostas de pesquisa para usuários de seis estações experimentais do Sirius também foi impulsionada nas redes sociais. A ação teve como objetivo apresentar as possibilidades de pesquisa para audiências que ainda não mantinham relações diretas com o CNPEM, principalmente das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do País, além de alguns países da América Latina.

A campanha, composta por sete anúncios, foi realizada entre novembro e dezembro nas plataformas Facebook e Instagram, tendo alcançado 3.039.271 pessoas, das quais 20.059 clicaram nos anúncios para ler os detalhes da chamada no site do LNLS.

A chamada realizada recebeu um total de 334 propostas de pesquisa, e entre aqueles que enviaram propostas, 25% são novos usuários, que nunca haviam submetido propostas às instalações do CNPEM e que, portanto, podem ter sido motivados pelas ações de divulgação realizadas.

26. O Alcance Potencial é uma métrica para estimar o alcance das publicações em redes sociais, e representa 20% do número de seguidores daqueles que citaram o CNPEM

Influenciadores

Com o constante crescimento de popularidade de perfis de influenciadores em redes sociais que abordam temas de Ciência e Tecnologia, o CNPEM iniciou a aproximação com alguns destes canais em 2022.

Uma parceria paga foi firmada para divulgação do processo seletivo da Ilum. A ação patrocinada aconteceu nos canais do Twitter e do Youtube do biólogo, pesquisador e influenciador digital Atila Iamarino. Iamarino reúne mais de 1,5 milhão de seguidores no Youtube e 1,3 milhão no Twitter.

A campanha compreendeu um vídeo publicado no Youtube com o título “Como podemos ver os vírus se eles são invisíveis?”, abordando áreas da microscopia e biologia, e relacionando o tema com a interdisciplinaridade da Ilum. O vídeo reúne cerca de 75 mil visualizações. A mensagem também foi reforçada através do Twitter do influenciador e, até o final do ano, reuniu 393 likes e 125 retweets. A parceria paga gerou 439 cliques no site da Ilum e 59 cliques para o site de inscrição na Escola Superior de Ciências.

No período, o CNPEM recebeu visitas e menções gratuitas em canais com bom alcance entre audiências que consomem conteúdo relacionado à ciência, como mostram os dois exemplos abaixo:



Série de vídeos no Canal do Instituto Principia no TikTok, com mais de 50 mil seguidores, reúne mais de 76 mil visualizações do conteúdo sobre o CNPEM



Postagens de jornalista do Jornal da USP em seus perfis pessoais no Twitter e Instagram, que somam mais de 129 mil seguidores

Comunicação Direcionada a Assinantes

Em conformidade com a LGPD, o CNPEM mantém em sua base de contatos mais de 48 mil e-mails cadastrados para receber informativos das atividades do Centro. Ao longo de 2022, 150 campanhas digitais divulgaram ações do CNPEM para esses assinantes. As campanhas totalizaram 1.788.546 e-mails enviados e apresentaram taxa média de abertura de 27,6% - valor acima do mercado que aponta 23,4% para campanhas do setor de Educação e Treinamento²⁷.

Anuário

Em maio, foi lançado a quarta edição do anuário Por Dentro do CNPEM, que apresenta destaques de realizações do Centro nos anos de 2020 e 2021. Cerca de três mil exemplares impressos foram distribuídos para contatos selecionados.



27. <https://mailchimp.com/pt-br/resources/email-marketing-benchmarks/>

Imprensa

Ao longo do ano, o CNPEM foi citado em 3.649 matérias divulgadas pela imprensa, das quais 193 estiveram em veículos de alcance nacional (veículos tier 1²⁸) – um aumento de 10% em relação ao ano anterior. A seguir, são apresentadas algumas matérias de destaque.

No início do de 2022, o Portal UOL noticiou o teste de Covid-19 desenvolvido por pesquisadores do CNPEM através de nanotecnologia aplicada a papel condutor e detergente. A tecnologia pode viabilizar novos dispositivos de diagnóstico clínico. Os resultados foram publicados no periódico *ACS Applied Materials & Interfaces*.



Revista Pesquisa FAPESP, na edição de junho, fez uma grande reportagem promovendo a Ilum Escola de Ciência do CNPEM.



Em matéria sobre inovação na busca de novos medicamentos, a Revista Exame destacou a atuação do CNPEM e as parcerias firmadas com indústrias farmacêuticas no desenvolvimento de fármacos.



28. Tier são os veículos de divulgação prioritários para determinado nicho. Assim, o Tier 1 são os grupos de veículos de prioridade e relevância máxima, normalmente de circulação nacional ou estadual.

Em maio de 2022, a *Advanced Science News* destacou o estudo do CNPEM, publicado na *Nature Communications*, sobre os processos inéditos do metabolismo de herbívoros envolvidos na eficiente degradação de fibras vegetais. Essa pesquisa foi destaque na imprensa nacional e internacional.



A Revista Cláudia, na edição de março de 2022, publicou uma entrevista com Thamy Correa, uma das vencedoras do 2º Prêmio 3M Mulheres na Ciência, sobre sua trajetória como pesquisadora.



Em abril de 2022, aplicativo agrícola para controle de hidratação desenvolvido por pesquisadores do CNPEM foi assunto na imprensa. O uso do sensor vestível aprofunda as condições de monitoramento de lavouras de soja e cana. Esse desenvolvimento foi publicado na Revista *ACS Applied Materials & Interfaces* e selecionado para integrar um volume especial da revista dedicado a jovens pesquisadores de todo o mundo.



Após a visita de representantes da assessoria de comunicação da USP ao CNPEM, as instalações do Sirius foram divulgadas no Jornal da Universidade e nas redes sociais.



Valor Setorial Sustentabilidade destaca projetos do CNPEM voltados a busca de novos fármacos a partir da biodiversidade brasileira.



O *Jornal Valor Econômico* divulgou resultados de artigo publicado no *Journal of Materials Chemistry A*, que apresenta resultados de processos de combinação de germânio a nanopartículas de hematita para aprimorar a eficiência do uso da energia solar na quebra de moléculas de água para obtenção de hidrogênio.



Divulgado em matéria do G1, artigo publicado na Revista "Environmental Science Nano", da *Royal Society of Chemistry*, descreve proteínas do plasma bovino com nanopartículas para retirar contaminantes da água. O objetivo é buscar uma solução capaz de combater poluentes em rios de áreas de garimpo.



Podcast da revista *piauí* com o Instituto Talanoa e a iniciativa Clima & Desenvolvimento aborda como a ciência é imprescindível para explicar os mecanismos da emergência climática. Foram discutidos os potenciais do Sirius para investigações na área, assim como pesquisas de usuários no tema.



Podcast ‘O Som da Ciência’, produzido pela SBPC, apresenta o Sirius, por meio de entrevista e visita do repórter às instalações do CNPEM.



O Sirius é parte do episódio sobre Velocidade, do programa Exponencial da TV Cultura. A nova série documental da emissora leva o público para uma jornada de descobertas sobre os impactos da tecnologia e inovação na sociedade.



Parceria que viabiliza bio-fabricação de tecidos para pesquisas sem uso de animais é relatada em matéria do Jornal da EPTV. Modelos 3D de pele, fígado e barreira intestinal são produzidos a partir da troca de conhecimentos entre pesquisadores do CNPEM e empresa desenvolvedora de equipamentos de engenharia tecidual.



Retomada Programa Presencial de Visitas

O CNPEM mantém um programa regular de visitas aos laboratórios e, agora, à Ilum Escola de Ciência. Em busca de despertar sentimentos de pertencimento, orgulho e reconhecimento da ciência que é feita no Brasil, e contribuir para inspirar a entrada de jovens em carreiras científicas e tecnológicas, o programa de visitas recebeu na última década cerca de 25 mil pessoas.

Em 2020 o Programa foi suspenso devido à pandemia de COVID-19. Assim, o CNPEM concentrou seus esforços em iniciativas virtuais, como as visitas guiadas ao Sirius, além da produção de um tour virtual chamado CNPEM 360.



A partir de agosto, as visitas presenciais foram retomadas com foco em atender grupos em lista de espera desde o início da pandemia. No período, o Centro recebeu 1901 visitantes.

Destaca-se o número visitas de projetos que incentivam meninas e mulheres a seguirem carreiras em áreas de pesquisa. Essas iniciativas, em conjunto, somaram 210 visitantes, o que representou 11% do total dos atendidos em 2022. Abaixo estão listados os projetos que incentivam mulheres cientistas que visitaram o CNPEM:



— **Tem Menina no Circuito – UFRJ** - Iniciativa de professoras do Instituto de Física da UFRJ voltada à promoção de ciências exatas e tecnologia entre meninas.

Projeto M.A.F.A.L.D.A. (Meninas na química, Física e engenharia para Liderar o Desenvolvimento em ciência) é uma parceria entre os institutos de Física, Química e a Faculdade de Engenharia Elétrica e da Computação da UNICAMP e a Escola Estadual Aníbal de Freitas.



— **O Meninas SuperCientistas** nasceu em 2019 como uma iniciativa de alunas da Unicamp, com o objetivo de incentivar meninas do Ensino Fundamental II a seguirem carreira na área da ciência.

Americas Girls Can Code – Representantes do escritório regional da International Telecommunication Union (ITU) agência especializada nas Nações Unidas.

O projeto “**Futuras Cientistas**”, criado há 10 anos pelo Cetene, se estenderá por todo País em 2023. Em 2022, o CNPEM ofertou 30 vagas para meninas de ensino médio e professoras que terão oportunidade de executar projetos nas instalações dos Laboratórios Nacionais e na Ilum. O número representa 50% das vagas disponíveis nas instituições do estado de São Paulo que aderiram ao Programa. As atividades nos laboratórios de pesquisa serão desenvolvidas entre os dias 3 e 31 de janeiro de 2023.





10



**DESTAQUES
DA GESTÃO
ESTRATÉGICA E
ADMINISTRATIVA**

Destaques da Gestão Estratégica e Administrativa**Retomada do Trabalho Presencial**

O CNPEM, em outubro de 2022, anunciou a retomada da jornada de trabalho presencial para todos os seus colaboradores a partir de novembro, levando em consideração a evolução favorável dos indicadores epidemiológico-sanitários da pandemia de COVID-19, a queda na incidência de

casos de SARS-CoV-2 e a alta cobertura vacinal no Campus. Finalizado o período de isolamento, espera-se que readaptação à rotina de trabalho presencial satisfaça as necessidades básicas de estreitamento de laços entre as pessoas e maior alinhamento das equipes.

Reestruturação das Áreas de Gestão

O aprimoramento da gestão estratégica e administrativa do CNPEM vem sendo discutido e priorizado pela Diretoria, visto que o Campus apresentou expressivo crescimento e amadurecimento de suas atividades ao longo dos últimos anos. Esta expansão exige coordenação de ações em níveis estratégicos e operacionais, que devem contar com a melhoria contínua do apoio de diversos setores dedicados à gestão do Centro. Estas ações refletem o compromisso do Centro com a permanente busca de eficiência e transparência, tanto na execução das atividades de caráter científico e tecnológico, quanto das atividades gerenciais e administrativas.

Neste cenário, no final de 2021, foi iniciado o processo de revisão da arquitetura organizacional do CNPEM. Esta iniciativa contou com o apoio técnico da Fundação Dom Cabral, entidade reconhecida por sua excelência em estratégia organizacional e gestão de mudanças, e definiu melhores arranjos organizacionais que

permitissem a busca de agilidade e eficiência na gestão do Centro.

Como resultado da revisão da arquitetura organizacional do CNPEM, a Diretoria de Administração (DA) foi renomeada como Diretoria de Serviços Compartilhados (DSC), de forma a refletir sua característica principal de gestão e operação de serviços compartilhados por todo o campus do CNPEM. Agora organizada em três divisões, Divisão de Processos Administrativos, Divisão de Manutenção e Utilidades e Divisão de Tecnologia da Informação, a nova estrutura tem por objetivo trazer maior capacidade de gestão e eficiência nas atividades e projetos desenvolvidos pelas áreas em suas especialidades. Além disso, a Diretoria Geral passou a contar com uma Divisão de Planejamento e Articulação Institucional (PAI) que reúne e estimula a integração das áreas de apoio à inovação, comunicação, planejamento e avaliação, escritório de usuários e desenvolvimento humano e organizacional.

Repositório de Publicações Científicas do CNPEM

A plataforma para consulta de artigos publicados pelos pesquisadores do CNPEM foi desenvolvida em conjunto com a área de Sistemas de Informação (SI) e disponibilizada para o público interno em dezembro de 2022, tendo como objetivo dar visibilidade às publicações científicas resultantes do uso dos recursos

e instalações dos Laboratórios Nacionais do Centro. A plataforma permite a busca de artigos de acordo com a agência financiadora do projeto e o acesso ao texto completo em pdf dos artigos publicados em periódicos de acesso aberto, e será disponibilizada no site do CNPEM para o público externo em 2023.

Nova Chamada de Bolsistas para o PCI

O Programa de Capacitação Institucional (PCI) é um programa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) que visa apoiar a execução de projetos de pesquisa, desenvolvimento tecnológico e inovação, no âmbito das Unidades de Pesquisa e Organizações Sociais vinculadas ao Ministério, por meio da concessão de bolsas de pesquisa que possibilitam a atração de profissionais e especialistas com perfis e níveis de formação diversos, desde o ensino médio técnico até o pós-doutorado.

Nos meses de setembro e outubro de 2022, o CNPEM realizou um novo processo seletivo para

os projetos vigentes nos Laboratórios Nacionais, resultando na inscrição de 69 candidatos e implementação de 13 novas bolsas de pesquisa. As bolsas permitirão a realização de atividades nas áreas de bioinformática e imagens 3d e estruturas de proteínas no LNBio; nanodispositivos, nano compósitos, fluídos complexos e nanotoxicologia no LNNano; nanomedicina no LNLS; e etanol de segunda geração, microbiologia do solo e hidrocarbonetos renováveis no LNBR. Novas chamadas poderão ser realizadas em 2023, condicionadas à continuidade da liberação de recursos para o PCI.

Cibersegurança no CNPEM

Em 2022, teve início a estruturação de uma equipe especializada em Cibersegurança na área de Infraestrutura, Redes e Cibersegurança (IRC), com especialista em Segurança da Informação dedicado aos processos, sistemas e ferramentas operacionais de proteção dos dados e operações do CNPEM que dependem destes recursos tecnológicos, com novos processos e ferramentas de segurança implementados no período.

Novos equipamentos foram instalados para proteção da rede de dados do CNPEM no acesso à internet (*Firewalls*), bem como para acesso remoto seguro (*Virtual Private Network – VPN*), associados a um novo sistema de indicadores de

comprometimento (*Indicators of Compromise – IoC*), implantado com o objetivo de auxiliar na identificação de dispositivos e usuários em risco de segurança da informação. Um novo sistema de proteção de aplicações web acessíveis via internet (*Web Application Firewall – WAF*) foi implantado para garantir a segurança do SAU Online, Fluig, Events – Indico, InfoFeixe, dentre outras. As melhorias possuem um caráter preventivo, a fim de garantir a segurança das informações e continuidade das operações do CNPEM, e foram viabilizadas pela aplicação de recursos da Reserva Técnica Institucional da FAPESP.

11





GESTÃO DE RECURSOS HUMANOS

Gestão de Recursos Humanos



No ano de 2022, o CNPEM contou com um quadro de 832 funcionários ativos em 31/12/2022, em regime CLT distribuídos entre os quatro Laboratórios Nacionais, Núcleo de Engenharia e Tecnologia (ENT), Ilum - Escola de Ciência, Diretoria de Serviços Compartilhados (DSC) e Diretoria Geral (DG).

Ressalta-se que a maior parte do crescimento no número de colaboradores observado em relação a 2021 justifica-se pelos esforços voltados para a execução de projetos científicos e tecnológicos, distribuídos nos Programas do FNDCT, projeto Sirius e outros projetos em colaboração com empresas privadas.

O quadro de funcionários esteve distribuído entre as unidades do CNPEM na seguinte proporção: 26,7% no LNLS; 13,4% no LNBio; 10,9% no LNBR; 9,1% no LNNano; 14,8% na DSC, 2,8% na ILUM – Escola de Ciência, 16,0% no Núcleo de Engenharia e Tecnologia e 6,3% na DG. Esse pessoal esteve empenhado na realização das atividades fim dos Laboratórios Nacionais nos quatro eixos de atuação do CNPEM, bem como em atividades de suporte administrativo, em ações para manutenção da infraestrutura comum do campus e em atividades estratégicas.

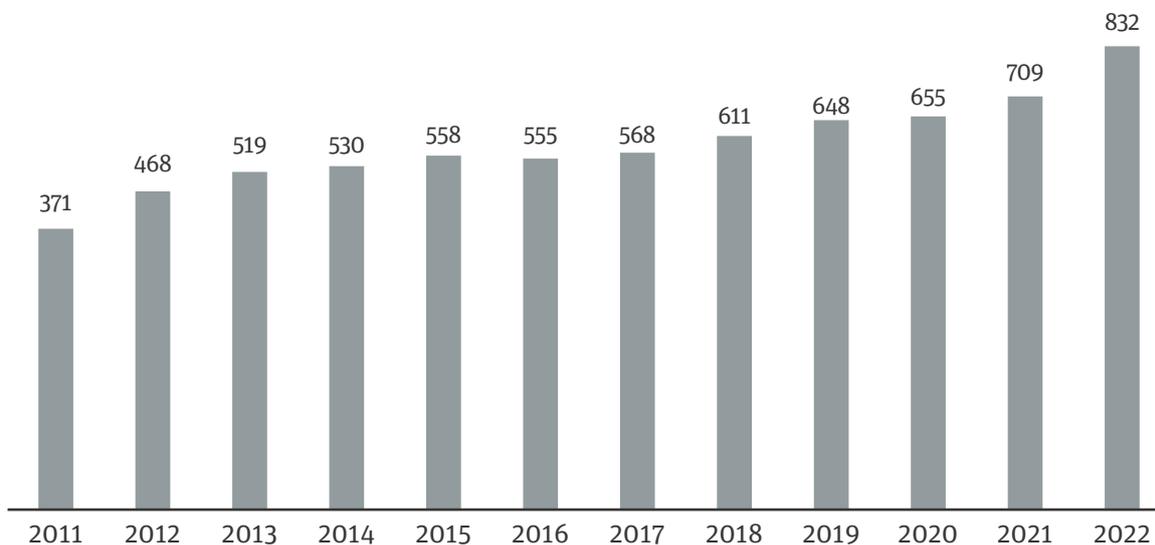
Considerando os funcionários dedicados às atividades de desenvolvimento científico e tecnológico, 618 estavam alocados nos Laboratórios Nacionais e o Núcleo de Engenharia e Tecnologia, o que representa 97,5% do pessoal alocado nessas atividades. Os outros 2,5% englobam os 4 diretores e 12 funcionários dedicados ao apoio administrativo à gestão dos

Laboratórios e da Engenharia.

Na Diretoria de Serviços Compartilhados (DSC), 40 funcionários foram responsáveis pelas atividades de suporte à operação e manutenção da infraestrutura do campus, incluindo a segurança do trabalho e a segurança patrimonial, representando 32,5% dos funcionários alocados nessa unidade. As atividades relativas à tecnologia da informação foram desempenhadas por 17 funcionários (13,8% do total), dedicados aos sistemas de informação, à infraestrutura de TI, redes e cibersegurança, e ao suporte aos usuários do campus. As demandas de serviços administrativos do campus foram atendidas pelos 53,7% restantes, constituídos por 66 funcionários alocados nas áreas responsáveis pelas aquisições de materiais e serviços, gestão de recursos financeiros, gestão de recursos humanos, gestão de prestação de contas e suporte a auxílios e projetos institucionais, assessoria de contratos e serviços de biblioteca.

Nas assessorias da Diretoria Geral (DG), 45 funcionários dedicaram-se a atividades de articulação e comunicação institucional, planejamento e avaliação, apoio à inovação, atendimento aos usuários das instalações laboratoriais do CNPEM e desenvolvimento humano e organizacional, e mais 7 colaboradores dedicaram-se às atividades de auditoria interna, assessoramento jurídico, governança e compliance, e proteção radiológica. As atividades relacionadas à implantação do Projeto Ilum foram conduzidas por 23 colaboradores ativos no final de dezembro de 2022. 52-3(AUD)-1(ADV)-3(RAD)

Evolução do Quadro de Funcionários CLT (2011 a 2022)

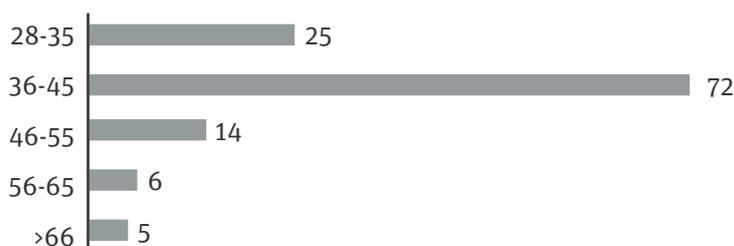


	LNLS	LNBIO	LNBR	LNNANO	ENT	ILUM	DG	DSC	Total
Administrativa	3	3	2	2	2	5	30	64	111
Científica	48	30	21	14		10			123
Especialista	51	37	25	20	37	3	10	9	192
Gerencial	1	3	4	2	7		9	11	37
Profissional	68	31	23	27	46	2	1	9	207
Técnica	50	7	15	10	41	2	1	30	15
Total	221	111	90	75	133	22	51	123	826

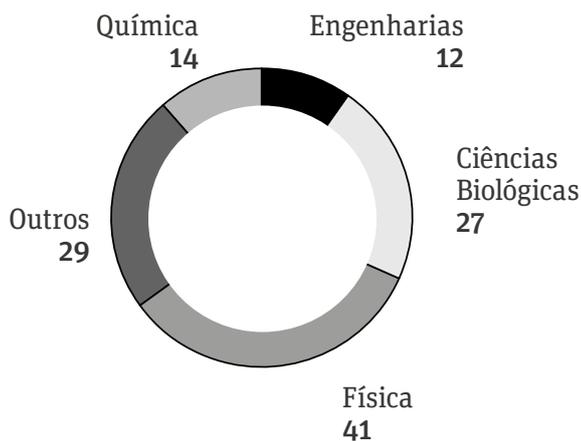
Tabela 1 - Distribuição do quadro de funcionários CLT no ano de 2022 de acordo com as carreiras e unidades do CNPEM. Os números não incluem os diretores.

Fazendo o recorte do quadro de funcionários apenas de carreira científica, ao final do ano o CNPEM tinha 123 pesquisadores ativos nos quatro Laboratórios Nacionais e na ILUM. Evidencia-se a grande diversidade das áreas de formação, com destaque para física, ciências biológicas, química e engenharias. Observa-se também a relevância da atuação de jovens cientistas no CNPEM, já que 20,3% dos funcionários de carreira científica têm até 35 anos de idade e 58,5% possuem entre 36 e 45 anos.

Faixa Etária



Área de Formação



Programa Unificado de Estágios (PUE)

O Programa Unificado de Estágios do CNPEM (PUE) é voltado para estudantes de cursos técnicos e universitários que buscam oportunidades em áreas científicas, tecnológicas e administrativas. Seu caráter de aprendizagem e desenvolvimento através do constante acompanhamento das atividades realizadas pelos estagiários é um dos pontos principais do programa. Até o fim do primeiro semestre de 2022, 171 jovens estudantes realizaram atividades de apoio em diversas áreas do CNPEM, concentrando-se em mecânica e eletroeletrônica (nível técnico) e engenharias (nível superior).

	LNLS	LNBIO	LNBR	LNNANO	ENT	ILUM	DG	DSC	TOTAL
ESTAGIÁRIO NÍVEL SUPERIOR (80,70%)	52	5	18	28	21	1	7	6	138
ESTAGIÁRIO NÍVEL TÉCNICO (19,30%)	18	1		1	8		3	2	33
TOTAL	70	6	18	29	29	1	10	8	171

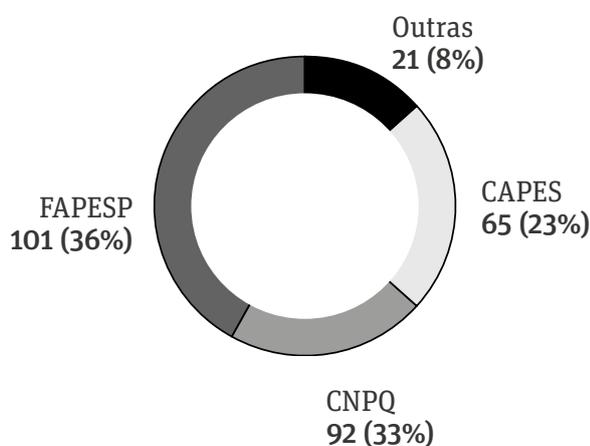
Tabela 2 - Distribuição do quadro de estagiários no ano de 2022 de acordo com o nível e as unidades do CNPEM.

Pesquisadores Colaboradores

O CNPEM, por meio de seu conjunto de instalações e competências singulares, também atua em atividades de apoio aos programas de pós-graduação nas mais diversas áreas temáticas, por meio de orientações e supervisões realizadas pelos pesquisadores em temas pertinentes aos programas científicos e tecnológicos desenvolvidos nos Laboratórios Nacionais. Ao longo de 2022, o CNPEM contribuiu para a formação e capacitação de 305 pesquisadores colaboradores que atuaram em 311 projetos em diferentes níveis. Esses projetos contaram com 279 bolsas de pesquisa durante o ano, distribuídas nas modalidades destacadas no quadro a seguir. O número de pesquisadores colaboradores, projetos e bolsas diferem entre si pois, além de alterações de modalidade ou agência de fomento por um mesmo pesquisador, existiram 32 projetos sem bolsa concedida por agência de fomento no período.

MODALIDADES	
Pós-Doutorado	57
Doutorado	99
Mestrado	34
Iniciação Científica	53
PCI	13
DTI	6
Treinamento Técnico	9
Outras Modalidades*	8
Total	279

Agências de Fomento das Bolsas de Pesquisa



Observação: Outras modalidades compreendem bolsas concedidas pela FUNARBE para Estagiário Serrapilheira (1), bolsas FAPESP concedidas para Jovem Pesquisador (1) e Pesquisador Visitante (3), e bolsas concedidas pela Fundep (1), Capes (1), KU Leuven (1) para Pesquisador Visitante.



12



**EXECUÇÃO
ORÇAMENTÁRIA
E FINANCEIRA
DO CONTRATO
DE GESTÃO**

Gestão Orçamentária e Financeira do Contrato de Gestão



Em agosto de 2022, foi celebrado o 38º Termo Aditivo do Contrato de Gestão entre o CNPEM e o MCTI, que reprogramou o prazo limite do Contrato de Gestão de 2010 para 31 de dezembro de 2023. Neste termo firmou-se também a contratação de recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico (FNDCT) para a garantia das atividades da Organização Social, no valor de R\$ 53,66 milhões, distribuídos nas ações da seguinte maneira: R\$ 32,45 milhões para a operação do CNPEM (Ação 212H); R\$ 20,21 milhões para o Projeto Sirius (Ação 13CL); e R\$ 1 milhão para o Projeto SisNano (Ação 14XT).

Neste termo Aditivo também foi realizada a repactuação do 35º TA de 2021, em que redefiniu os valores para assegurar parte do fomento das atividades previstas no Contrato de Gestão. O valor final de R\$ 83 milhões se deu por: R\$ 50,9 milhões para Ação 212H, R\$ 28,1 mi para a Ação 13CL e R\$ 4 mi para a Ação 14XT, recursos recebidos ainda em 2021.

O 40º Termo Aditivo ao Contrato de Gestão foi celebrado em 14 de dezembro de 2022 entre o CNPEM e o MCTI, no valor de R\$ 467 milhões,

sendo: R\$ 116 milhões para a operação do CNPEM (Ação 212H); R\$ 220 milhões para o Projeto Sirius (Ação 13CL); e R\$ 131 milhões para o Projeto LNMCB (Ação 15XQ). De forma inédita, a assinatura deste Termo Aditivo foi dada sem nota de empenho. Ainda em dezembro de 2022, o CNPEM contratou o 41º Termo Aditivo, no montante de R\$ 2 milhões via recursos da Administração Direta para a Ação 212H. Assim como os recursos contratados no 37º Termo Aditivo firmado em 2021, os valores totais contratados via 40º TA por meio da Ação de Operação do CNPEM (212H) são destinados a projetos e iniciativas específicas, tais como Centro de Tecnologias para Saúde, Plataforma de Biotecnologia Industrial e Programas Estratégicos de Pesquisa e Desenvolvimento.

No âmbito da interveniência com o Ministério da Educação ao Contrato de Gestão, via o 39º Termo Aditivo ao Contrato de Gestão, firmado em 28 de dezembro de 2022, o CNPEM contratou R\$ 9.757.736 para a viabilização da estrutura e operação da ILUM – Escola de Ciência. A Tabela 3 apresenta os recursos contratados pelo CNPEM em 2022.

Tabela 3 - Valores contratados por meio dos Termos Aditivos (TA) em 2022

Ano	TA	DA	FR	Operação 212 H	Sirius 13 CL	LNMCB 15 XQ	SISNANO 14 XT	ILUM 212H
2022	37	24/12/21	FNDCT	162.950.000	122.700.750	18.000.000		
2022	38	01/08/22	Adm Direta	32.450.400	20.210.000		1.000.000	
2022	39	28/12/22	Adm Direta					9.757.736
2022	40	14/12/22	FNDCT	116.084.260	220.000.000	131.000.000	-	
2022	41	28/12/22	Adm Direta	2.000.000				

* Ano: Ano orçamentário destino TA: Termo Aditivo DA: Data Assinatura FR: Fonte de Recurso

Vale ressaltar que o montante do 37º Termo Aditivo apresentado na Tabela acima impactou a LOA 2022, visto que não houve nota de empenho no ano de assinatura do TA. Estes recursos foram transferidos ao Centro no decorrer de 2022. Os valores contratados por meio do 40º Termo Aditivo seguem sem previsão de empenho e, até a elaboração deste relatório, há incertezas quanto a disponibilidade orçamentária para o CNPEM prevista na Lei Orçamentária Anual de 2023.

Execução Orçamentária do Contrato de Gestão CNPEM (Ação Orçamentária 212H P0003)

A execução orçamentária do ano de 2022 referente a operação do CNPEM na Ação 212H, no total de R\$ 77,7 milhões, foi viabilizada pela reprogramação do saldo financeiro apurado em dezembro de 2021, de R\$ 55,3 milhões, e pelo recebimento dos recursos do 37º Termo Aditivo, restos a pagar de 2021, e do 38º TA, no total de R\$ 114.653.400. A seguir, detalha-se os valores da execução orçamentária no ano por natureza da despesa:

Tabela 4 - Orçamento 2022: valores executados por natureza de despesa, exceto projetos (em R\$)

Natureza da Despesa	Realizado	Comprometido*	Total
Pessoal	47.540.809	-	47.540.809
Custeio	22.025.750	4.826.575	26.852.325
Destaque: Energia Elétrica	4.282.691	420.120	4.702.811
Investimento	2.177.953	1.143.575	3.321.528
Total	71.744.512	5.970.150	77.714.662

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

Em comparação ao ano de 2021, a execução orçamentária total de 2022 teve uma variação pequena de 4%, motivada principalmente pelo aumento do custeio (variação de 22%) e investimento (141%). Com o retorno das atividades presenciais no campus, os contratos de manutenção e operação do campus tiveram reajustes, de negociação e aumento da demanda com as atividades presenciais. Outro destaque para a linha de custeio foi a primeira fase do projeto de Revisão de Processos, contrato de consultoria firmado com a empresa SMR para mapeamento dos processos administrativos do Centro.

Lembrando que os recursos executados neste ano estavam vinculados as atividades de P&D firmadas no 37ºTA, que fomentaram principalmente as atividades-fim, com necessidade de aumento nos insumos para as pesquisas, de utilidades e equipamentos laboratoriais, além da atualização dos equipamentos de informática do campus.

Tabela 5 - Orçamentos 2021 e 2022: valores executados por natureza de despesa, exceto projetos (em R\$)

Natureza da Despesa	2021	2022	Var (%)
Pessoal	51.522.085	47.540.809	-8%
Custeio	22.033.563	26.852.325	22%
Destaque: Energia Elétrica	6.452.092	4.702.811	-27%
Investimento	1.380.159	3.321.528	141%
Total	74.935.807	77.714.662	4%

Já a redução das despesas de Pessoal e Energia Elétrica é explicada pelo aumento da participação dos projetos, do Contrato de Gestão e de Convênios com Instituições de Fomento e Empresas, que utilizaram o quadro de colaboradores e infraestrutura atual do Centro para executar os planos de trabalho, viabilizando a operação do CNPEM com diversidade de fontes de recursos além da Ação 212H P0003.

**Posição Financeira do Contrato de
Gestão CNPEM (Ação Orçamentária 212H P0003)**

Em 2022, o CNPEM recebeu, por meio do Contrato de Gestão, o montante de R\$ 114,7 milhões. O fluxo financeiro de 2022 é apresentado na tabela a seguir.

**Tabela 6 - Fluxo financeiro do Contrato
de Gestão em 2022, exceto projetos (Em R\$)**

Saldo Inicial	56.675.466
Entradas de Recursos	123.744.569
Contrato de Gestão 2022	87.400.400
Restos a Pagar 2021	27.253.000
Rendimentos Financeiros	7.901.780
Outras Entradas	1.189.389
Saída de Recursos	81.078.549
Saldo Financeiro em 31.12.2022	99.341.485

A composição do saldo financeiro do Contrato de Gestão, no montante de R\$ 99,3 milhões, é composta pela Reserva Operacional do Centro (72%) e Reserva Técnica do Conselho de Administração (28%). Esta última é destinada a passivos contingentes do Contrato de Gestão, enquanto a Reserva Operacional visa honrar compromissos assumidos e ainda não pagos, além de garantir a operação de Centro por até oito meses, mecanismo de proteção da Organização.

**Tabela 7 - Detalhamento do saldo financeiro
do Contrato de Gestão em 2022 (em R\$)**

Saldo Financeiro em 31.12.2022	99.341.485
Reserva Técnica do Conselho de Adm.	27.624.095
Reserva Operacional CNPEM	71.717.390

Projeto Sirius

Em 2022, foram contratados R\$ 240,21 milhões para o Projeto Sirius, assegurados via o 38º e 40º Termos Aditivos ao Contrato de Gestão. A execução do projeto se deu principalmente pelos recebimentos do resto a pagar, firmado em 2021, e dos valores contratados e repassados no ano vigente, totalizando R\$226,21 milhões, além da reprogramação do saldo financeiro, de R\$ 55,3 milhões.

A execução orçamentária somou R\$ 342,4 milhões no ano. As tabelas a seguir detalham, respectivamente, os valores executados por natureza de despesa e o fluxo financeiro específicos do Projeto.

**Tabela 8 - Projeto Sirius – Orçamento 2022:
valores executados por natureza de despesa (em R\$)**

Natureza da Despesa	Realizado	Comprometido*	Total
Pessoal	67.461.536	-	67.461.536
Custeio	38.152.962	39.365.117	77.518.079
Destaque: Energia Elétrica	15.166.083	1.433.219	16.599.302
Investimento	107.922.689	89.501.499	197.424.188
Total	213.537.187	128.866.616	342.403.803

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

**Tabela 9 - Projeto Sirius - Fluxo Financeiro
do Contrato de Gestão em 2022 (em R\$)**

Saldo Inicial	55.306.172
Entradas de Recursos	238.255.687
Contrato de Gestão 2022	142.910.750
Restos a Pagar 2021	83.299.250
Rendimentos Financeiros	11.734.559
Outras Entradas	311.128
Saída de Recursos	207.686.532
Saldo Financeiro em 31.12.2022	85.875.328

Os destaques da execução do Projeto Sirius em 2022 foram a entrega da cavidade de radiofrequência, o encerramento do contrato de instalação e comissionamento de sete conjuntos de detectores de raios-X, assim como o compromisso firmado com a empresa πTEC de suporte técnico e atualização dos detectores e desenvolvimento e construção de amplificadores de alta potência para o sistema de radiofrequência do anel de armazenamento do Sirius.

Projeto SisNano

O Projeto SisNano de expansão das áreas de nanotecnologia do CNPEM executou em 2022 o total de R\$ 12,9 milhões, viabilizado pelos recebimentos dos recursos dos 37º e 38º Termos Aditivos ao Contrato de Gestão, oriundos do FNDCT, no total de R\$ 4,8 milhões, além da reprogramação do saldo financeiro de 2021, no valor de R\$ 7 milhões. Os dados orçamentários e financeiros são discriminados, respectivamente, abaixo.

**Tabela 10 - Projeto SisNano - Orçamento 2022:
valores executados por natureza de despesa (em R\$)**

Natureza da Despesa	Realizado	Comprometido*	Total
Custeio	2.268.554	114.552	2.383.106
Investimento	9.930.769	604.265	10.535.035
Total	12.199.323	718.817	12.918.140

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

**Tabela 11 - Projeto SisNano - Fluxo Financeiro
do Contrato de Gestão em 2022 (em R\$)**

Saldo Inicial	7.012.611
Entradas de Recursos	5.005.683
Contrato de Gestão 2022	1.000.000
Restos a Pagar 2021	3.797.000
Rendimentos Financeiros	208.683
Outras Entradas	-
Saída de Recursos	10.036.552
Saldo Financeiro em 31.12.2022	1.981.742

Os destaques da execução do projeto são o recebimento dos equipamentos de aquisição de imagem para o microscópio Titan Themis, além da aquisição do sistema de espectroscopia de emissão de fotoelétron, XPS, adquirido para compor a instalação de espectroscopia e espalhamento.

Plataformas de Combate a Virose Emergentes – PCVE

O projeto Plataformas de Combate a Virose Emergentes contou com recursos oriundos do Programa de Trabalho Enfrentamento da Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional Decorrente do Coronavírus (Ação 21CO). Esta ação foi de ordem específica e extraordinária, ou seja, não há previsão de novos empenhos, com isso a execução do projeto foi viabilizada pela reprogramação do saldo financeiro de 2021, no total de R\$ 33,4 milhões, possibilitando o avanço da implementação do conjunto de plataformas científicas que incluem um laboratório de Nível de Biossegurança 3 (NB3), aquisições de equipamentos laboratoriais e infraestrutura contratadas em anos anteriores, além de manter a equipe alocada neste projeto.

As tabelas a seguir detalham os valores executados por natureza de despesa e o fluxo financeiro específico do projeto.

**Tabela 12 - Projeto PCVE - Orçamento 2022:
valores executados por natureza de despesa (em R\$)**

Natureza da Despesa	Realizado	Comprometido*	Total
Pessoal	6.216.244	-	6.216.244
Custeio	4.029.342	697.686	4.727.028
Investimento	9.415.730	7.328.611	16.744.341
Total	19.661.316	8.026.297	27.687.613

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

**Tabela 13 - Projeto PCVE - Fluxo Financeiro
do Contrato de Gestão em 2022 (em R\$)**

Saldo Inicial	33.363.385
Entradas de Recursos	2.340.184
Rendimentos Financeiros	2.073.551
Outras Entradas	266.632
Saída de Recursos	19.590.318
Saldo Financeiro em 31.12.2022	16.113.251

Linhas Longas e Ambiente de Biocontenção (212H LLABC) & Laboratório Nacional de Máxima Contenção Biológica (15XQ LNMBC)

A partir de 2020, o CNPEM destinou recursos para realizar estudos de viabilidade de implantação de um laboratório de biossegurança de nível 4 e levantamento dos requisitos técnicos para a futura instalação das novas linhas longas (LLABC). Em dezembro de 2021, o projeto passou a compor, a partir do 37º Termo Aditivo ao Contrato de Gestão do CNPEM, a Ação 15XQ, que corresponde a implantação de uma nova infraestrutura científica de alta complexidade de segurança biológica de nível 4, novo projeto estruturante do Centro, o Laboratório Nacional de Máxima Contenção Biológica (LNMBC). Para a Ação 15XQ, o CNPEM contratou com o MCTI, via 40º Termos Aditivo, o montante de R\$ 131 milhões, que farão parte integralmente dos restos a pagar de 2023.

Em 2022, o projeto executou R\$ 6,6 milhões, viabilizados pela reprogramação do saldo financeiro de 2021, de R\$ 6 milhões, e o recebimento dos restos a pagar do ano anterior, somados em R\$ 40 milhões. Os destaques desta execução contam com o encerramento do contrato de terraplenagem do terreno em área conjugada ao Sirius; início da prototipagem funcional de detectores MEIPIX4/TIMEPIX4 por meio da parceria com a Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear ou Organização Europeia para a Investigação Nuclear (CERN); além da manutenção da equipe para desenvolvimento e gestão do projeto.

As tabelas a seguir detalham, respectivamente, os valores executados por natureza de despesa e o fluxo financeiro específico do Projeto.

Tabela 14 - Projeto LLABC/LNMBC - Orçamento 2022: valores executados por natureza de despesa (em R\$)

Natureza da Despesa	Realizado	Comprometido*	Total
Pessoal	2.398.379	-	2.398.379
Custeio	1.006.624	1.601.933	2.608.557
Investimento	983.455	588.666	1.572.121
Total	4.388.458	2.190.599	6.579.057

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

Tabela 15 -Projeto LLABC/LNMBC – Fluxo financeiro do Contrato de Gestão em 2022 (em R\$)

Saldo Inicial	6.003.514
Entradas de Recursos	43.683.635
Contrato de Gestão 2022	18.000.000
Restos a Pagar 2021	22.000.000
Rendimentos Financeiros	3.683.119
Outras Entradas	516
Saída de Recursos	4.134.142
Saldo Financeiro em 31.12.2022	45.553.007

Centro de Tecnologias para Saúde (CT Saúde)

O projeto do Centro de Tecnologias para Saúde concentra esforços para a construção e implementação de infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento que atendam demandas do sistema de saúde do País. Esta iniciativa foi viabilizada via Ação 212H por meio de recursos oriundos do FNDCT. Os recursos de 2022 foram assegurados no 40º Termo Aditivo, no valor de R\$ 35 milhões, principalmente para garantir projetos e obras civis e infraestrutura geral.

A execução do projeto foi viabilizada pelo pagamento do 37º Termo Aditivo, firmado em 2021, no valor total de R\$ 65 milhões, recebidos em meados do primeiro semestre de 2022. Com a transferência dos recursos, foi possível firmar compromissos de contratação de projeto arquitetônico e obra civil para implantação da primeira fase do centro de saúde, além da implantação de parte da infraestrutura laboratorial prevista.

As tabelas a seguir detalham, respectivamente, os valores executados por natureza de despesa e o fluxo financeiro específico do Projeto.

**Tabela 16 - Projeto CT Saúde – Orçamento 2022:
valores executados por natureza de despesa (em R\$)**

Natureza da Despesa	Realizado	Comprometido*	Total
Pessoal	5.344.084	-	5.344.084
Custeio	1.314.585	697.589	2.012.174
Investimento	1.524.476	20.410.191	21.934.667
Total	8.183.145	21.107.780	29.290.925

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

**Tabela 17 - Projeto CT Saúde – Fluxo financeiro
do Contrato de Gestão em 2022 (em R\$)**

Saldo Inicial	-
Entradas de Recursos	69.635.273
Contrato de Gestão 2022	55.000.000
Restos a Pagar 2021	10.000.000
Rendimentos Financeiros	3.698.213
Outras Entradas	937.060
Saída de Recursos	8.650.747
Saldo Financeiro em 31.12.2022	60.984.525

Plataforma de Biotecnologia Industrial

A Plataforma de Biotecnologia Industrial (PlatBiotec) é um projeto estruturante do CNPEM, de infraestrutura de pesquisa para descoberta, desenho, engenharia de enzimas e microrganismos e o desenvolvimento de processos em níveis de maturidade tecnológica (TRL) de 3 a 5. Este projeto foi viabilizado a partir do 37º TA, com recursos provenientes do FNDCT, no total de R\$ 35 milhões, adicionalmente no 40º TA de 2022 foram contratados R\$ 30 milhões, somando R\$ 65 milhões.

A execução deste projeto foi viabilizada pela transferência dos restos a pagar do 37º TA de 2021, ao longo do primeiro semestre de 2022, que totalizou R\$ 31,5 milhões, com destaque para aquisições de equipamentos para melhoria das instalações, como: o espectrômetro de massas; equipamentos de sequenciamento de DNA, sistema de separação e caracterização de proteínas e ligninas, microbiorreator para laboratório de bioprocessos, entre outros; além de manter a equipe dedicado ao projeto e custeios relacionados.

As tabelas a seguir detalham, respectivamente, os valores executados por natureza de despesa e o fluxo financeiro específico do Projeto.

**Tabela 18 - Projeto PlatBiotec – Orçamento 2022:
valores executados por natureza de despesa (em R\$)**

Natureza da Despesa	Realizado	Comprometido*	Total
Pessoal	2.321.249	-	2.321.249
Custeio	1.092.107	672.905	1.765.012
Investimento	18.792.256	8.646.779	27.439.035
Total	22.205.612	9.319.684	31.525.296

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

**Tabela 19 - Projeto PlatBiotec – Fluxo financeiro
do Contrato de Gestão em 2022 (em R\$)**

Saldo Inicial	-
Entradas de Recursos	36.144.801
Contrato de Gestão 2022	30.000.000
Restos a Pagar 2021	5.000.000
Rendimentos Financeiros	1.044.045
Outras Entradas	100.756
Saída de Recursos	22.934.882
Saldo Financeiro em 31.12.2022	13.209.920

Centro de Visitantes

O projeto do Centro de Visitantes tem como objetivo a popularização e divulgação da ciência e o estímulo à educação em nível local, regional e nacional, a partir das áreas de pesquisa desenvolvidas pelo CNPEM. O projeto foi viabilizado no 37º TA de 2021, no valor de R\$ 15 milhões, recursos que foram recebidos em maio de 2022 e possibilitou seu desenvolvimento.

O grande destaque deste projeto foi a realização da exposição “Cápsula da Ciência” que percorreu diversas cidades do Brasil no segundo semestre deste ano, com projeções em 360º graus para divulgação de informações e imagens do CNPEM. Para além da exposição, deu-se início ao projeto conceitual do centro de visitantes, que irá estabelecer diretrizes para esta nova iniciativa do CNPEM, que visa atender a alta demanda de visitas ao campus.

As tabelas a seguir detalham, respectivamente, os valores executados por natureza de despesa e o fluxo financeiro específico do Projeto:

**Tabela 20 - Centro de Visitantes – Orçamento 2022:
valores executados por natureza de despesa (em R\$)**

Natureza da Despesa	Realizado	Comprometido*	Total
Pessoal	148.961	-	148.961
Custeio	1.554.588	611.914	2.166.502
Investimento	35.365	836.000	871.365
Total	1.738.914	1.447.914	3.186.828

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

**Tabela 21 - Centro de Visitantes – Fluxo financeiro
do Contrato de Gestão em 2022 (em R\$)**

Saldo Inicial	-
Entradas de Recursos	15.968.541
Contrato de Gestão 2022	15.000.000
Restos a Pagar 2021	-
Rendimentos Financeiros	968.541
Outras Entradas	-
Saída de Recursos	1.704.944
Saldo Financeiro em 31.12.2022	14.263.597

ILUM Escola de Ciência

A “ILUM Escola Ciência” contratou em 2022, via 39º Termo Aditivo ao Contrato de Gestão, com interveniência do Ministério da Educação (MEC), o valor de R\$ 9,7 milhões para assegurar a operação e manutenção das atividades da Escola. O ano de 2022 marca o início das aulas da primeira turma do Bacharelado em Ciência e Tecnologia. Vale ressaltar que este valor contratado no ano é exatamente o mesmo contratado em 2021 no 36º TA e fará parte integralmente dos restos a pagar ao Centro em 2023. Em 2022, o CNPEM recebeu recursos oriundos do FNDCT para o projeto do Centro de Vivência que será voltado para atender os estudantes da ILUM no Campus principal do CNPEM, garantido no 37º TA assinado em 2021 por meio da Ação 212H.

No período de 2022, a ILUM executou R\$10,9 milhões, viabilizada pela reprogramação do saldo financeiro de 2021, no valor de R\$ 19 milhões. Tal execução viabilizou a operação e manutenção da infraestrutura, demandas do corpo estudantil e manutenção quadro de colaboradores. Destaca-se a contínua melhoria e expansão das instalações laboratoriais, como a aquisição da estação Glove Box e outras aquisições para o laboratório úmido. No âmbito do Centro de Vivência, destaca-se o compromisso firmado com fornecedores para o projeto arquitetônico e executivo.

As tabelas a seguir detalham, respectivamente, os valores executados por natureza de despesa e o fluxo financeiro específico do Projeto.

**Tabela 22 - Projeto ILUM – Orçamento 2022:
valores executados por natureza de despesa (em R\$)**

Natureza da Despesa	Realizado	Comprometido*	Total
Pessoal	4.523.707	-	4.523.707
Custeio	2.885.638	1.185.317	4.070.955
Investimento	1.754.374	545.934	2.300.308
Total	9.163.719	1.731.251	10.894.970

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

**Tabela 23 - Projeto ILUM –
Fluxo financeiro em 2022 (em R\$)**

Saldo Inicial	19.012.955
Entradas de Recursos	9.938.201
Contrato de Gestão 2022	8.000.000
Restos a Pagar 2021	-
Rendimentos Financeiros	1.927.193
Outras Entradas	11.008
Saída de Recursos	8.822.804
Saldo Financeiro em 31.12.2022	20.128.352
Centro de Vivência CNPEM	8.492.488
Operação e Manutenção da Escola de Ciência	11.635.864

