

HORIZONTE



CNPq
Centro Nacional de Pesquisa
em Energia e Materiais

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



GOVERNO FEDERAL

BRASIL

UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

Expediente

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

Luciana Santos
Ministra de Estado

Luis Fernandes
Secretário Executivo

Conselho de Administração do CNPEM

Rogério Cezar de Cerqueira Leite
Presidente

Antonio Rubens Britto de Castro
Arthur Pullen Sousa
Eduardo Soriano Lousada
Jailson Bittencourt de Andrade
Marcela Chami Gentil Flores
Marcelo Marcos Morales
Maurilio Biagi Filho
Patricia Rieken Macedo Rocco
Paulo Eduardo Artaxo Netto
Reginaldo dos Santos
(Vice-Presidente)
Virgínia Sampaio Teixeira Ciminelli

Conselho Fiscal do CNPEM

José Roberto Alves Corrêa
Presidente

Alexandre Augusto
Villain da Silva
Laudir Francisco Schmitz

Diretoria

Antonio José Roque da Silva
Diretor-Geral do CNPEM

Harry Westfahl Jr.
Diretor do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron - LNLS

Sandra Martha Gomes Dias
Diretora Interina 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

Renata de Vasconcellos Aquino
Diretora de Serviços Compartilhados

Horizonte CNPEM

Realização e Textos CNPEM

Assessoria de Apoio à Inovação
Assessoria de Apoio a Usuários
Assessoria de Comunicação
Assessoria de Planejamento e Avaliação

Produção e Edição

Amanda Kokol Coltro
Arline Melo
Brunno Lange Albuquerque
Cristiane Delfina Duarte
Erik Medina
Luciana Noronha
Luis Otávio Lucas
Maria Livia Ramos Gonçalves
Patrícia Toledo

Projeto Gráfico e Diagramação

Andréa Miranda

Ilustrações

Caio Beltrão

Fotografia

Guilherme Galembeck
Giancarlo Giannelli
Julio Fujikawa
Rafael Defavari
Assessoria de Comunicação CNPEM



HORIZONTE

CNPEM



CNPEM



ATLAS



RUMOS PARA A PESQUISA



ROTAS PARA INOVAR



IMPULSIONANDO TALENTOS



MOVIDOS POR DESAFIOS



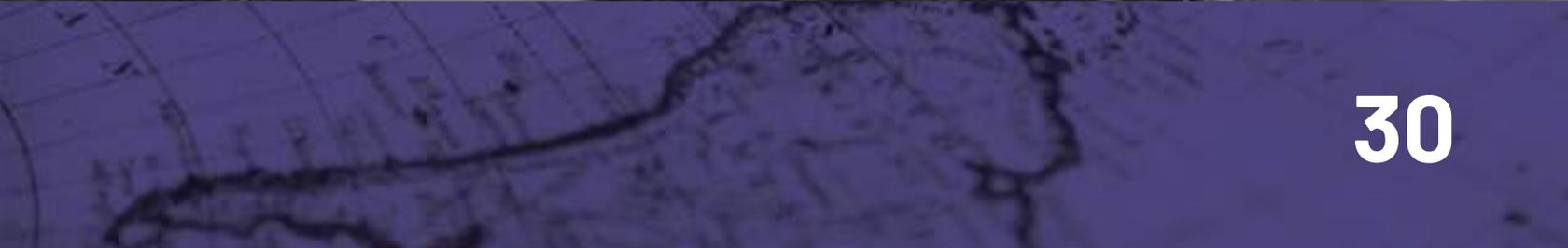
FUTURO



SIRIUS



06



30



48



86



112



150



212



220



CNPEM





Apresentação Geral



O CNPEM é um centro de pesquisas científico-tecnológicas que reúne, em um único campus, um parque de instalações e equipamentos de ponta, além de um corpo técnico-científico de excelência, orientados para obtenção de resultados em temas estratégicos para o País. Atuando em sinergia em suas áreas de competência, com programas e plataformas estratégicos de pesquisa em temas como energias renováveis, materiais renováveis, saúde, agricultura, meio ambiente, tecnologias quânticas, apoiados por diversas competências transversais como caracterização em micro e nanoescala, micro e nano fabricação, síntese, engenharia e instrumentação científica, ciência com luz síncrotron, aceleradores de partículas e teoria e ciência de dados, o Centro é

um importante ator no campo da ciência, tecnologia e inovação, que coloca o Brasil em posição de competitividade no cenário global.

O CNPEM é integrado por quatro Laboratórios Nacionais singulares: **Laboratório Nacional de Luz Síncrotron**, **Laboratório Nacional de Biociências**, **Laboratório Nacional de Biorrenováveis** e **Laboratório Nacional de Nanotecnologia**. O Centro conta ainda com uma unidade dedicada para desenvolvimentos de **Engenharia e Tecnologias** e, a partir de 2022, com o apoio do Ministério da Educação (MEC), o CNPEM expandiu suas atividades com a abertura da **Ilum Escola de Ciência**. O curso superior interdisciplinar em Ciência e Tecnologia adota propostas inovadoras e oferece formação de excelência, gratuita, em período integral e com imersão no



MISSÃO

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

VISÃO

Ser conhecido como 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.

ambiente de pesquisa do CNPEM. O objetivo é formar alunos preparados para buscar soluções para o futuro em um mundo em que as grandes questões são cada vez menos temáticas e mais interdisciplinares.

Pelas suas competências e instalações científicas de ponta, o Centro reúne hoje condições que conferem ao País rara vantagem competitiva no cenário global de ciência, tecnologia e inovação, presente em poucos polos científicos no mundo. Considerando sua posição singular e estratégica, totalmente transversal nas suas áreas de atuação, e locus de construção e operação de ferramentas e instalações únicas, três importantes pilares institucionais fundamentam a missão do CNPEM:

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.

Essa configuração fomenta pesquisas, desenvolvimentos tecnológicos e inovação nas áreas de saúde, materiais, tecnologias quânticas, energia, agricultura, meio ambiente, defesa, tecnologias de produção, dentre outras.



Atuação do CNPEM e a interação com os atores do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI)

Há algumas décadas é entendido por especialistas e observado no histórico de diversos países que o processo de desenvolvimento econômico está amplamente relacionado com a criação de inovações tecnológicas que se difundem pela sociedade. Estas inovações podem ser novos produtos, serviços, processos produtivos, novas fontes de energia ou matérias-primas, por exemplo, que transformam a vida social.

O surgimento dessas inovações está sujeito às atividades desenvolvidas por diversas instituições que têm atribuições específicas e, ao interagirem, modificam e difundem tecnologias que terão impacto econômico e social. Esse conjunto de atores e suas interações e interdependências, que acontecem de forma sistêmica, configuram o que se entende como Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI).

Diversos atores compõem o SNCTI (*Figura 1*), dentre os quais cabe destacar os atores



(i) governamentais, representados pelo conjunto de

instituições relacionadas ao aparato do Estado, desde o sistema de representação, Ministérios e políticas públicas, até órgãos reguladores e de propriedade intelectual;



(ii) as agências de fomento, responsáveis por prover os recursos utilizados para Pesquisa & Desenvolvimento (P&D), sobretudo para as universidades e institutos de pesquisa, mas também para empresas privadas;



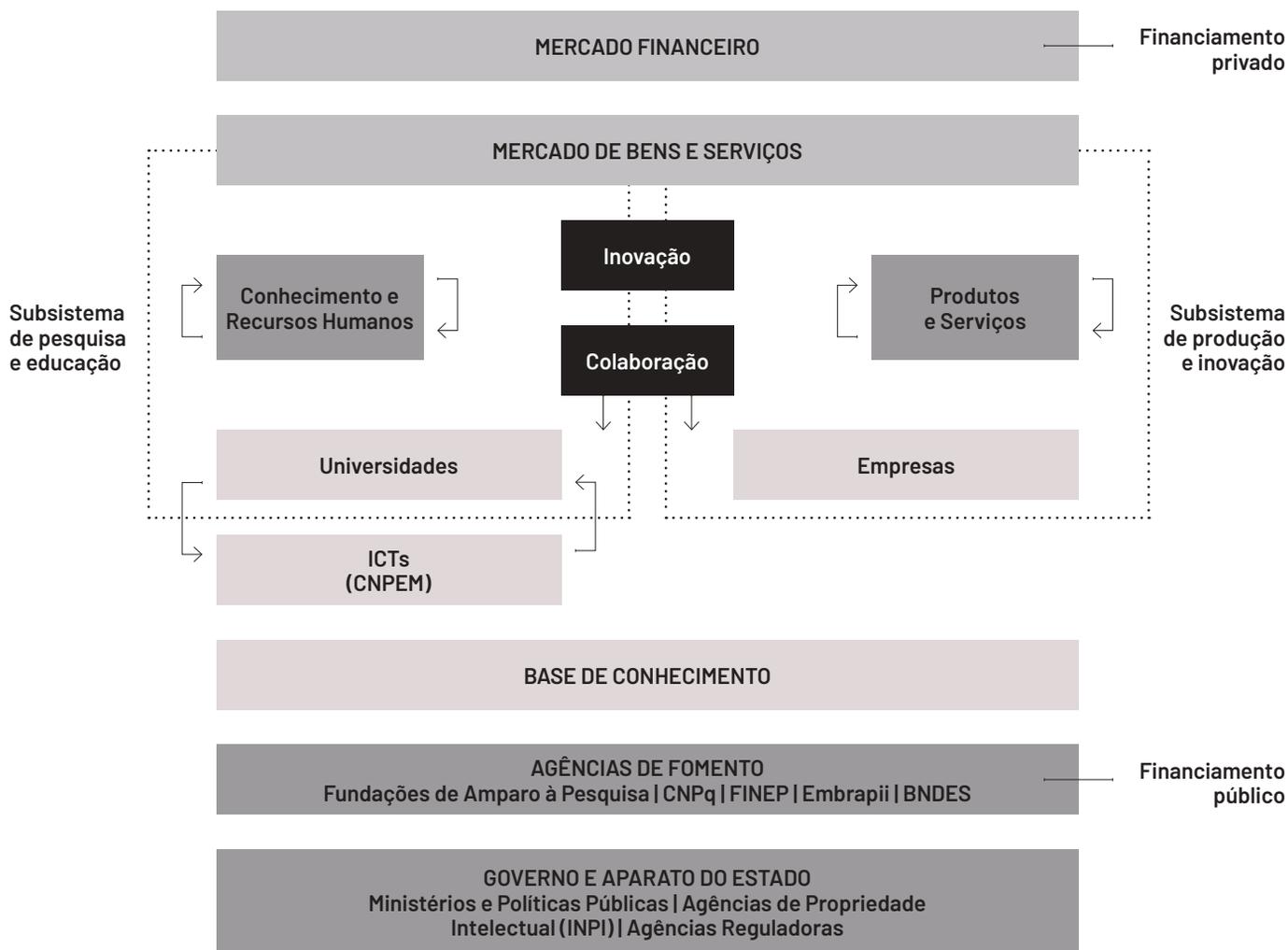
(iii) as universidades e demais Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICTs), como institutos públicos e privados de pesquisa, onde ocorre a formação de recursos humanos e a ampliação da base de conhecimento científico básico e aplicado; e



(iv) as empresas, com o grande potencial de instigar o sistema a inovar e desenvolver seus aparatos tecnológicos.

O mais importante da abordagem sistêmica para ciência, tecnologia e inovação é o entendimento de que estes atores pouco atuam de forma isolada. É por meio interações diretas, como cooperações formais em P&D entre ICTs e empresas, ou indiretas, como fluxo de conhecimento gerado nas ICTs e absorvido pelas empresas, tendo como base as instituições governamentais e o apoio das agências de fomento, que se cria um ambiente prolífico para geração de conhecimentos e inovações com potencial de melhorar a qualidade de vida da população.

Figura 1
Representação do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação

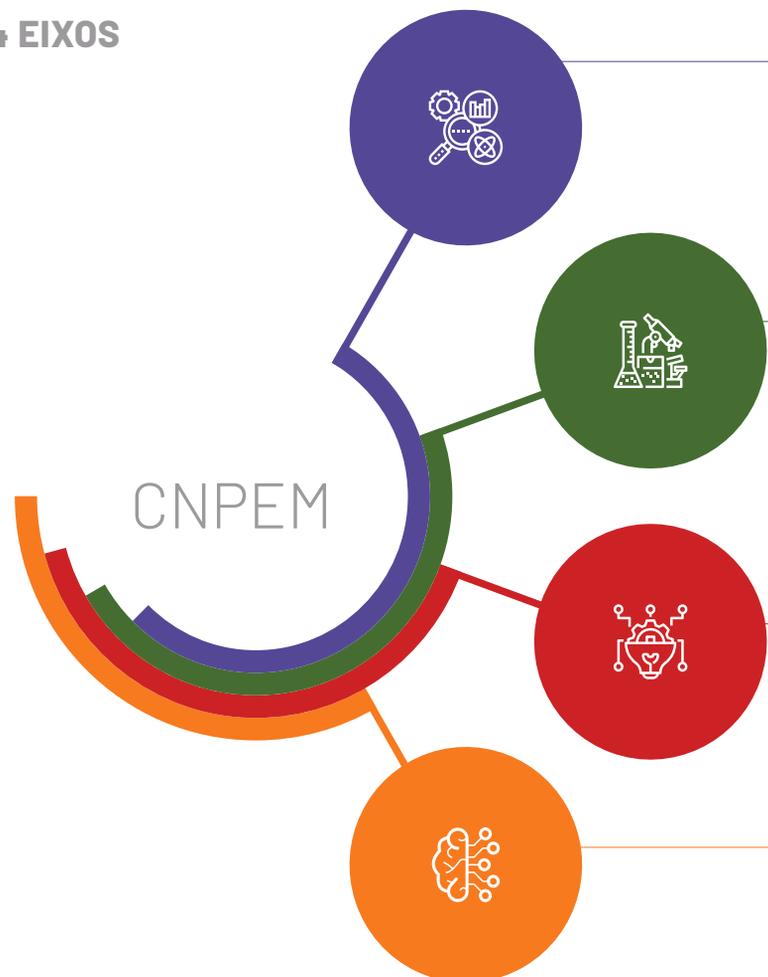


Fonte: Adaptado de Mazzucato & Penna (2016) The Brazilian Innovation System: A Mission-Oriented Policy Proposal. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos.



ATUAÇÃO DO CNPEM NO SNCTI EM 4 EIXOS

O CNPEM é uma ICT que interage de diferentes formas com diversos atores do SNCTI. O Centro é configurado para responder com agilidade e eficiência às agendas nacionais que dialogam com suas áreas de atuação. Recursos do MCTI e de agências de fomento financiam suas ações e balizam o direcionamento de suas atividades. Em contrapartida, a infraestrutura científica singular e de fronteira mantida e operada pelo CNPEM beneficia universidades, outras ICTs e empresas, por meio de instalações abertas e projetos de P&D em colaboração. O Centro ainda atua na formação de recursos humanos do SNCTI, através da orientação de estudantes de mestrado e doutorado e cursos de capacitação e eventos científicos – voltados a diferentes atores deste cenário. Os mecanismos pelos quais o CNPEM interage no Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação se reflete de forma explícita nos quatro Eixos de atuação da instituição.



EIXO 1 INSTALAÇÕES ABERTAS A USUÁRIOS EXTERNOS

Refere-se ao atendimento de demandas diversificadas da comunidade científica e tecnológica por meio da implantação, manutenção, operação e ampliação de instalações científicas abertas e singulares de alta complexidade tecnológica, garantindo a abrangência de questões científicas fundamentais para a contínua irrigação do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.

EIXO 2 PESQUISA E DESENVOLVIMENTO IN HOUSE

Compreende a execução de programas estratégicos e de fronteira, de caráter multidisciplinar, alinhados às 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.

EIXO 3 APOIO À 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.

EIXO 4 TREINAMENTO, EDUCAÇÃO E EXTENSÃO

Engloba as ações voltadas para a capacitação e 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 o público amplo.



CNPEM em números

Os números referentes à atuação do CNPEM nos últimos dez anos refletem a abrangência e relevância de suas ações no Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação e demonstram sua competitividade no cenário mundial de C&T. Instalações abertas que beneficiam pesquisadores de todo o mundo, milhares de artigos científicos publicados em temas estratégicos para o Brasil, centenas de pedidos de patente e de eventos realizados – decorrem de um modelo de gestão e cultura com foco em resultados e evidenciam o potencial da ciência nacional.

AO LADO SÃO APRESENTADOS GRANDES
NÚMEROS RESULTANTES DA ATUAÇÃO DO
CNPEM NO **PERÍODO DE 2012 A 2022**

8.614

Propostas de pesquisa atendidas que beneficiaram

301

Auxílios à pesquisa contratados por pesquisadores do centro

107

Projetos contratados em parceria com empresas

8.463

Pesquisadores

523

Instituições nacionais e internacionais beneficiadas

70

Acordos de colaboração com instituições de ensino e pesquisa

3.468

Artigos publicados pelos beneficiários externos das instalações

377.517

Horas utilizadas nas instalações abertas

2.604

Artigos publicados por pesquisadores do CNPEM

73

Eventos de divulgação organizados

110

Eventos de capacitação organizados

126

Pedidos de registro de propriedade intelectual

Sendo

40%



em colaboração com instituições estrangeiras

4.592

Pesquisadores externos capacitados

6.502

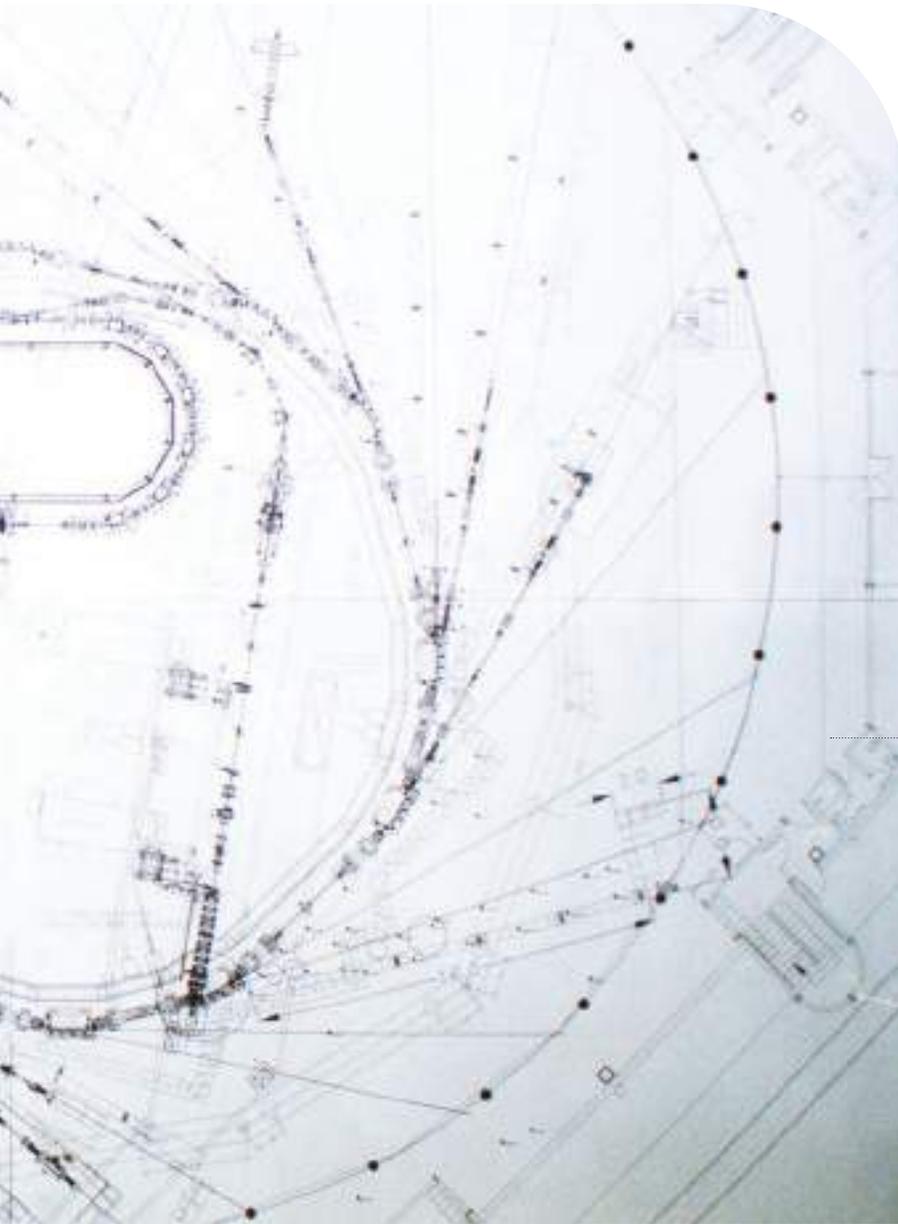
Pesquisadores externos nos eventos científicos



Jornada

O que é hoje o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais é fruto de ideias ambiciosas e inovadoras para o País, da reunião de mentes brilhantes e dispostas a realizarem projetos, muitas vezes julgados como impossíveis. Essa jornada continua, e o Centro se ramifica e soma a cada ano mais recursos para desenvolvimentos científico-tecnológicos e educacionais inéditos e exemplares.





1985

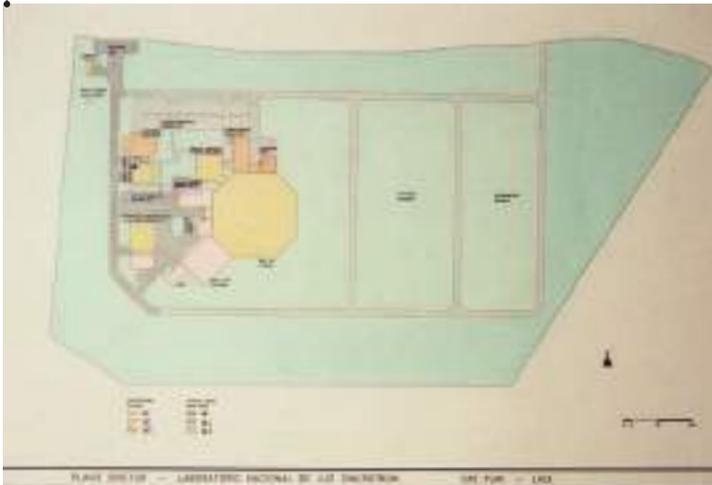
- Em janeiro, um grupo de pesquisadores, liderados por Ricardo Rodrigues viaja para o *Stanford Synchrotron Radiation Laboratory* (SSRL) da Universidade de Stanford (EUA) para desenvolver o projeto conceitual de uma fonte de luz síncrotron para o Brasil. A **PRIMEIRA SEDE** do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron se estabelece em 1987, em Campinas – SP.



Construção do **PRÉDIO DO ANEL** é concluída e a fonte de luz síncrotron, nomeada UVX, começa a ser instalada no local

1990

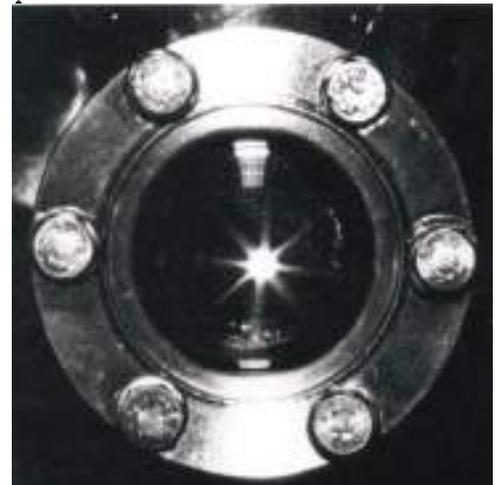
Acontece a cerimônia de assentamento da **PEDRA FUNDAMENTAL** do LNLS, em uma área de 380 mil metros quadrados localizada no Polo de Alta Tecnologia de Campinas, cedida pelo Estado de São Paulo.



1993-1995

1996

Em maio acontece a primeira volta de elétrons no acelerador principal da fonte de luz **UVX**, e em outubro é observado, pela primeira vez, um feixe em uma linha de luz do equipamento.





UVX, a primeira fonte de luz síncrotron em todo o Hemisfério Sul, é inaugurada, e **SETE LINHAS DE LUZ** são disponibilizadas para a comunidade científica.

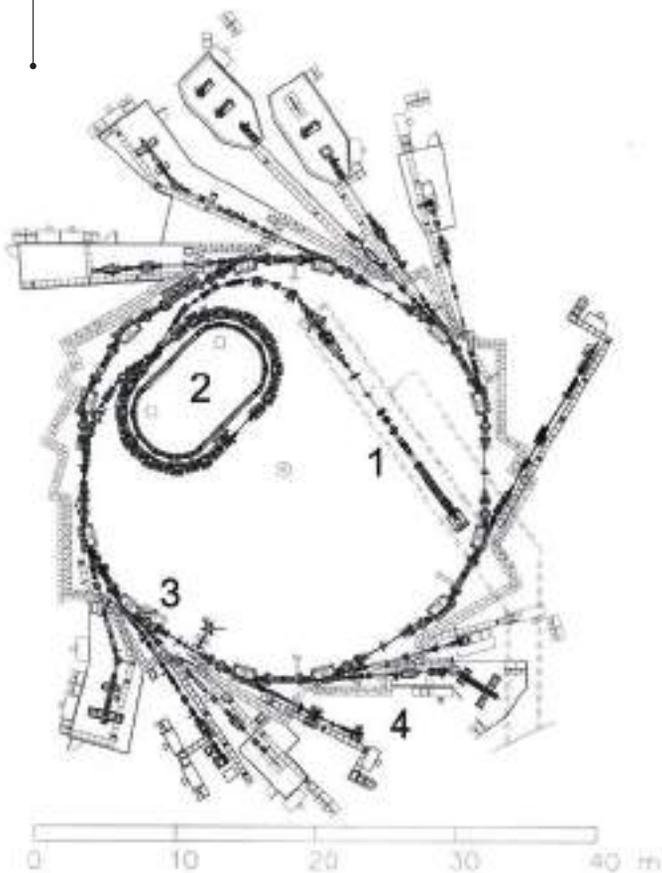
1997

O LNLS deixa de existir como instituto do CNPq e se transforma na primeira instituição científica brasileira a ser administrada por uma Organização Social, a partir da criação da **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE LUZ SÍNCROTRON - ABTLuS**.

1998

Em fevereiro, o Laboratório de Microscopia Eletrônica (LME) é aberto a usuários, com o objetivo de atender áreas emergentes de pesquisa.

1999



Vista aérea do campus, já com o Prédio destinado ao **CENTRO DE BIOLOGIA MOLECULAR E ESTRUTURAL (CeBiME)**, cuja implantação havia sido iniciada no ano anterior





2003

- Reunião Anual de Usuários da fonte de luz síncrotron recebe primeira discussão sobre a necessidade de construção de um acelerador de elétrons mais competitivo e moderno

2005

• Campus recebe cerimônia de lançamento do Programa de Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia do MCTI

2008

- Em março, é inaugurado o prédio César Lattes, especialmente concebido para abrigar microscópios eletrônicos de alto desempenho. É criado o Centro de Nanociência e Nanotecnologia Cesar Lattes - C2Nano - precursor do Laboratório Nacional de Nanotecnologia.
- Proposta para desenvolvimento de projeto conceitual de uma nova fonte de luz síncrotron de alto desempenho é apresentada ao MCTI e Governo Federal.

2009

Inauguração do **LABORATÓRIO NACIONAL DE BIOCÊNCIAS** (LNBio), nova configuração do então Centro de Biologia Molecular e Estrutural, iniciado em 1998.

Após concurso interno, o projeto LNLS-2 é renomeado Sirius, **A ESTRELA MAIS BRILHANTE DO CÉU NOTURNO**. As definições do projeto avançam e inicia-se a busca por uma área apropriada para as obras civis necessárias à instalação da nova fonte de luz.

2010





A planta piloto do **LABORATÓRIO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO BIOETANOL (CTBE)** torna-se operacional. A origem do CTBE remonta aos gargalos identificados no estudo “Energias Renováveis: Etanol de cana-de-açúcar”, liderado por Rogério Cezar de Cerqueira Leite.



2011

- Laboratório Nacional de Nanotecnologia é inaugurado, em continuidade aos esforços empenhados pelo antigo Centro de Nanociência e Nanotecnologia Cesar Lattes – C2Nano, instituído em 2008.

2012

2013

O LNNano é indicado como **LABORATÓRIO DE REFERÊNCIA** do Sistema Nacional de Nanotecnologia (SisNano) do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), iniciando assim a modernização e ampliação de sua infraestrutura de equipamentos e técnicas, oferecidas a pesquisadores externos.





2014

- Em dezembro, é realizada a cerimônia de colocação da pedra fundamental do edifício do Sirius, que começa a ser construído em janeiro do ano seguinte.



O MAIS AVANÇADO MICROSCÓPIO ELETRÔNICO na América Latina, o Titan Cubed Themis 300 é disponibilizado a usuários externos do CNPEM. Com dupla correção de aberração óptica, o equipamento promove grandes avanços à pesquisa em nanomateriais no País.

2017

- Com apoio da Embrapii, CNPEM, Aché e Phytobios lançam iniciativa para descobrir novos fármacos a partir da biodiversidade brasileira. O programa de prospecção da biodiversidade nasce com o objetivo primário de descobrir e desenvolver novos medicamentos nas áreas de oncologia e dermatologia, baseados em moléculas encontradas em plantas de diferentes biomas brasileiros.
- LNBio recebe equipamentos para desenvolver a tecnologia **HUMAN ON A CHIP** no Brasil. Iniciativa é parte dos esforços do País em reduzir e substituir a utilização de animais em testes de medicamentos e cosméticos.



Celebração da primeira etapa de entregas do projeto Sirius, que compreende, além da **CONCLUSÃO DAS OBRAS CIVIS**, o prédio que abriga toda a infraestrutura de pesquisa e dois dos três aceleradores de elétrons.



2018



CNPEM conquista **VISIBILIDADE INTERNACIONAL** em Avaliação de Ciclo de Vida por meio da execução de um estudo em parceria com a Agência Internacional de Energia, que demonstrou, ao harmonizar os principais modelos internacionais, que a intensidade de carbono para biocombustíveis brasileiros estava superestimada nos modelos desenvolvidos fora do Brasil.



O evento **CIÊNCIA ABERTA**, em que o Centro abre as portas para o público geral conhecer suas pesquisas e instalações, apresentadas por colaboradores e pesquisadores voluntários, tem recorde de público, recebendo mais de 16 mil pessoas.

2019

Com os avanços da montagem do Sirius, primeira fonte de luz síncrotron, o UVX, é descomissionada, recebendo em 2019 os últimos usuários e encerrando suas contribuições em pesquisas de todo o País.

Fonte de luz síncrotron UVX, de segunda geração, em **PROCESSO DE DESMONTAGEM**

Em uma estratégia para reforçar a agenda de pesquisa do CNPEM por meio da biotecnologia industrial, o CTBE reinventa-se sob o nome **LNBR – LABORATÓRIO NACIONAL DE BIORRENOVÁVEIS**. A mudança reflete novos desafios: valorizar a matéria-prima renovável e a biodiversidade brasileiras indo além dos biocombustíveis avançados e atuando em bioquímicos e biomateriais.





2019

- CNPEM torna-se o primeiro Centro de Pesquisa e desenvolvimento na América Latina a instalar um **TITAN KRIOS G3I**, um dos criomicroscópios eletrônicos mais avançados do mundo, ampliando o potencial dos estudos em biologia molecular estrutural do País. O equipamento permite a determinação de estruturas de proteínas com resolução de 0.2 nanômetros.
- **PRIMEIRA VOLTA DE ELÉTRONS** no anel de armazenamento do Sirius



O projeto SUCRE é concluído. Iniciado em 2015 ele contou com financiamento do Global Environment Facility em parceria com o Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas. Liderado pelo CNPEM, o SUCRE engajou cerca de vinte parceiros privados para desenvolver estratégias de reaproveitamento da **PALHA DA CANA-DE-AÇÚCAR** para aumentar produção de bioeletricidade, visando reduzir emissões de gases de efeito estufa.

2020

PRÉDIO onde há mais de três décadas iniciou-se o desenvolvimento do primeiro acelerador de elétrons recebe as reformas civis para tornar-se sede da Ilum - Escola de Ciência.



- CNPEM integra a força-tarefa de combate à COVID-19, e abre a linha de luz Manacá em caráter excepcional, para atender às demandas de pesquisa em COVID-19.
- Titan Krios G3i, um dos criomicroscópios eletrônicos mais avançados do mundo é aberto para receber propostas de pesquisadores externos



2021



- A **PRIMEIRA ESTRUTURA VIRAL** completamente elucidada na América Latina é publicada na *Nature Communications* e descreve características inéditas e fundamentais do vírus Mayaro. Estudo facilitará o desenvolvimento de novos métodos de diagnóstico, medicamentos e imunizantes contra a doença transmitida por mosquitos. Fruto de trabalho de equipe multidisciplinar do CNPEM, resultado reúne competências em biologia estrutural, virologia e criomicroscopia.

- Início do comissionamento científico de cinco novas linhas de luz do Sirius. **CATERETÊ, CARNAÚBA, IPÊ, EMA, IMBUÍ**





Primeiro **PROCESSO SELETIVO DA ILUM** reúne 943 candidatos, 72,6% deles de escolas públicas. Com taxa de concorrência de 24 candidatos por vaga, processo de seleção contou com estudantes das cinco regiões do País, 52% do sexo masculino e 48%, do feminino, com idade média entre 18 e 19 anos

- Ilum recebe sua primeira turma, com 40 alunos, sendo a metade composta de jovens egressos da rede pública de ensino. Nota máxima pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), o curso proporciona uma sólida base científica, de forma multidisciplinar e interdisciplinar. Escola busca formação integral de seus alunos, baseada na ética e na cooperação, com foco na busca de soluções para desafios do mundo moderno.

- O CNPEM inicia a implantação da Plataforma de Biotecnologia Industrial que promoverá a mudança de patamar no desenvolvimento de sistemas biológicos para aplicações em energias limpas e com ênfase nas indústrias de transformação e extrativas.

2021

CNPEM dá um passo importante na sustentabilidade dos biorrenováveis. Uma publicação demonstrou que existem cerca de 20 milhões de hectares onde é possível aliar a mitigação das emissões de gases de efeito estufa dos biorrenováveis à utilização racional dos recursos naturais, **PRESERVANDO A VEGETAÇÃO NATIVA**, a biodiversidade e a produção de alimentos.

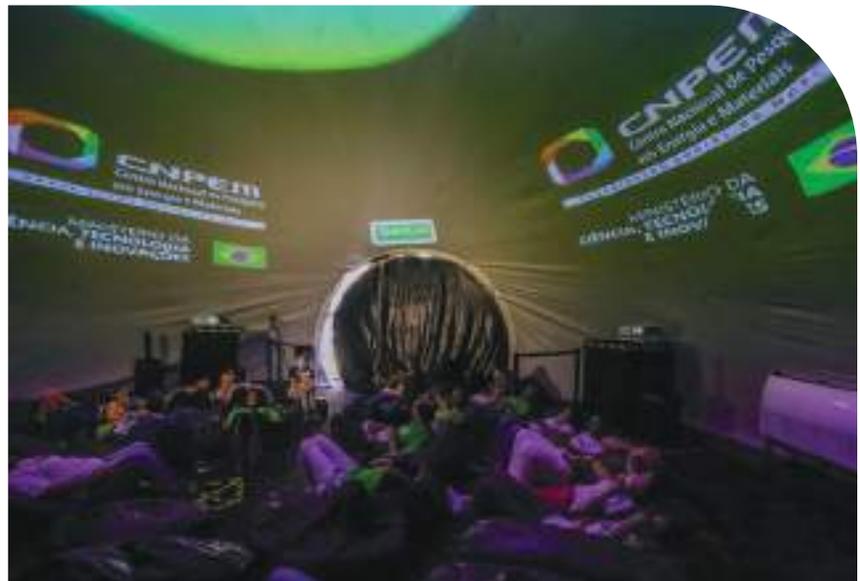


2022



- O CNPEM cria um novo horizonte para a produção biológica de hidrocarbonetos renováveis com P&D interno e parceria com empresas. É descoberto um **BIOCATALISADOR**, cujas moléculas produzidas podem ser precursoras na produção de biocombustíveis drop-in para aviação e outros transportes de longa distância. Tais moléculas também possuem propriedades químicas relevantes para a produção de químicos renováveis como plásticos.

O CNPEM escala em planta piloto um coquetel enzimático que vêm sendo desenvolvido há cerca de cinco anos. Eficiente, com baixo impacto ambiental e economicamente competitivo ele é customizado para biorrefinarias no Brasil que usam matéria-prima lignocelulósica. Técnicas de engenharia genética foram aplicadas em um fungo produtor de enzimas, cujo bioprocessos foi validado em escala semi-industrial e comparado, por meio de análise de sustentabilidade, com tecnologias comercialmente disponíveis.



2022

LNBio dá início à construção do Laboratório de Nível de Biossegurança 3 (NB3), dedicado ao desenvolvimento de antivirais e métodos diagnósticos para o combate a vírus emergentes

Processo de implantação e primeiros procedimentos técnicos para terraplenagem do terreno do Laboratório Nacional de Máxima Contenção Biológica NB-4 (LNMCB) avança, com a realização de workshops para a viabilização técnica e científica do projeto, além de visitas a outros laboratórios similares nos Estados Unidos e Europa.

Sirius abre oficialmente para o recebimento de propostas regulares para **USO DAS INSTALAÇÕES** Ema, Carnaúba, Cateretê, Imbuia e Ipê, além da Manacá que opera em fluxo contínuo. As propostas, recebidas em menos de 30 dias, vêm de quinze países, e 25% dos 328 proponentes nunca foram usuários das instalações do CNPEM.



Entre outubro e dezembro, CNPEM percorre mais de 9 mil km com o projeto **CÁPSULA DA CIÊNCIA**. Mais de 14 mil visitantes de todo Brasil viajaram pelo mundo microscópico em um domo geodésico de 95m². Por meio de um vídeo 360 graus, 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.





Atlas

*Ciência
em contexto*



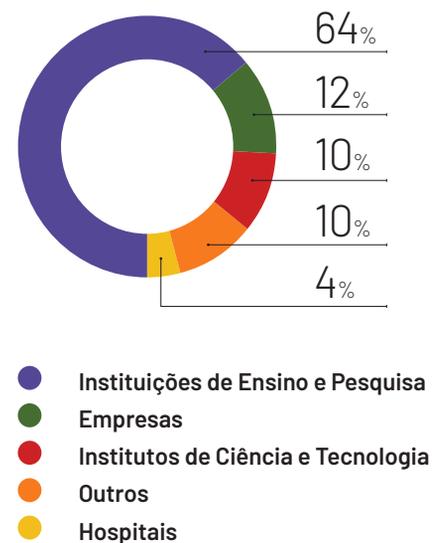


A abrangência da atuação do CNPEM em seus quatro eixos de atuação: instalações abertas à comunidade acadêmica, programas de pesquisa e desenvolvimento, apoio à inovação e capacitação e treinamento.

BENEFICIÁRIOS EXTERNOS E INSTITUIÇÕES ATENDIDAS NAS INSTALAÇÕES ABERTAS DO CNPEM

Abrangência regional dos beneficiários de propostas externas atendidas em instalações abertas do CNPEM, entre os anos de 2012 e 2022. Os beneficiários são pesquisadores que utilizaram diretamente e/ou integram os grupos que realizaram experimentos nas instalações do CNPEM. Nesse mapa é mostrado o número de beneficiários por Região do Brasil e o número de instituições - de ensino, pesquisa e empresas - que utilizaram as instalações abertas do CNPEM em suas pesquisas.

Distribuição dos tipos de instituições de vínculo dos beneficiários externos



NORTE

Benefícios	88
Instituições	18

UFAM	28
UFPA	28
UFT	6
INPA	5
UNIR	5

EPL Empreendimentos e Agrossistência Ltda.

NORDESTE

Benefícios	497
Instituições	43

UFC	97
UFRN	75
UFS	72
UFPE	67
UFBA	41

Bioconsultoria Ambiental Ltda.

CENTRO-OESTE

Benefícios	217
Instituições	20

UnB	92
UFG	52
UFMS	29
UFMT	16
EMBRAPA	5

Terra Santa Agro S.A.

SUL

Benefícios	815
Instituições	44

UFRGS	261
UFSC	106
UFPR	87
UEPG	67
UEM	58

Braskem

Fundação Oswaldo Cruz

Empresa(s) destaque na realização de pesquisas utilizando as instalações abertas

SUDESTE

Benefícios	5859
Instituições	153

UNICAMP	1478
USP	1414
UNESP	529
UFSCAR	335
UFRRJ	298

Panasonic
 EMBRAER - Empresa Brasileira de Aeronáutica
 Petrobras
 Incor - Instituto do Coração
 A. C. Camargo Câncer Center
 Centro Infantil Boldrini
 Hospital Israelita Albert Einstein
 Hospital Sírio-Libanês



BENEFICIÁRIOS DE PESQUISAS REALIZADAS NAS INSTALAÇÕES ABERTAS DO CNPEM

Abrangência internacional dos beneficiários de pesquisas externas atendidas em instalações abertas do CNPEM, entre os anos de 2012 e 2022. Os beneficiários são pesquisadores que utilizaram diretamente e/ou integram o grupo de pesquisa que utilizaram as instalações abertas do CNPEM. Nesse mapa, é mostrado o número de beneficiários nos países da América Latina e o número de instituições de ensino, pesquisa e empresas - que tiveram suas propostas atendidas pelo Centro. Já os dados dos demais países podem ser encontrados na tabela

CNPEM E A COLABORAÇÃO CIENTÍFICA NA AMÉRICA LATINA

Diversas instalações do CNPEM são únicas na América Latina, como a fonte de luz síncrotron Sirius, e o parque de microscopia, que oferece técnicas avançadas de criomicroscopia. Ao longo dos anos, o Centro estreita laços com os países mais próximos. Como resultado, a Argentina é o país estrangeiro que mais utilizou as instalações abertas, inclusive a partir de acordos formais de colaboração com o *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)* do país.

O CNPEM também integra o *Centro de Biología Estructural del Mercosur (CeBEM)*, rede composta por grupos de pesquisa de instituições do Uruguai, Paraguai, Argentina e do Brasil.

PAÍS	BENEFICIÁRIOS	INSTITUIÇÕES
Alemanha	55	20
Arábia Saudita	7	1
Austrália	9	5
Bulgária	1	1
Bélgica	3	3
Canadá	16	6
China	1	1
Dinamarca	4	2
Egito	1	1
Espanha	33	18
Estados Unidos	75	33
Federação Russa	10	4
Finlândia	6	2
França	60	24
Grã-Bretanha	23	11
Holanda	8	4
Itália	17	7
Japão	7	5
Luxemburgo	1	1
Noruega	11	2
Portugal	15	4
República Tcheca	2	2
Suécia	15	5
Suíça	1	1
Tailândia	2	1
Taiwan	3	2
África do Sul	20	3
Áustria	1	1
Índia	3	3





TOTAL DE ARTIGOS PUBLICADOS PELOS BENEFICIÁRIOS EXTERNOS E/OU PESQUISADORES DO CNPEM

Abrangência regional dos autores dos artigos publicados por beneficiários das instalações abertas e/ou pesquisadores do CNPEM entre os anos 2012 e 2022.

Nesse mapa são mostradas as somas de artigos e as instituições, de ensino ou pesquisa a que os autores estão vinculados, distribuídos por Região.



NORTE

Artigos	87
Instituições	20
<hr/>	
UFPA	33
UFAM	31
INPA	12
UFOPA	7
IFPA	4

NORDESTE

Artigos	526
Instituições	52
<hr/>	
UFS	142
UFC	106
UFPE	92
UFRN	54
UFBA	48

CENTRO-OESTE

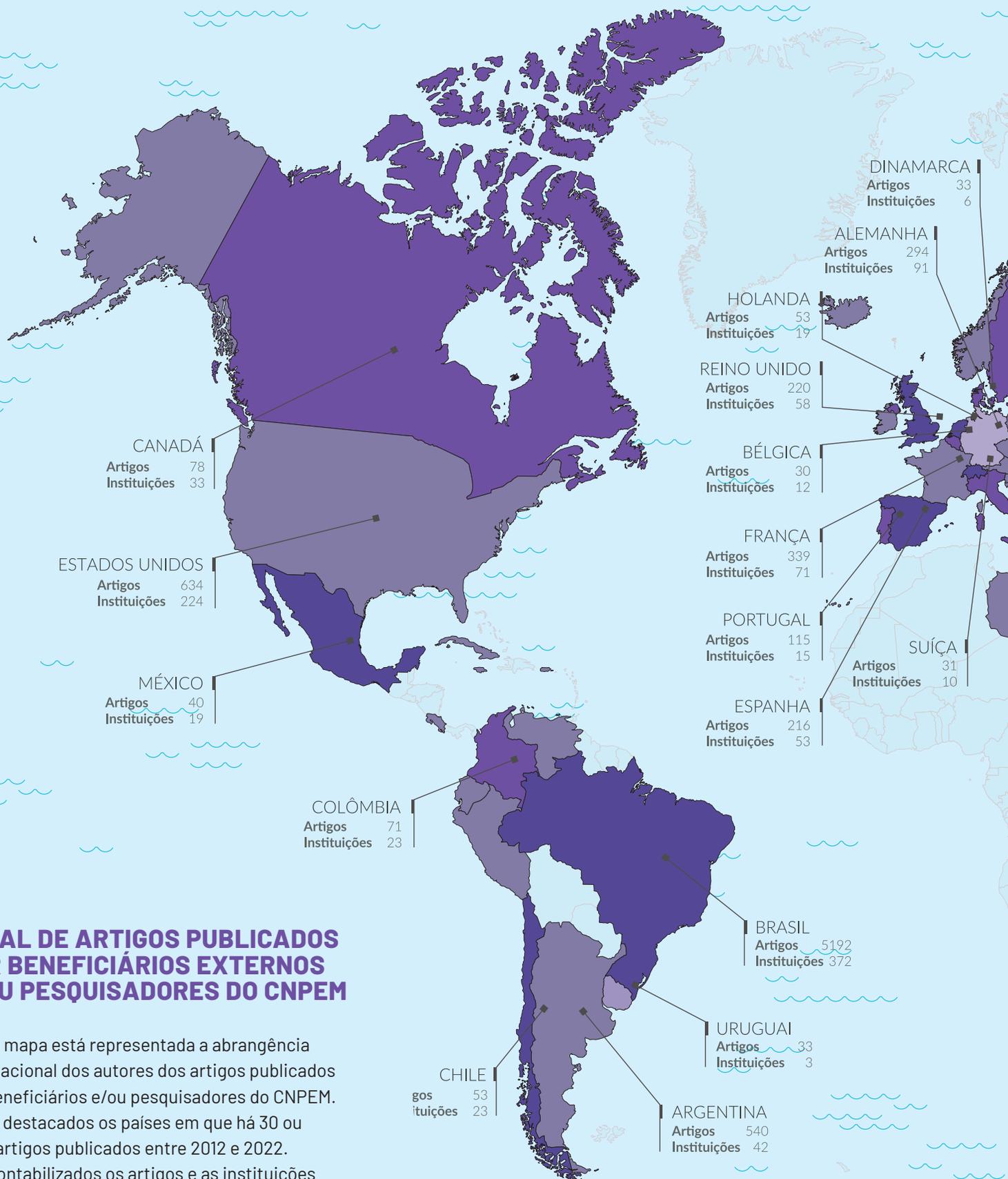
Artigos	430
Instituições	27
<hr/>	
EMBRAPA	127
UnB	116
UFG	79
UFMT	41
UFMS	34

SUDESTE

Artigos	4533
Instituições	214
<hr/>	
UNICAMP	1629
USP	1582
UNESP	639
UFSCAR	459
UFRJ	301

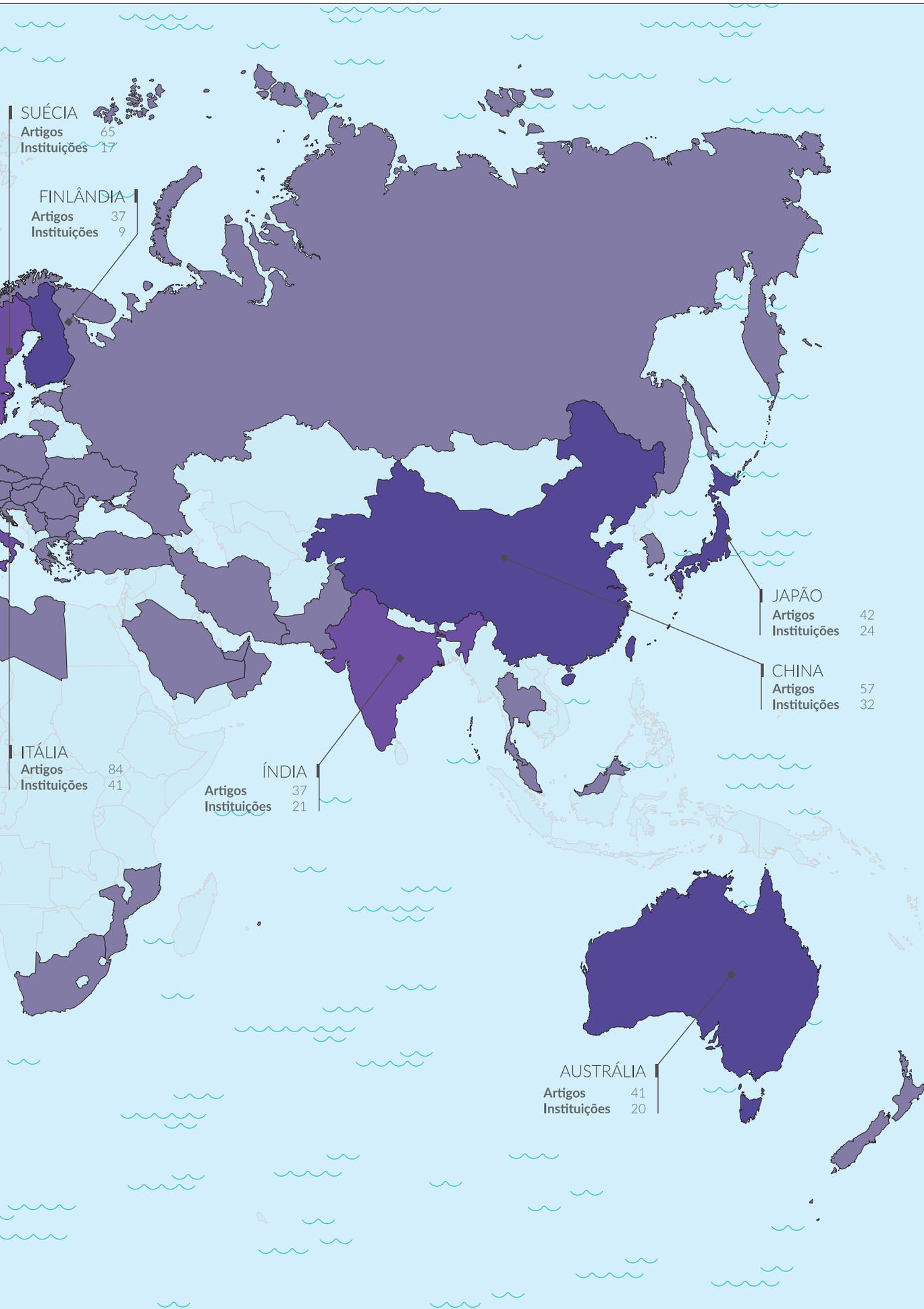
SUL

Artigos	790
Instituições	54
<hr/>	
UFRGS	293
UFPR	156
UFSC	125
UEM	49
UEPG	40



TOTAL DE ARTIGOS PUBLICADOS POR BENEFICIÁRIOS EXTERNOS E/OU PESQUISADORES DO CNPEM

Neste mapa está representada a abrangência internacional dos autores dos artigos publicados por beneficiários e/ou pesquisadores do CNPEM. Estão destacados os países em que há 30 ou mais artigos publicados entre 2012 e 2022. São contabilizados os artigos e as instituições a que os autores estão vinculados.



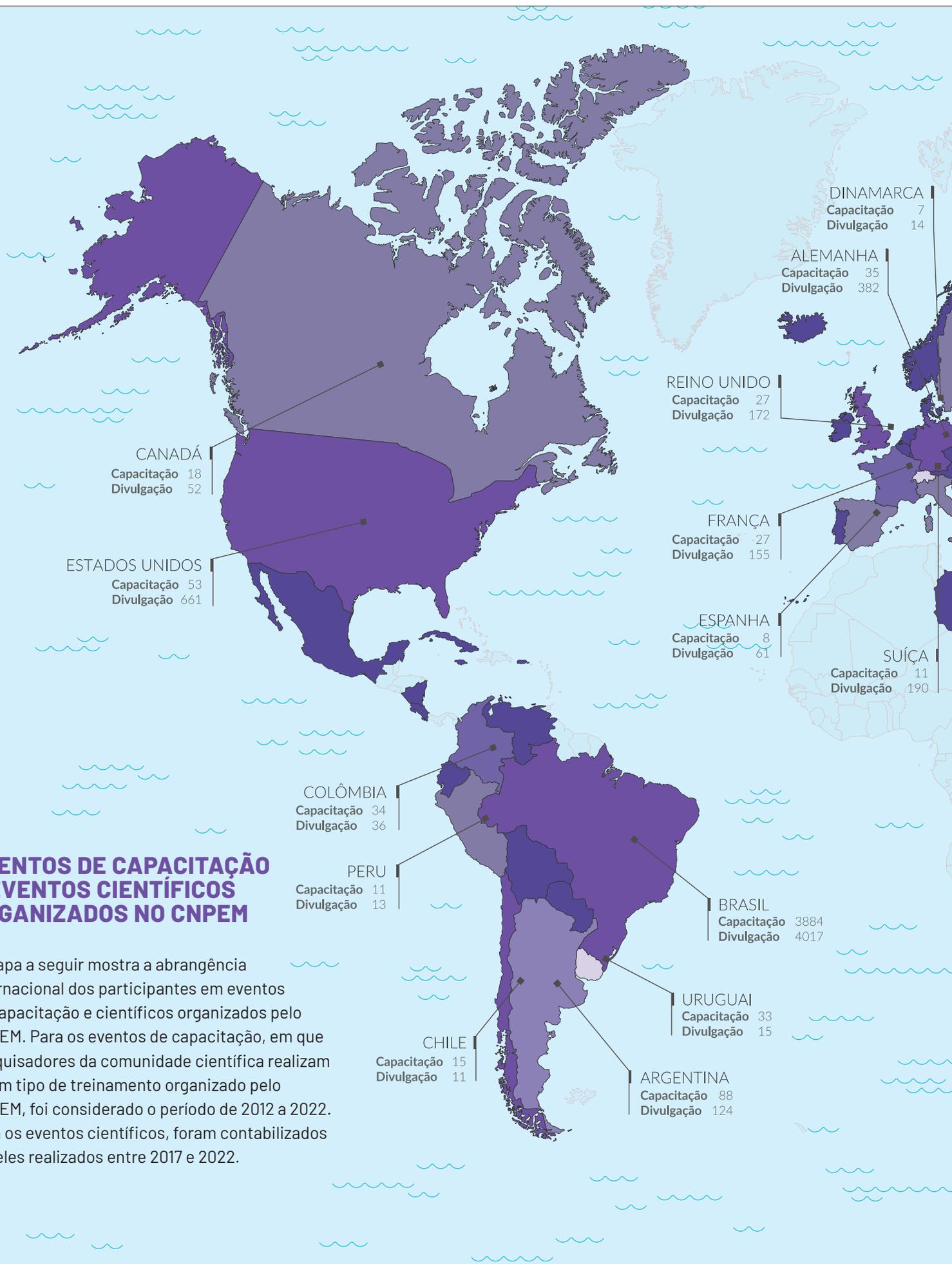


PARTICIPANTES DE EVENTOS CIENTÍFICOS E DE CAPACITAÇÃO ORGANIZADOS PELO CNPEM

Uma das frentes de atuação do CNPEM é a promoção da capacitação e qualificação de pesquisadores de diversos níveis de formação, contribuindo para a formação da Base de Conhecimento dentro Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI). O mapa a seguir mostra a abrangência regional dos participantes em eventos de capacitação e científicos organizados pelo CNPEM.

Para os eventos de capacitação, em que pesquisadores da comunidade científica realizam algum tipo de treinamento organizado pelo CNPEM, foi considerado o período de 2012 a 2022. Enquanto para os eventos científicos, foram contabilizados aqueles realizados entre 2017 e 2022.





EVENTOS DE CAPACITAÇÃO E EVENTOS CIENTÍFICOS ORGANIZADOS NO CNPEM

O mapa a seguir mostra a abrangência internacional dos participantes em eventos de capacitação e científicos organizados pelo CNPEM. Para os eventos de capacitação, em que pesquisadores da comunidade científica realizam algum tipo de treinamento organizado pelo CNPEM, foi considerado o período de 2012 a 2022. Para os eventos científicos, foram contabilizados aqueles realizados entre 2017 e 2022.





ações educacionais do CNPEM

Um dos eixos de atuação do CNPEM é a formação e capacitação contínua de pesquisadores e recursos humanos e as ações de divulgação ao público amplo. Essa frente se estende ao público não especializado em ciência, por meio de ações de divulgação científica e ensino, por meio de visitas ao campus, treinamento de Professores, Bacharelado de Ciência e Tecnologia da Ilum, programas para estudantes, dentre outros.

ILUM ESCOLA DE CIÊNCIA

A Ilum é uma escola de ensino superior interdisciplinar em Ciência e Tecnologia com um modelo de ensino inovador, em que o aluno é protagonista da sua formação. Ensino superior de excelência, em período integral, gratuito e com imersão no ambiente de pesquisa do CNPEM desde o primeiro semestre do curso. É assim que a Ilum pretende formar os futuros cientistas do nosso País.

PROGRAMA BOLSAS DE VERÃO

Realizado desde 1992, o Programa Bolsas de Verão (PBV) é destinado a estudantes de graduação universitária das áreas de Ciências Exatas e da Terra e Ciências Biológicas e da Saúde de instituições localizadas em países da América Latina e Caribe. Os estudantes selecionados ficam imersos no CNPEM, durante as férias, para desenvolver projetos de pesquisa interdisciplinares, propostos por pesquisadores do CNPEM.

PROGRAMA INSTITU- CIONAL DE VISITAS

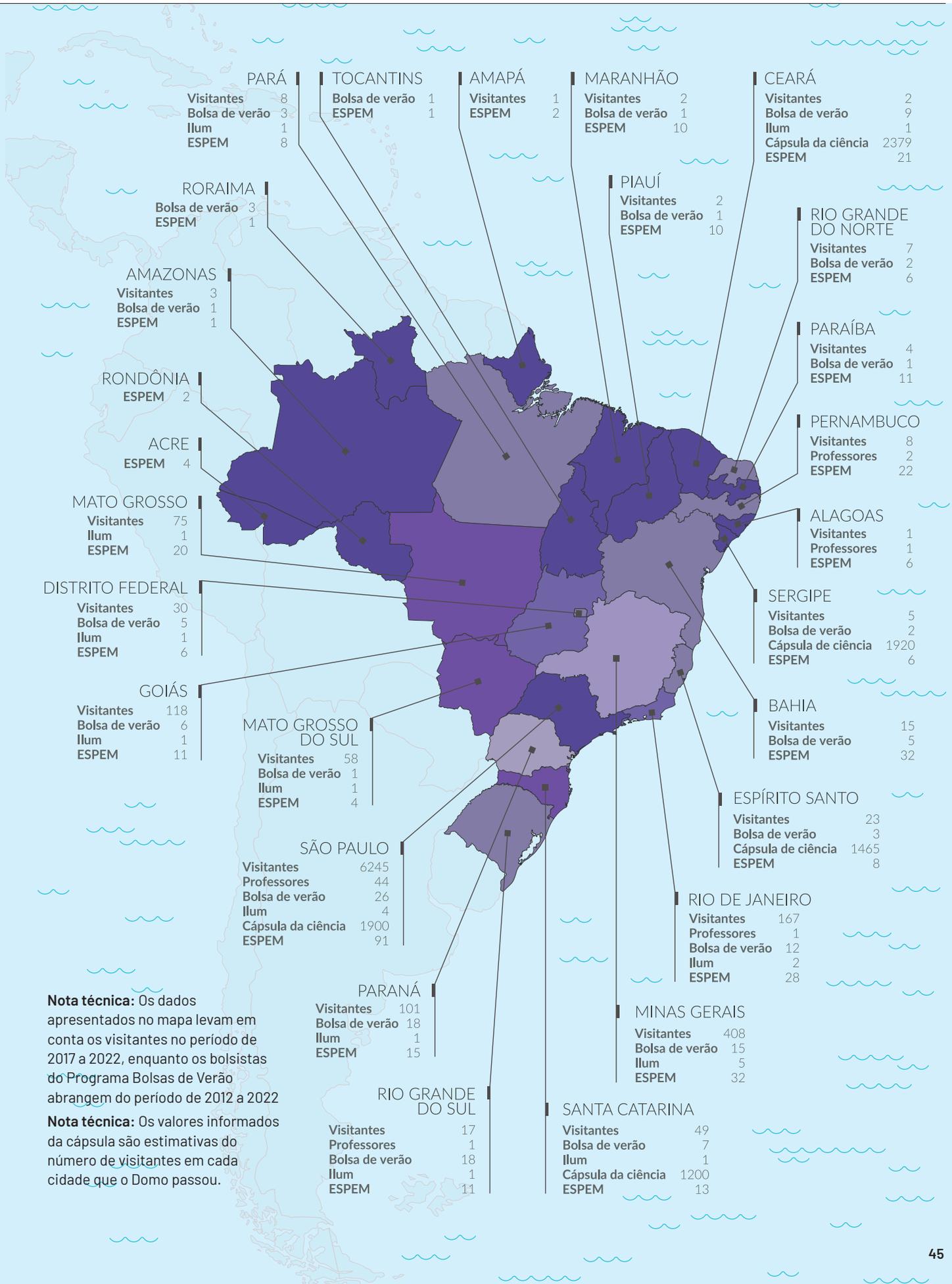
O CNPEM mantém um programa regular de visitação ao seu campus. O programa tem como objetivos: inspirar a entrada de jovens em carreiras científicas e tecnológicas; divulgar o CNPEM, enquanto uma instituição de referência do fazer científico; aproximar o Centro de potenciais usuários de suas instalações abertas e despertar sentimentos de pertencimento, orgulho e reconhecimento da ciência feita no Brasil.

ESCOLA SIRIUS PARA PROFES- SORES DO ENSINO MÉ- DIO (ESPEM)

Professores de física, química e biologia das redes de ensino municipal, estadual, federal ou privada visitam o campus do CNPEM por uma semana e passam por uma experiência de imersão nas atividades de pesquisa e de desenvolvimento no Sirius. Professores de todo o País são selecionados para, em seguida, levarem as ideias absorvidas durante a ESPEM às salas de aula onde atuam.

CÁPSULA DA CIÊNCIA

A Cápsula da Ciência foi um projeto itinerante do CNPEM, no qual um domo de 95 m² percorreu as cinco regiões do Brasil. Os visitantes passaram por uma experiência digital sobre as pesquisas que acontecem no Centro. A primeira atividade ocorreu de outubro a dezembro de 2022. Foram contabilizadas as estimativas de público das seguintes cidades visitadas: Gaspar (SC), Campinas (SP), Guarapari (ES), Lagarto (SE) e Quixeramobim (CE).



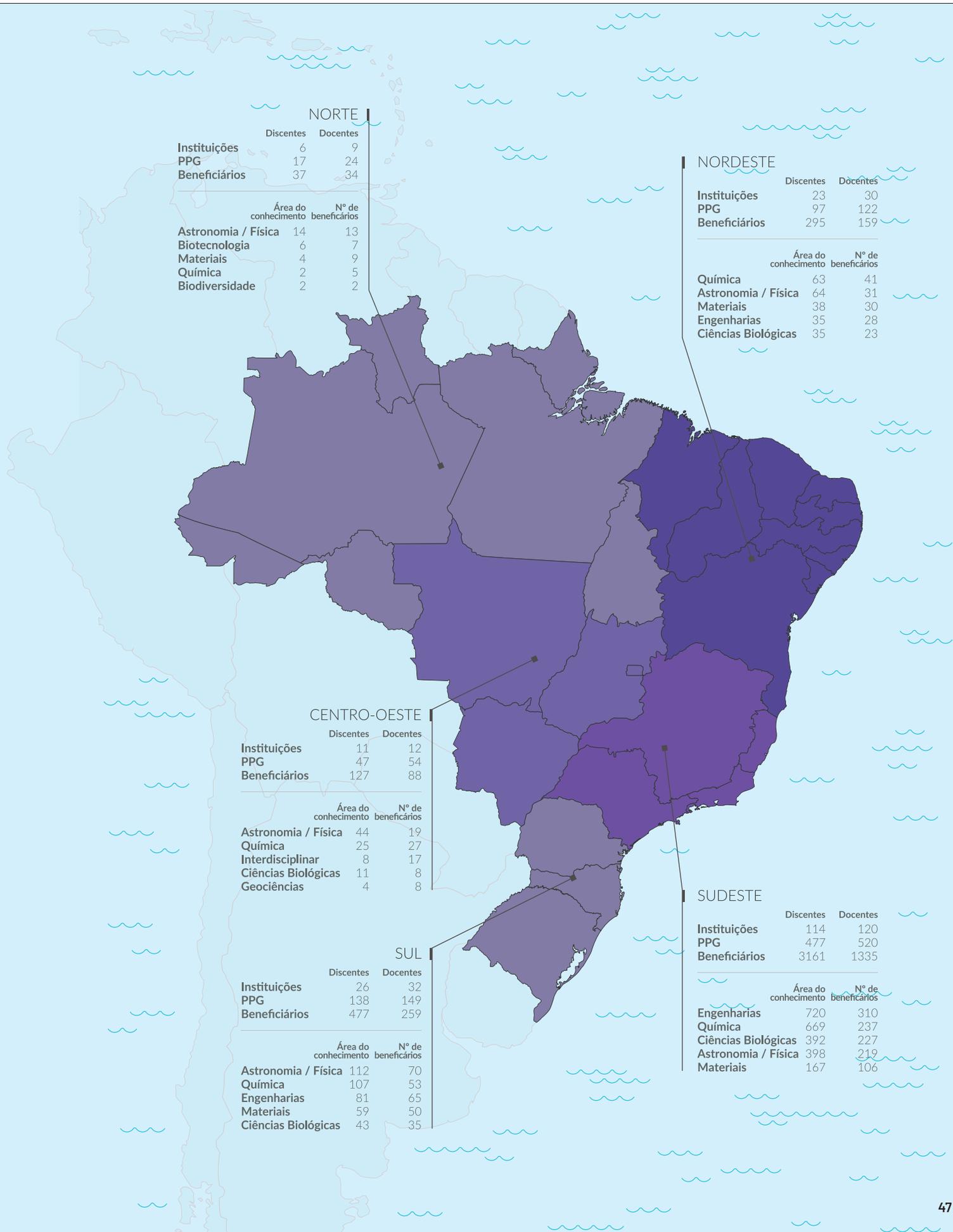
Nota técnica: Os dados apresentados no mapa levam em conta os visitantes no período de 2017 a 2022, enquanto os bolsistas do Programa Bolsas de Verão abrangem do período de 2012 a 2022

Nota técnica: Os valores informados da cápsula são estimativas do número de visitantes em cada cidade que o Domo passou.



CONTRIBUINDO COM A PÓS-GRADUAÇÃO BRASILEIRA

O sistema de Pós-Graduação brasileiro é reconhecido por sua relevante atuação nas áreas de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Discentes e docentes de todo País encontram nas instalações abertas do CNPEM condições para realizar análises que impulsionam essa frente de ação. O mapa representa a distribuição regional dos beneficiários das instalações abertas do CNPEM vinculados a programas de pós-graduação no País, assim como suas instituições, Programas de Pós-Graduação (PPGs) e grandes áreas do conhecimento.



NORTE

	Discentes	Docentes
Instituições	6	9
PPG	17	24
Beneficiários	37	34

	Área do conhecimento	Nº de beneficiários
Astronomia / Física	14	13
Biotecnologia	6	7
Materiais	4	9
Química	2	5
Biodiversidade	2	2

NORDESTE

	Discentes	Docentes
Instituições	23	30
PPG	97	122
Beneficiários	295	159

	Área do conhecimento	Nº de beneficiários
Química	63	41
Astronomia / Física	64	31
Materiais	38	30
Engenharías	35	28
Ciências Biológicas	35	23

CENTRO-OESTE

	Discentes	Docentes
Instituições	11	12
PPG	47	54
Beneficiários	127	88

	Área do conhecimento	Nº de beneficiários
Astronomia / Física	44	19
Química	25	27
Interdisciplinar	8	17
Ciências Biológicas	11	8
Geociências	4	8

SUL

	Discentes	Docentes
Instituições	26	32
PPG	138	149
Beneficiários	477	259

	Área do conhecimento	Nº de beneficiários
Astronomia / Física	112	70
Química	107	53
Engenharías	81	65
Materiais	59	50
Ciências Biológicas	43	35

SUDESTE

	Discentes	Docentes
Instituições	114	120
PPG	477	520
Beneficiários	3161	1335

	Área do conhecimento	Nº de beneficiários
Engenharías	720	310
Química	669	237
Ciências Biológicas	392	227
Astronomia / Física	398	219
Materiais	167	106



Rumos para a pesquisa



*Laboratórios
Abertos*





Instalações Abertas & Programa de Usuários

O Programa de Usuários do CNPEM fornece acesso a instalações laboratoriais para realização de experimentos, coletas de dados e de imagens em infraestruturas de última geração, sem custos, a membros da comunidade científica brasileira e internacional.





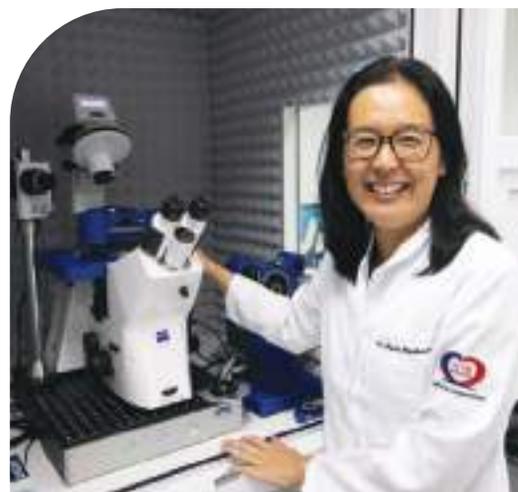
O QUE É UMA INSTALAÇÃO ABERTA?

Instalação aberta é um ambiente que disponibiliza **equipamentos de alta complexidade tecnológica sem custos a pesquisadores e estudantes** do mundo todo e de qualquer instituição de pesquisa e/ou ensino. Neste modelo, técnicas experimentais no estado da arte são ofertadas juntamente com as condições necessárias para a realização de análises: insumos laboratoriais e corpo técnico altamente especializado para apoiar o desenvolvimento de pesquisas. Em contrapartida ao uso das instalações abertas, usuários e beneficiários devem publicar os resultados de seus trabalhos na literatura científica, disseminando conhecimento. Ambientes propícios à cooperação científica, as instalações colaboram ainda para a formação de recursos humanos em institutos de pesquisa e ensino.

O QUE É O PROGRAMA DE USUÁRIOS?

É um conjunto de ações que visam atender e capacitar pesquisadores externos, auxiliando-os na realização de suas pesquisas nas instalações do CNPEM. Além do **acesso à infraestrutura e ao suporte especializado**, o Centro ainda promove eventos científicos e de capacitação, voltados aos beneficiários das instalações abertas, com foco nas técnicas experimentais disponibilizadas no Campus.

Com parque de equipamentos e competências no estado da arte da produção científica nacional e internacional, atualmente **o CNPEM possui o Programa de Usuários mais multidisciplinar no Brasil**, contribuindo anualmente para pesquisas científicas em diversas áreas e para o avanço tecnológico do país.



A usuária Ayumi Aurea Miyakawa, pesquisadora do Laboratório de Genética e Cardiologia Molecular no Instituto do Coração (InCor) na instalação de Microscopia de Força atômica



COMO UM PESQUISADOR ACESSA AS INSTALAÇÕES ABERTAS?

Quando o pesquisador externo possui uma hipótese científica e necessita do **parque de equipamentos do CNPEM** para realizar experimentos que o auxiliem na busca por respostas, pode submeter uma proposta de pesquisa na plataforma do Serviço de Apoio aos Usuários (SAU), de acordo com a agenda de chamadas das instalações abertas do Centro. As propostas seguem um fluxo de avaliação (vide quadro) e quando aprovadas dão aos pesquisadores acesso às instalações abertas.

Informações sobre as instalações, datas de submissão de propostas de pesquisa e outros detalhes sobre as instalações abertas podem ser conferidas nos websites institucionais.

COMO É O SUPORTE OFERECIDO PELO CNPEM?

O suporte inicia-se na orientação dos pesquisadores durante o processo de submissão de propostas e se encerra após a realização dos experimentos por meio de apoio especializado no tratamento e interpretação dos dados obtidos. O acesso ao CNPEM pelos beneficiários é livre de pagamento e com possibilidade de recebimento de auxílio para transporte, alojamento e refeição durante a sua visita ao Centro. Em 2018 foram concedidos 454 auxílios para pesquisadores nacionais e 70 para pesquisadores da América Latina, totalizando 524 auxílios.

Auxílios

Em 2018
Pré-pandemia

454

pesquisadores
nacionais

70

pesquisadores da
América Latina

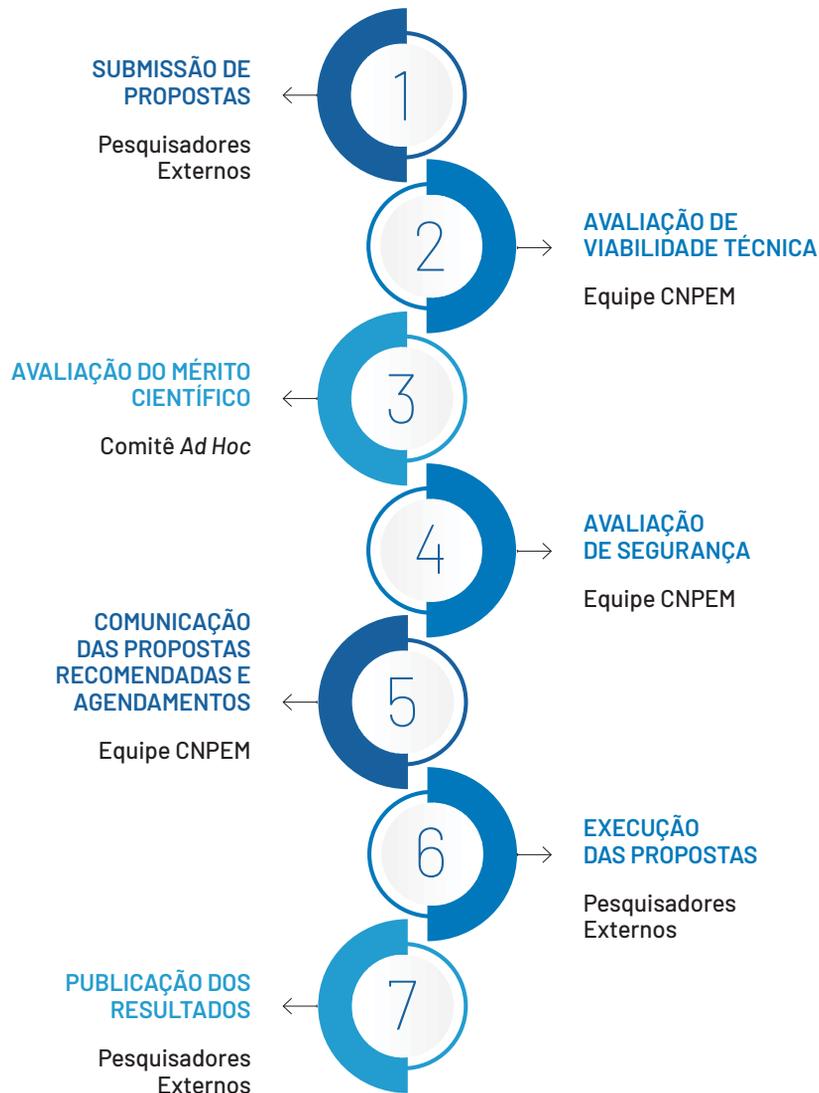




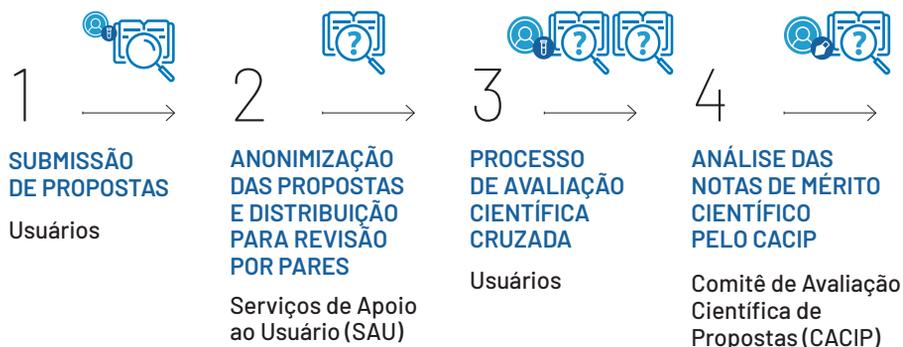
COMO AS PROPOSTAS DE PESQUISA SÃO AVALIADAS?

A avaliação das propostas de pesquisas é uma parte fundamental do Programa de Usuários do CNPEM. É a porta de entrada dos beneficiários, e visa garantir lisura e transparência no processo de seleção das propostas que serão executadas no Centro. Atualmente há dois modos principais de avaliação, o primeiro é realizado através de comitês formados por pesquisadores da comunidade científica, e o segundo através de comitês formados potencialmente por pesquisadores que submeteram propostas.

No modo de **avaliação com comitê Ad Hoc**, formado por pesquisadores externos experientes, primeiramente as propostas são avaliadas pela equipe interna para garantir viabilidade técnica de acordo com as aptidões das instalações, posteriormente são avaliadas pelo comitê *Ad Hoc* e as propostas com maior mérito científico seguem para a avaliação de segurança. Após aprovação em todos os comitês, os beneficiários são comunicados, executam as suas propostas e publicam os resultados em revistas científicas.



O Sirius, em sua chamada do primeiro ciclo, está implementando um fluxo de avaliação de propostas baseado em **análise "duplo-cego"**, ou seja, quem revisa a proposta de pesquisa não tem informações sobre quem a submeteu, sua origem etc. Nesse modo, todos os proponentes são potenciais revisores das propostas, aumentando o número de revisores de cada proposta.



CENSO DE USUÁRIOS

Em 2022 o Serviço de Apoio ao Usuário realizou um censo com pesquisadores que já utilizaram as instalações do CNPEM. 376 pessoas, além de usuários que atuam no CNPEM, responderam de forma online a um questionário e informações importantes sobre o perfil do público acadêmico externo atendido pelo Centro foram reunidas.

Aproximadamente 45% dos respondentes são professores universitários e 18% são estudantes de pós-graduação.

As áreas de pesquisa predominantes entre os usuários que responderam ao censo de 2022 são Ciências Exatas (51%), Engenharias (22%) e Ciências Biológicas (17%).

41,44% dos 376 respondentes receberam auxílio de transporte, estadia e/ou alimentação para vir ao CNPEM e utilizar as instalações.



Dos 177 respondentes que receberam auxílio, 80% consideraram os subsídios determinantes para a execução de suas propostas. O CNPEM oferece auxílios principalmente aos usuários do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron e do Laboratório Nacional de Nanotecnologia, que contam com ferramentas únicas na América Latina. Beneficiários do estado de São Paulo não estão aptos a solicitar o auxílio, dessa forma, as 141 pessoas que consideram o suporte determinante são oriundas de outros estados do Brasil, e só puderam realizar as suas pesquisas devido a disponibilização de reembolso para transporte, estadia no alojamento do CNPEM e de refeições oferecidas durante a sua permanência no campus.



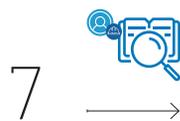
CLASSIFICAÇÃO DAS PROPOSTAS

Comitê de alocação de tempo de linha



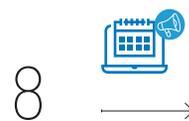
AValiação DE VIABILIDADE TÉCNICA

Coordenadores das linhas



AValiação DE SEGURANÇA

Áreas de segurança



COMUNICAÇÃO DAS PROPOSTAS RECOMENDADAS E AGENDAMENTO

Serviços de Apoio ao Usuário (SAU)



EXECUÇÃO DAS PROPOSTAS

Usuários



PUBLICAÇÃO DOS RESULTADOS

Usuários



Instalações

Abertas: números da atuação do CNPEM no período de 2012 a 2022

Nos últimos dez anos, o CNPEM atendeu





Os números totais e média do período foram consideravelmente afetados pela pandemia de Covid-19 nos anos de 2020 e 2021, devido à restrição de circulação de pessoas. Como forma de minimizar os danos às pesquisas, o CNPEM criou um modelo de atendimento remoto de usuários através do envio de amostras pelo correio. Outro ponto que impactou o número de propostas atendidas, foi o descomissionamento da antiga fonte de luz síncrotron UVX, a partir de 2019. A partir de 2022, com a retomada plena das atividades e o avanço do Projeto Sirius com a inauguração de novas linhas de luz, espera-se que atendimento de usuários supere o patamar observado nos últimos dez anos.

377.517

horas utilizadas nas instalações abertas

3.468

artigos publicados pelos beneficiários externos das instalações

Diversos pesquisadores que utilizam as instalações do CNPEM costumam retornar ao Centro para realizar novas propostas, enquanto muitos outros são atendidos pela primeira vez a cada ano. Em média, 39% dos pesquisadores externos de cada ano se beneficiaram das instalações do CNPEM pela primeira vez.

A cada ano o CNPEM atende propostas de milhares de pesquisadores. Em média, nos últimos dez anos, foram atendidas 792 propostas que beneficiaram 1574 pesquisadores/ano.



Contribuindo com a Pós-Graduação brasileira

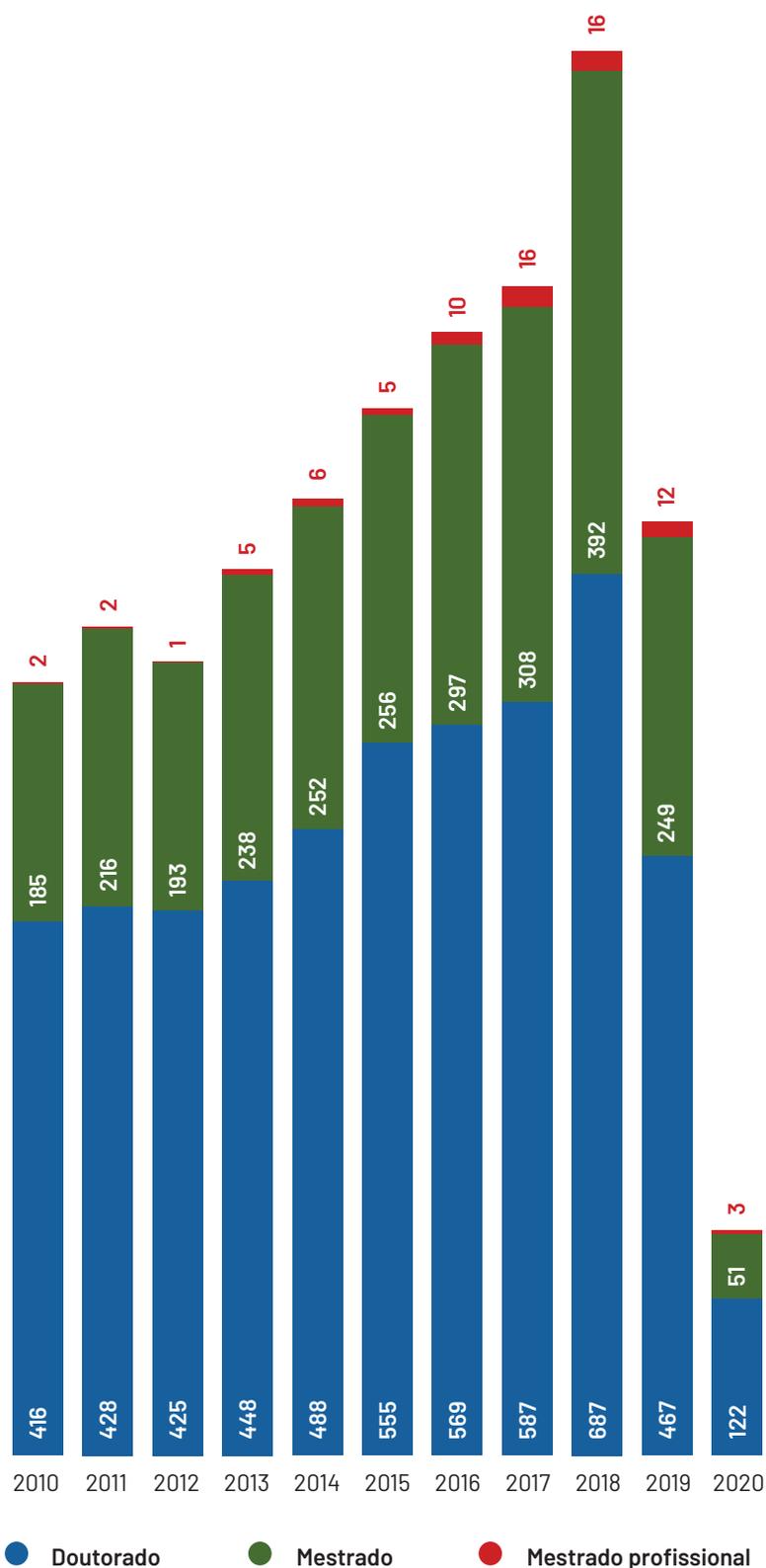
Uma importante forma de interação do CNPEM com os atores do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação se dá através da disponibilização de instalações abertas para a condução das pesquisas de discentes de mestrado e doutorado. Continuamente, o Centro busca ampliar o **acesso dos pesquisadores do Brasil à sua infraestrutura científica complexa e multitemática, atuando de forma complementar às estruturas existentes nas Universidades e, ao mesmo tempo, fornecendo um instrumental único para condução das pesquisas.** Ao acessar a estrutura do CNPEM, o pesquisador interage com os pares, com os pesquisadores internos do Centro e com os profissionais técnicos que fornecem apoio à condução dos experimentos e à análise dos dados. Essa interação também é um meio de desenvolver as competências

científicas nacionais e estabelecer a identidade e autonomia científica brasileira.

Durante o período de 2010 a 2020, 3956 alunos de mestrado e doutorado de todas as regiões brasileiras foram beneficiados com a realização de experimentos científicos nas instalações do CNPEM.

Estes pós-graduandos estavam matriculados em 769 programas de pós-graduação (PPG) das mais diversas áreas do conhecimento. No mesmo período, foram beneficiados pelo uso das instalações do CNPEM 1808 docentes ligados a 856 programas de pós-graduação brasileiros.

O gráfico ao lado demonstra a evolução anual dos beneficiários discentes no CNPEM com um crescimento de aproximadamente 80% no total de beneficiários discentes entre os anos de 2010 e 2018. No caso dos estudantes de mestrado houve um aumento de 112% nesse período.



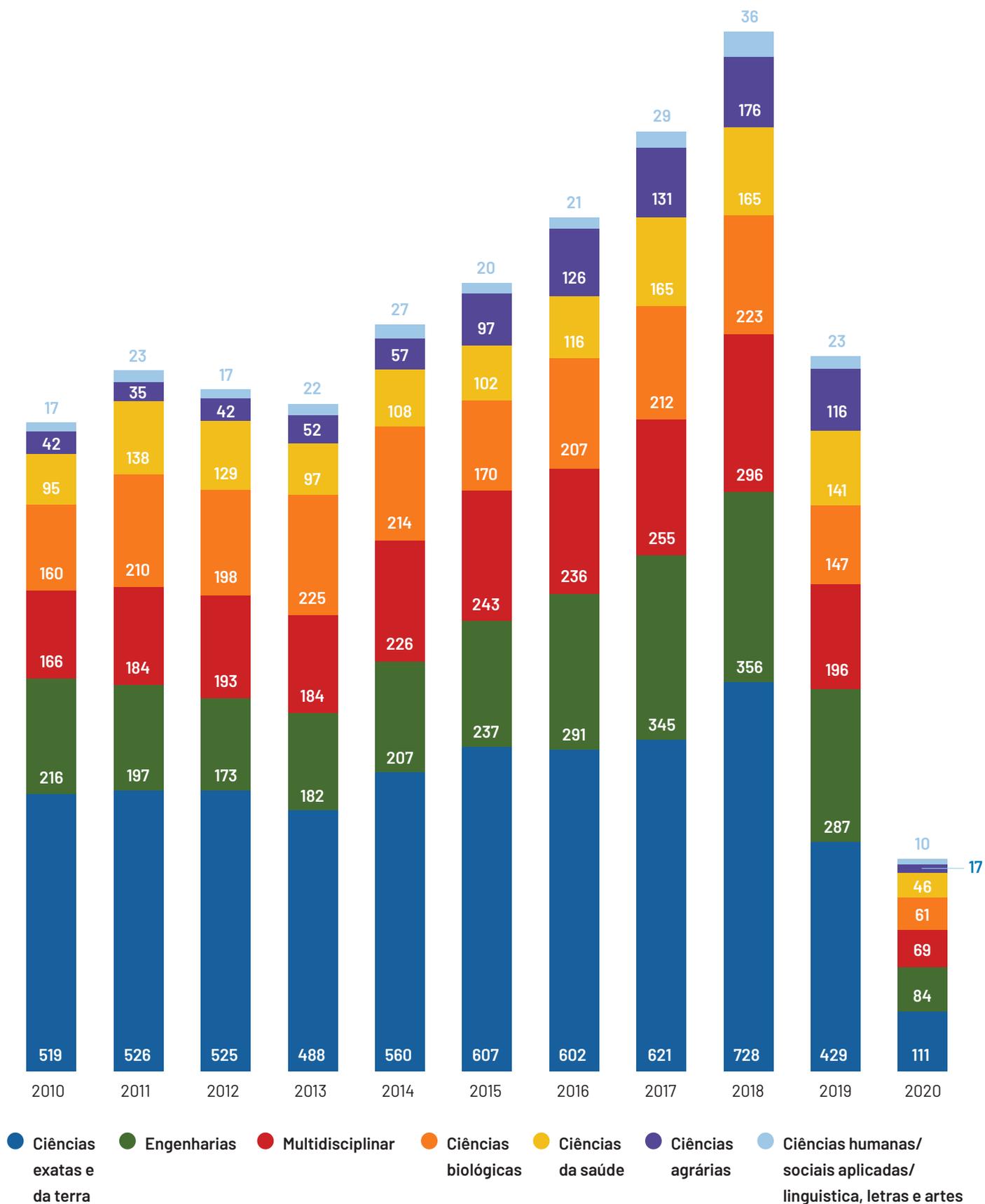
* Os dados apresentados nos gráficos levam em conta os beneficiários externos no período de 2010-2020, período disponibilizado no portal Dados Abertos CAPES



As técnicas e competências disponíveis no CNPEM possuem um potencial enorme de contribuição à pesquisa das mais diversas áreas.

Essa diversidade está evidente no gráfico que demonstra o número de beneficiários discentes e docentes vinculados aos Programas de Pós-Graduação que utilizaram as instalações do CNPEM, e suas respectivas áreas do conhecimento. A maior proporção de beneficiários está

vinculada às ciências exatas e da terra. Entretanto, observa-se um número expressivo de beneficiários vinculados a programas de pós-graduação de diversas as áreas, com destaque para engenharias, multidisciplinar, ciências biológicas e ciências da saúde.



*Os dados apresentados nos gráficos levam em conta os beneficiários externos no período de 2010-2020, período disponibilizado no portal Dados Abertos CAPES.



Elevando pesquisas a novos patamares

Como as técnicas
disponíveis no CNPEM
podem ser aplicadas
em diferentes projetos.

DESTAQUES DE PESQUISAS DE USUÁRIOS EXTERNOS EXECUTADAS NO CNPEM

ENERGIA

TÍTULO DA PROPOSTA:

Imagens de absorção química de raios-X de materiais catódicos sob condições cíclicas realistas para pesquisa de baterias de íons de lítio: FLP e LMNO.

PESQUISADOR:

Prof. Dr. Felix G. Requejo

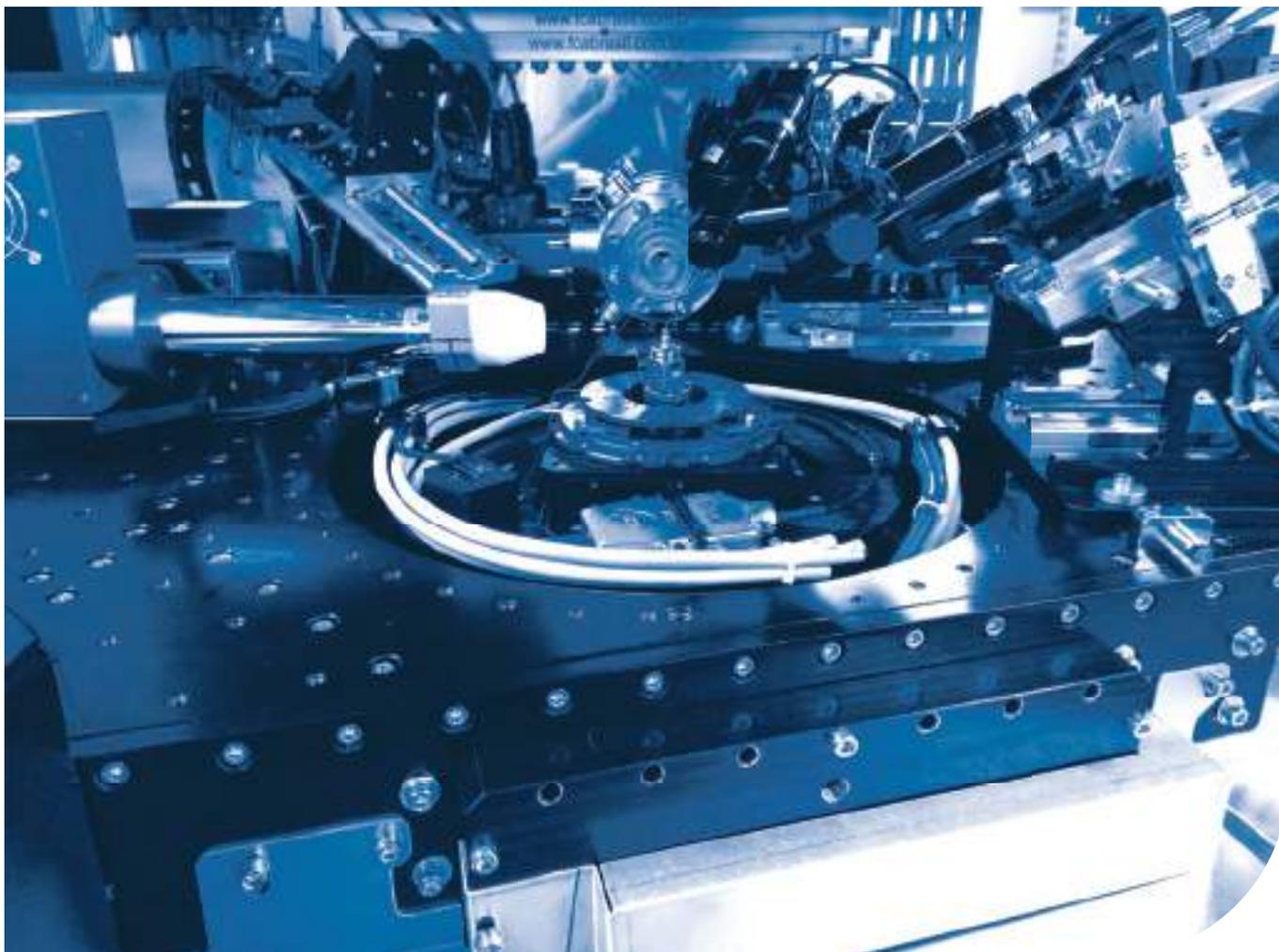
INSTITUIÇÃO:

Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas, Argentina.

O QUE USOU:

Linha de Luz Carnáuba

Baterias de íons de lítio estão presentes em praticamente todos os equipamentos portáteis que usamos diariamente, como: smartphones, caixas de som bluetooth, câmeras fotográficas e de vídeo, carros, motocicletas. A indústria aeronáutica já desenvolve novos aviões utilizando motores elétricos com auxílio de baterias de íons de lítio.



Um dos problemas dessas baterias é a quantidade de ciclos de carga e descarga que elas suportam até perder a eficiência. Nesse projeto realizado na linha de Luz Carnaúba, os pesquisadores estudaram o estado químico de elementos como ferro, manganês e níquel, presentes nas baterias de íons de lítio. Esses elementos, incorporados à bateria de íons de lítio desenvolvida por

esses pesquisadores, podem sofrer processos químicos durante os ciclos de carga e descarga da bateria. O grau de oxidação desses metais é diretamente relacionado à capacidade de reter a carga, assim, caso haja uma diminuição da eficiência da bateria, através dessa análise esses fatores podem ser avaliados. Os materiais desenvolvidos pelos pesquisadores

foram analisados em uma célula eletroquímica desenvolvida pela equipe da linha de luz, onde foi medido com resolução de 200 nm (nanômetros) e com imagens de XANES na condição "in operando", ou seja, durante o processo de carga e descarga, para determinar a estabilidade química e os mecanismos de difusão do lítio durante diversos estados de carga.



CIÊNCIAS DA SAÚDE

TÍTULO DA PROPOSTA:

Imagens coerentes de raios-X para revelar o impacto da Crp3 na organização da MEC vascular.

PESQUISADORA:

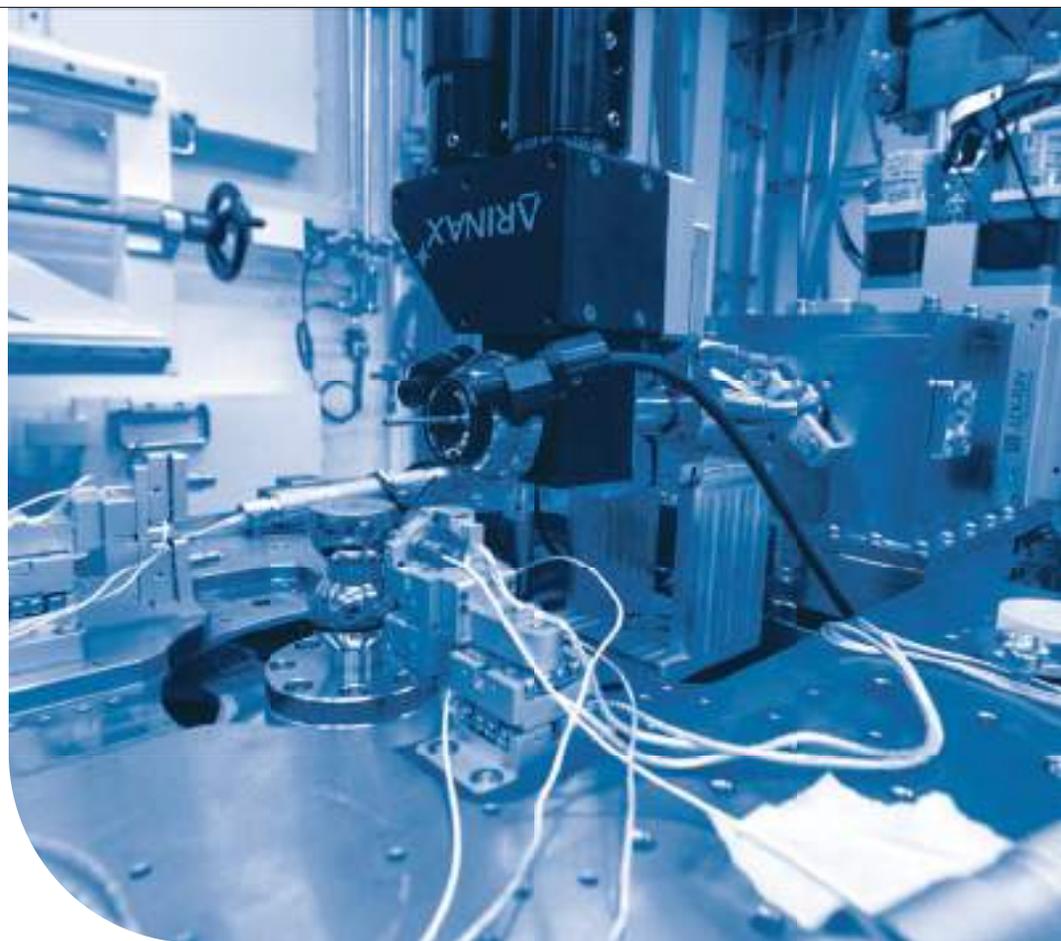
Profa. Dra. Ayumi Aurea Miyakawa

INSTITUIÇÃO:

Universidade de São Paulo – USP.

O QUE USOU:

Linha de Luz Cateretê



A compreensão de mecanismos que podem levar a doenças cardiovasculares é um fator importante para humanidade, visto que há registro de 17,9 milhões de mortes causadas por esses tipos de doenças, valor que corresponde a 32% do total de mortes registradas no mundo todos os anos. Nessa proposta, os pesquisadores realizaram imagens de raios X na linha de Luz Cateretê de ratos selvagens e ratos com carência de proteínas no tipo Crp3 (Crp3-KO) que determina a capacidade de contrações e na viscoelasticidade dos tecidos do coração, a sinalização dos pulsos eletroquímicos e o tamanho do órgão. As imagens adquiridas na linha de luz, em 3D

com alta resolução, permitem caracterizar a morfologia relacionada com a estrutura do colágeno (componente que dá a característica de coesão dos tecidos em nosso corpo) na parede vascular, auxiliando na compreensão referente à presença e ausência da proteína Crp3. Assim, futuramente,

novos tratamentos médicos de doenças cardiovasculares podem ser descobertos, salvando a vida de milhões de pessoas anualmente.

TÍTULO DA PROPOSTA:

Caracterização estrutural de espécies desamidadas de SARS CoV-2 Spike.

PESQUISADOR:

Dr. Leonardo Gabriel Alonso

INSTITUIÇÃO:

Universidad de Buenos Aires - Argentina.

O QUE USOU:

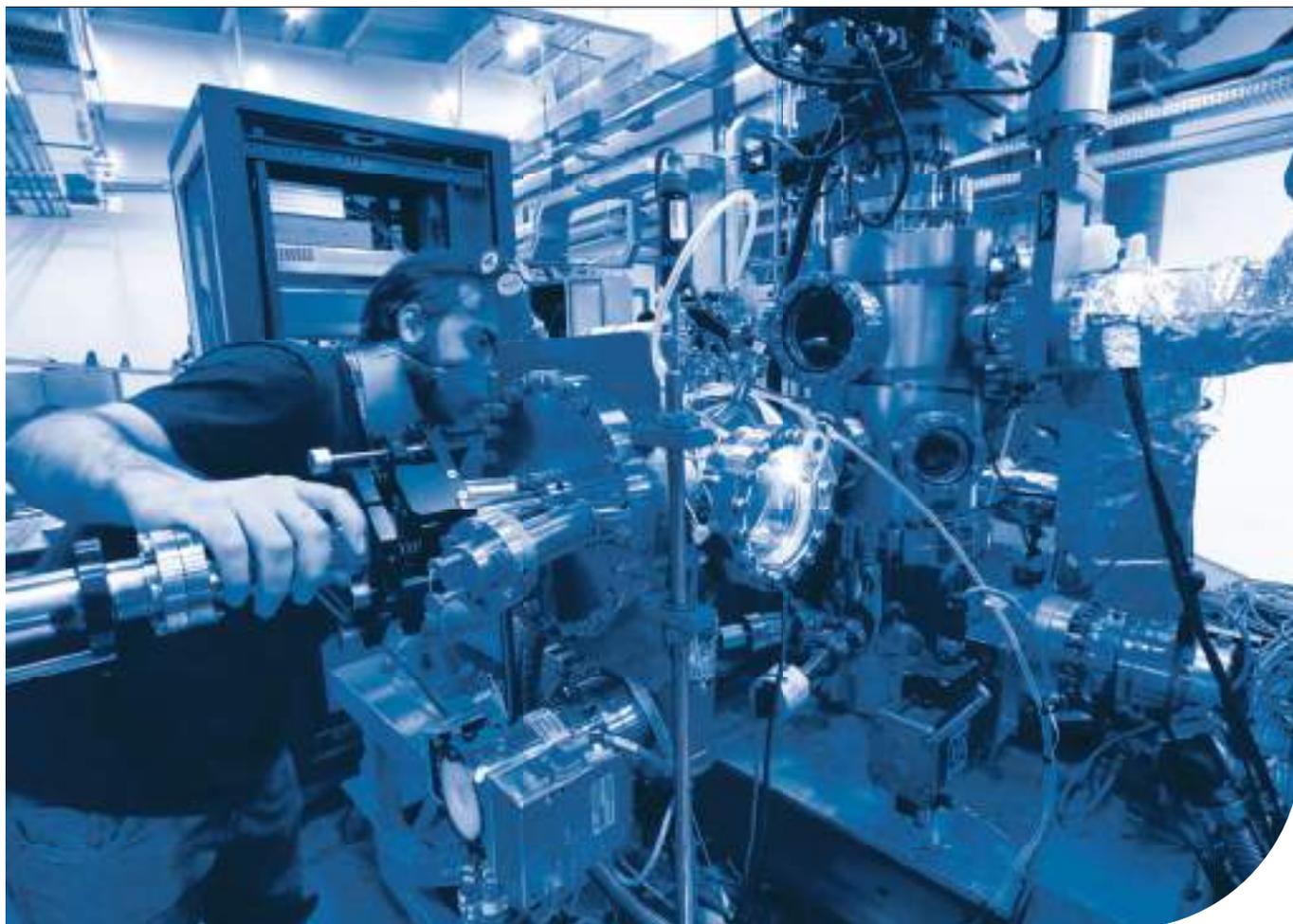
Criomicroscopia

A pandemia de COVID-19, que ainda nos acomete e já tirou a vida de milhões de pessoas, e segue ainda em estudo para melhor compreensão da ação do vírus no corpo humano, geração de vacinas e outros tratamentos.

Através de criomicroscopia eletrônica, pesquisadores estudam os mecanismos de infecção que contribuirão para a geração de alternativas e tratamentos que tornem a ação do coronavírus mais branda e facilmente combatida por nosso sistema imunológico.

Nessa proposta, o pesquisador busca elucidar como a proteína spike do coronavírus interage com receptores nas células dos hospedeiros, como a ACE2. Observou-se que, em locais onde ocorrem processos químicos de desamidação espontânea (perda de grupamentos amino, NH₂) a proteína spike do coronavírus é enriquecida, facilitando a entrada na célula hospedeira e replicando o seu material genético para sua multiplicação, o que aumenta a carga viral no hospedeiro.





ARMAZENAMENTO DE ENERGIA – MATERIAIS BIDIMENSIONAIS

TÍTULO DA PROPOSTA:

Investigação da influência da interface líquido-líquido na rota de formação de nanocompósitos bidimensionais MoS₂/GO and MoS₂/rGO através de técnicas espectroscópicas.

PESQUISADORA:

Maria Luiza Rocco Duarte Pereira

INSTITUIÇÃO:

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

O QUE VAI USAR:

Linha de luz Ipê

Desde a descoberta do grafeno e as suas excelentes propriedades, uma nova classe de materiais conhecida como materiais bidimensionais (2D) têm sido foco de pesquisa intensa devido as suas propriedades físicas e químicas singulares. Na busca por materiais mais eficientes, materiais nanocompósitos surgem devido aos possíveis efeitos sinérgicos causado pelas interações entre os diferentes componentes que podem resultar em diferenças nas propriedades físicas e químicas que permitem o ajuste fino ou a ativação de características para diferentes aplicações. Nesse caminho, o

projeto da pesquisadora e sua equipe é direcionado na influência da interface líquido-líquido na rota de formação de nanocompósitos de sulfeto de molibdênio MoS₂/GO e MoS₂/rGO (sendo GO o óxido de grafeno) para a aplicação de dispositivos de armazenamento energia. A técnica escolhida para a caracterização é a espectroscopia de fotoabsorção e de fotoemissão de elétrons, conhecida como XPS. A caracterização química, eletrônica e superficial desses novos materiais é fundamental para o desenvolvimento de materiais mais eficientes e promissores para aplicação em dispositivos de armazenamento de energia.

GEOLOGIA

TÍTULO DA PROPOSTA:

Raman visível nas inclusões minerais presas em um diamante super-profundo J1.

PESQUISADORA:

Fernanda Gervasoni

INSTITUIÇÃO:

UFPEL - Universidade Federal de Pelotas.

O QUE VAI USAR:

Linha de luz EMA

O manto da Terra é composto principalmente por rochas sólidas, ricas em silicatos. Estas rochas contêm diversos minerais incluindo também ferro, magnésio e outros elementos químicos. A evolução do manto da Terra é marcada pela fusão dessas rochas e por movimento das placas tectônicas. Uma das formas de compreender a evolução do manto da Terra é através do estudo da composição desses minerais, porém acessar o manto é impraticável devido às altas temperaturas. Porém, os diamantes super-profundos durante a sua formação podem capturar minerais do profundo

interior da Terra, sendo excelentes amostras para estudar a evolução do manto terrestre. As melhores técnicas para analisar essas inclusões são com métodos não destrutivos, como espectroscopia Raman, XRD e XAFS. Ambos os

métodos são complementares e fornecerão informações fundamentais para complementar os dados já estudados pela pesquisadora sobre as inclusões minerais presas dentro do Super Deep Diamond chamado J1.





MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

TÍTULO DA PROPOSTA:

Determinação de Zr e Ti em sílicas metalizadas por espectroscopia de energia dispersiva de raios X (EDS) acoplada à microscopia eletrônica de varredura (MEV).

PESQUISADORA:

Profa. Dra. Carla Grazieli Azevedo da Silva

INSTITUIÇÃO:

Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT

O QUE USOU:

Microscopia eletrônica de varredura

A remoção de poluentes orgânicos de ambientes aquáticos é uma demanda frequente em ambientes urbanos. Os dejetos lançados ilegalmente por indústrias, a falta de saneamento básico e a eliminação de fármacos no esgoto, após o consumo humano, eleva muito os gastos com o tratamento de efluentes. Em um mundo onde a perspectiva de acesso à água potável é cada vez menos inclusivo, o estudo em novos materiais sorventes, ou seja, que absorvem compostos, é essencial. Nesse projeto de pesquisa foram desenvolvidos através de modificação de sílica comercial (100 micrometros) compostos orgânicos de Zircônio, Titânio e um hidrocarboneto linear de 18 carbonos (C-18). Através da técnica de microscopia eletrônica de varredura, acoplada à espectroscopia de raios X de energia dispersiva (EDS), o teor dos metais incorporados e a morfologia dos materiais preparados foi mensurado. Esse material já demonstrou em fase laboratorial um grande desempenho de extração de poluentes orgânicos em efluentes, e os pesquisadores planejam depositar uma patente sobre o material preparado.

TÍTULO DA PROPOSTA:

Microplásticos em águas superficiais: bacias hidrográficas e impacto no meio ambiente.

PESQUISADORA:

Profa. Dra. Cassiana Carolina Montagner

INSTITUIÇÃO:

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

O QUE USOU:

Linha de Luz Imbuia



Atualmente, a humanidade é completamente dependente de materiais plásticos no dia a dia. Eles estão presentes em praticamente tudo que vemos e tocamos. Porém, o maior problema que enfrentamos com esse tipo de material é seu destino no meio ambiente. Com taxa de decomposição de algumas centenas de anos, os microplásticos (MP) são uma das maiores fontes de poluição do meio ambiente. Já existem muitas pesquisas realizadas mundialmente que são capazes de medir a influência dos microplásticos nos ecossistemas. Devido à cadeia alimentar da fauna

marinha, já é possível atestar que praticamente todos os peixes consumidos anualmente pela população possuem algum nível de microplásticos em seus tecidos. O consumo desses animais leva à incorporação dos microplásticos no corpo humano e ainda não se sabe as consequências para a saúde humana. Esse tipo de material possui dimensões microscópicas e pode acumular nos tecidos, alterando quimicamente os processos do corpo humano, gerando doenças, inflamações no fígado entre outras doenças que estão sendo monitoradas

por pesquisadores no mundo todo. O projeto realizado na linha de luz Imbuia visa caracterizar e quantificar MP em amostras de rios do estado de São Paulo e relacionar a poluição por MP com atividades resultantes da ação humana que ocorrem em duas bacias hidrográficas. Como o destino dessas bacias hidrográficas é o ambiente marinho e os berçários de animais marinhos em regiões de mangue, essa pesquisa é fundamental para a compreensão e prevenção de contaminação desses ambientes e por consequência as pessoas que se alimentam de animais marinhos.



MATERIAIS QUÍMICA ANALÍTICA

TÍTULO DA PROPOSTA:

Nano-titânia preta como potencial modificador de materiais usados na detecção fotoeletroanalítica de neurotransmissores.

PESQUISADORA:

Prof. Dra. Cristiane Luisa Jost

INSTITUIÇÃO:

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

O QUE USOU:

Microscopia Eletrônica de Transmissão



Neurotransmissores (NTs) são moléculas sintetizadas em nosso cérebro e possuem a função de biosinalização. São excretados pelos neurônios que afetam outras células nas sinapses, enviando informações e influenciando o funcionamento de órgãos do nosso corpo. O desequilíbrio de concentração dos NTs em nosso cérebro desencadeia diversos sintomas psiquiátricos e biológicos, assim o monitoramento e determinação dessas moléculas é muito importante para os diagnósticos de doenças

psiquiátricas e demais doenças que envolvem a sinalização neuronal. Nesse projeto os pesquisadores prepararam nanopartículas de titânia negra (TiO_2) para aplicações como sensores na detecção fotoeletroquímica dessas substâncias químicas secretadas em nosso cérebro. Essa técnica de detecção é

de baixo custo, podendo ser miniaturizada e de fácil produção. Dessa forma, os pesquisadores buscam compreender os efeitos de morfologia das partículas sintetizadas empregando a microscopia eletrônica de transmissão para se estabelecer relações de estrutura-atividade na fotodetecção desses compostos.

CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

TÍTULO DA PROPOSTA:

Proteínas vegetais de fontes não convencionais como ingredientes naturais e tecnológicos para aplicação em alimentos.

PESQUISADOR:

Prof. Dr. Luiz Henrique Fasolin

INSTITUIÇÃO:

Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

O QUE USOU:

Biofísica de Macromoléculas (MAC)

PANCs ou plantas alimentícias não convencionais, são vegetais que têm surgido como alternativa principalmente para pessoas que optam por não consumir produtos derivados de animais ou ainda pessoas alérgicas a derivados de animais. Algumas PANCs possuem um número elevado de proteínas e outros nutrientes e por isso são utilizadas na alimentação dessas pessoas. Nesse projeto de pesquisa, foi avaliada

a extração de proteínas de PANCs para aplicação alimentícias, sendo as plantas escolhidas a Ora-pro-nobis (nome científico *Pereskia aculeata Miller*) e peixinho da horta (nome científico *Stachys bysantina*). Assim, os métodos de extração (método alcalino, ultrassom e solventes eutéticos) na estrutura das proteínas resultantes e as funcionalidades foram avaliados. Desse modo, é possível contribuir para



criação de novos produtos visando atender a crescente demanda por alimentos de origem não animal.



O que dizem nossos beneficiários?



COMO VOCÊ DESCOBRIU O CNPEM?

“Foi na graduação quando eu cursava Química na Universidade Estadual de São Paulo (UNESP) em Araraquara, uma monitora de uma disciplina nos trouxe a uma visita aqui no CNPEM, e **a gente visitou o UVX (antigo síncrotron) e eu fiquei maravilhada - Nossa, eu quero usar esse lugar!** - Na graduação e no mestrado não tive oportunidade, mas desde a elaboração do projeto de doutorado já tínhamos intenção de usar o síncrotron. Submetemos propostas desde o primeiro semestre e foi assim até o final.”
Dra. Susilaine Maira Savassa

Pesquisadora atualmente desenvolve seu projeto de Pós-Doutorado no CNPEM. Utilizou a Linha de Luz Carnaúba.

Estuda a interação, transporte e especiação de nanopartículas metálicas e nanopartículas biogênicas em plantas usando técnicas baseadas em síncrotron.



QUAL A CARACTERÍSTICA MAIS MARCANTE NO USO DAS INSTALAÇÕES DO CNPEM?

“Eu acredito que é a possibilidade de você entrar num laboratório de altíssima tecnologia e conviver com pessoas do mundo inteiro. **A cordialidade de todas as pessoas que trabalham no CNPEM, a recepção e toda a tramitação do projeto é de uma maneira muito receptiva.** Então o CNPEM é uma instituição de pesquisa que realmente tem a função de atender ao público”
Dra. Lilian Angélica Moreira

Professora da Universidade Federal do Paraná (UFPR) - Utilizou a Linha de Luz EMA.

Trabalha com solos e nutrição de plantas relacionados a fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada e micronutrientes no metabolismo e absorção de nitrogênio.



VOCÊ ACREDITA QUE A SUA EXPERIÊNCIA NO CNPEM TEVE IMPACTO NA SUA POSIÇÃO ATUAL?

“Eu Acredito! O professor que me chamou para trabalhar no SENAI queria alguém que soubesse trabalhar com simulação termomecânica e com a técnica de EBSD. Essas duas técnicas tiveram suas sementinhas plantadas em mim aí dentro do CNPEM. Então **o CNPEM teve um impacto direto na minha carreira.**”
Dra. Bruna Callegari

Pesquisadora do SENAI - Bahia

Utilizou a linha XTMS no UVX (antiga Fonte de Luz Síncrotron) e diferentes microscópios.

Trabalha com processamento e caracterização de ligas metálica e simulações termomecânicas



A SUA EXPERIÊNCIA NO CNPEM TROUXE NOVOS CONHECIMENTOS?

Meu estado (AM) é muito isolado. A partir do momento que um pesquisador amazônida consegue pegar um avião, viajar três mil e quinhentos quilômetros, chegar em São Paulo, fazer uma pesquisa de ponta, publicar em um artigo de alto impacto, voltar para casa e empolgar outros pesquisadores [...] Isso é muito importante para a gente. Saímos dessa ilha no meio da floresta que é Manaus, conseguimos ter interlocução com outros pesquisadores. Nós sempre fomos muito bem atendidos e acolhidos (...) **(o CNPEM) Reconhece a necessidade de utilizarmos também as instalações e mostrarmos nossas pesquisas e temas.** Olha só a biodiversidades que temos, e ao levarmos para o CNPEM, para falar com outros pesquisadores, também, estamos propagando nossa biodiversidade.
MSc. Camila da Costa Pinto



Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas e Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Física da Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Participou da Escola Brasileira de Síncrotron e do programa Escola Sirius para Professores do Ensino Médio - ESPEM

Estuda as propriedades estruturais de amidos para desenvolvimento e aplicação de novos alimentos, fármacos e materiais.



QUAL A PALAVRA OU FRASE QUE MELHOR DEFINE O CNPEM, SOB SEU PONTO DE VISTA?

"Difícil definir o CNPEM só com uma frase, porque ele é amplo no sentido de abranger várias disciplinas, mas ao mesmo tempo é profundo pelas questões que aborda. **Tem ainda o Sirius, que é uma nova estrela no Brasil, no sentido que vai fazer o país brilhar no cenário científico mundial e certamente vai impactar em todas as pesquisas nacionais e internacionais.**"
MSc. Fabiano Praxedes

Doutorando do Instituto de Química da UNESP - Presidente Prudente.

Utilizou os microscópios de transmissão eletrônica e varredura.

Trabalha com catalisadores multifuncionais de estruturas Tungstênio Bronze (TTB) e Perovskitas simples e dupla para aplicação na produção de biodiesel e remediação ambiental, por meio da fotocatalise heterogênea.

QUAL O IMPACTO DA ESCOLA RICARDO RODRIGUES DE LUZ SÍNCROTRON NA SUA FORMAÇÃO?

“Na escola de Luz Síncrotron, eu vi outras possibilidades. **Os professores são excelentes, explicam muito bem tanto a teoria de cada experimento, como as possibilidades de aplicação de cada técnica** específica. Para mim foi muito produtivo e acrescentou muito na minha formação”

MSc. José Avelar Sousa da Silva

Doutorando do curso de Física da Universidade Federal do Ceará - UFC

Utilizou a linha de luz EMA

Estuda as propriedades estruturais de peptídeos em condições extremas.



“**Tudo que precisei foi prontamente atendida pela equipe dos laboratórios e administração.**

Gratidão por ter oportunidade de fazer as análises na plataforma do MAS, com isso conseguimos bons resultados.”

Rejane de Castro Simões

Usuária do LNBio - MAS

Pesquisadora na Universidade Federal do Amazonas - UFAM



O CNPEM é uma instituição de grande importância para o avanço tecnológico do país, além de também estar alinhado a valores, necessidades e expectativas da indústria e da sociedade. Sua parceria com a universidade pública fomenta a formação acadêmica e a inovação em diversas áreas de pesquisa, incluindo alimentos. Neste contexto, a nossa experiência em um de seus laboratórios de pesquisa, o LNBio, é um dos exemplos de como bons resultados podem ser obtidos a partir da caracterização de estruturas moleculares de grau alimentício, e de como técnicas analíticas de ponta podem viabilizar a manipulação de propriedades macroscópicas de matrizes alimentares complexas, permitindo o desenvolvimento de novos produtos e tecnologias.

Miriam Hubinger

Engenheira de Alimentos, uma das pesquisadoras mais citadas do mundo na lista mundial: Highly Cited Researchers - criada pela Clarivate Analytics, empresa americana cujos serviços incluem a plataforma global de acesso a dados bibliográficos Web of Science.



Ter o CNPEM como parceiro tem sido um privilégio! Nossa colaboração abre ótimas perspectivas para nosso trabalho. Nós somos um grupo que estuda genética humana do Centro de Estudos do Genoma Humano e Células Tronco e que, frequentemente, temos dificuldade de nos aprofundar nos mecanismos que causam o quadro clínico de nossos pacientes. Tivemos como exemplo uma família em que dois filhos apresentavam deficiência intelectual e, por anos, buscamos a causa. Com as novas técnicas de sequenciamento, detectamos uma alteração em um gene de deficiência intelectual, *UBE2A*; porém, a demonstração de que essa alteração realmente causava o quadro clínico veio do CNPEM, que demonstrou que

a proteína tinha conformação alterada e era ineficiente em sua função de ubiquitinação (recente trabalho publicado em *Nat Chem Biol.* 2019 Jan;15(1):62-70. doi: 10.1038/s41589-018-0177-2). Essa colaboração não apenas beneficia a família estudada, permitindo diagnóstico preciso e aconselhamento genético, mas amplia a gama de conhecimentos que podemos obter de uma situação. Esperamos que a parceria dure muito tempo.

Carla Rosenberg

Professora Associada,
Departamento de Genética e
Biologia Evolutiva, Centro de
Estudos do Genoma Humano,
Instituto de Biociências, USP.



Tenho parceiros científicos e amigos no CNPEM há mais de dez anos, sendo que mais recentemente nossa colaboração tem sido com o LNLS e LNNano. No LNLS fazemos um trabalho pioneiro no Brasil com o estudo de modelos de membrana celular na interface ar-água. A parceria no LNNano envolve pesquisa em sensores e biossensores. Além das parcerias científicas, os laboratórios do CNPEM oferecem serviços fundamentais para nossa pesquisa, como os de microscopia de alta resolução. **O Centro é, assim, essencial para a pesquisa em materiais no Brasil.**

Prof. Osvaldo N. Oliveira Jr.

Professor do Instituto de
Física de São Carlos, USP



Meu grupo desenvolve membranas para separação de proteínas e outras moléculas biológicas, para biossensores, recuperação de catalisadores químicos, e outras aplicações. O controle estrito da morfologia dos nanoporos é essencial. Um dos sistemas mais promissores baseia-se na auto-organização de copolímeros em blocos. Entender o mecanismo de formação de poros nestas membranas é fundamental para assegurar o progresso nesta área e transferir o conceito para outros materiais. **A tecnologia disponível no CNPEM tem sido valiosa para avaliar a ordem destes sistemas e a dinâmica de formação de poros.**
Suzana Pereira Nunes

Professora de Ciência e Engenharia Química e Ambiental da Universidade de Ciência e Tecnologia King Abdullah (Arábia Saudita)

Minha interação com o CNPEM se faz através do LNNano, que se destaca no cenário nacional por sua infraestrutura de ponta em pesquisa científica e tecnológica no campo das nanociências, utilização multiusuária e seu caráter multidisciplinar. Uma característica marcante do LNNano é o envolvimento da coordenação e da equipe técnico-científica com o constante aprimoramento do plano de gestão dos equipamentos e com a disponibilização de uma infraestrutura de excelência em microscopia de alta resolução.

O cuidado minucioso com que a equipe implantou a criomicroscopia eletrônica, de forma inédita no país, tem permitido a execução de projetos de pesquisa com repercussão internacional em diversos campos do conhecimento.
Elizabeth Ribeiro da Silva

Professora do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG



Áreas do Conhecimento Beneficiadas pelas Instalações Abertas & Programa de Usuários

Instalações científicas de grande porte geralmente envolvem alta complexidade em suas construções e seus modelos de operação não são facilmente replicáveis. Assim, centros de pesquisa que dispõem de equipamentos complexos e singulares têm a missão de atender diferentes comunidades, científicas e industriais. Essa modalidade de estrutura surge historicamente no conceito do pós-guerra na implantação de sistemas governamentais de Pesquisa de Desenvolvimento, com orientação estratégica, de interesse comum da sociedade e com pesquisas voltadas a longo prazo.

O CNPEM dispõe de equipamentos complexos voltados a uma variedade de técnicas capazes de responder aos questionamentos de pesquisadores de praticamente todas as áreas do conhecimento.

A seguir são apresentadas áreas que se beneficiam anualmente do uso das instalações abertas do CNPEM e a lista de instalações com breve descritivo.







INSTALAÇÕES ABERTAS À COMUNIDADE CIENTÍFICA MUNDIAL

LNBio

Laboratório Nacional de Biociências



Laboratório Automatizado de
Cristalização de Proteínas (Robolab)



**oferece tecnologias e equipamentos para
cristalização de macromoléculas e seus complexos.**

Utilizado para a geração de cristais de proteínas, usados para a compreensão das estruturas e funcionamentos dessas moléculas através de técnicas de difração, realizadas em equipamentos de cristalografia de proteínas, como a Linha de Luz Manacá, do Sirius.



Laboratório de Espectroscopia
e Calorimetria (LEC)



**dedicado a otimização de métodos para o
estudo de interações de biomacromoléculas,
sua dinâmica e estabilidade.**

Os equipamentos e técnicas da instalação fornecem informações sobre estrutura, dobramento, constantes de dissociação de ligação do ligante e cinética de associação, estabilidade e estados oligoméricos de macromoléculas. Além disso, possui recursos para medições de peso molecular, potencial zeta, forma e conformação de macromoléculas biológicas, alguns polímeros e nanopartículas.



Laboratório de Espectrometria de Massas (MAS)



conta com três espectrômetros de massa acoplados com sistemas de cromatografia líquida que realizam análises de rotina de misturas complexas de proteínas.

As atividades do MAS colaboram para a descoberta de novos candidatos a biomarcadores e alvos terapêuticos; identificação de parceiros de interação e modificações pós-traducionais; mapeamento de interações entre proteínas e realização de abordagens quantitativas em larga escala.



Laboratório de Ressonância Magnética Nuclear (RMN)



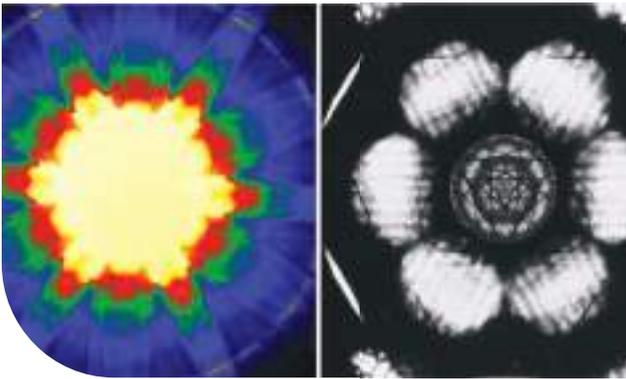
realiza experimentos de determinação de estruturas proteicas, mapeamento de interações entre compostos ativos com biomoléculas, avaliação de dinâmicas em solução, elucidação estrutural de compostos orgânicos sintéticos e/ou produtos naturais e construção de perfis metabólicos de uma variedade de amostras.

Aplicações na realização de controle de qualidade de amostras proteicas e biofármacos e estudos de biomoléculas como ácidos nucleicos, micelas e nanopartículas.



LNNano

Laboratório Nacional de Nanotecnologia



Microscopia Eletrônica de Transmissão (TEM)



parque de microscópios eletrônicos de transmissão e varredura que permitem analisar materiais nanométricos com resolução atômica e ainda permitem mapeamento químico por EDS e EELS.



Criomicroscopia de transmissão eletrônica (cryo-EM)



permite a visualização de biomacromoléculas e materiais moles com resolução atômica, permitindo o avanço na compreensão da estrutura de vários tipos de organelas, vírus e estruturas celulares.



Microscopia de força atômica (AFM)



dedicado à análise topográfica em escala nanométrica de superfícies em condições normais, sem necessidade de ultra-vácuo e outras condições extremas.



Espectroscopia de fotoemissão de raios X (XPS)



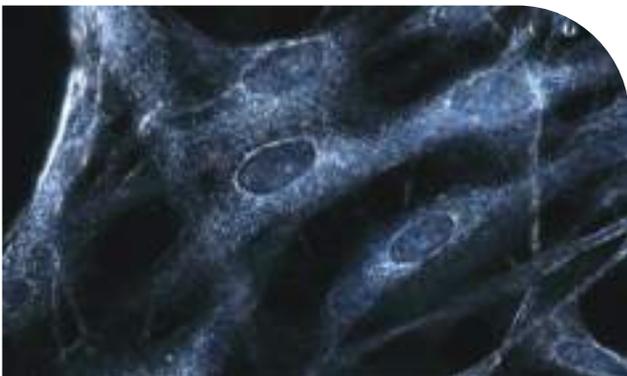
oferece técnicas para a caracterização química de camadas superficiais muito finas da ordem de 1 a 10 nm através de espectroscopia de fotoelétrons excitados por raios X (XPS), sendo possível obter a composição elementar, o estado químico e eletrônico dos elementos.



Nanofabricação



inclui técnicas de limpeza e corrosão, escrita direta, deposição de filmes finos, impressão 3D e uma plataforma completa para fabricação de dispositivos para as mais diversas aplicações.



Nanotoxicologia



conta com microscópios ópticos de fluorescência, analisadores de tamanhos de partículas e coloides e centrífugas, ainda disponibiliza ensaios com modelos biológicos para avaliação de materiais nanoestruturados na vida dos seres vivos e ecossistemas.



Laboratório de Crescimento In-Situ (LCIS)



Este laboratório oferece ferramentas avançadas para crescimento de materiais na forma de filmes finos com controle de espessura e de forma altamente pura, sem a contaminação de outros materiais, com apenas uma camada de átomos ou de até alguns milhares de camadas. O laboratório de apoio permite, ainda, que os filmes finos sejam transportados em ambiente de ultra-alto vácuo até algumas linhas de luz, o que é essencial para o estudo da superfície dessas amostras.



LNBR

Laboratório Nacional de Biorrenováveis

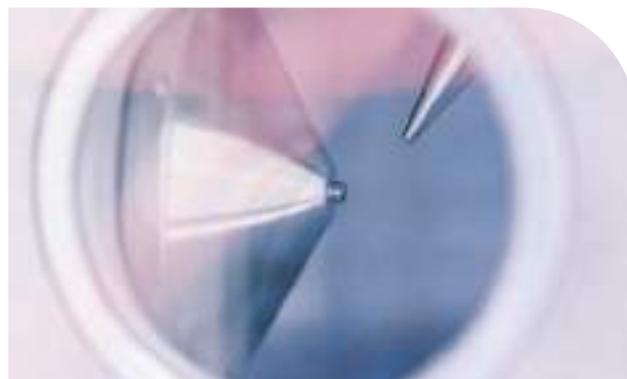
IMAGE: SANGHARSH LOHAKARE/UNSPLASH



Sequenciamento de alta performance (SEQ)



dedicada ao sequenciamento em larga escala de ácidos nucleicos (DNA/RNA), possibilitando a realização de estudos para avaliação da expressão gênica de diversos sistemas biológicos, sequenciamento de genomas, meta-genomas, meta-transcriptomas e marcadores moleculares.



Metabolômica (MET)



focada na identificação e quantificação de metabólitos em amostras biológicas complexas por meio da espectrometria de massas acoplada à cromatografia líquida e gasosa. A metabolômica representa a composição química de uma célula e permite uma visão geral das funções celulares.

Sirius

Carnaúba

Micro e nano-fluorescência e espectroscopia de raios X e pticografia. Realiza análises de diversos materiais nano-estruturados, visando a obtenção de imagens 2D e 3D com resolução nanométrica da composição e estrutura de solos, materiais biológicos e fertilizantes, além de outras investigações nas áreas de ciências ambientais.

Cateretê

Imagem por difração coerente (pticografia) e espectroscopia de correlação de fótons de raios X (XPCS). Otimizada para a obtenção de imagens tridimensionais com resolução nanométrica de materiais para as mais diversas aplicações.

Ipê

Espectroscopia de absorção de raios X (XAS) e Espectroscopia de fotoelétrons (XPS). Esta linha de luz é otimizada para combinar técnicas de análise de superfície e interface de materiais, e sistemas moleculares. Aplica-se ao estudo da composição química, estrutura eletrônica e excitações elementares em materiais para transformação química, conversão de energia e tecnologia da informação.



Biofísica de Macromoléculas (BFM)



visa a caracterização bioquímica e biofísica de proteínas e enzimas, de nanopolímeros como a nanocelulose e derivados de lignina, tornando possível avaliar e selecionar proteínas potenciais com características compatíveis para aplicação em bioprocessos.



Desenvolvimento e escalonamento de bioprocessos (DEB)



realiza técnicas de cultivo em escala laboratorial e escalonamento para planta piloto que possibilitam a caracterização de microrganismos (fungos, bactérias e leveduras), hidrólise enzimática e fermentação alcoólica visando a transformação em bioquímicos, enzimas, bioprodutos e biomateriais.

Ema

Difração e espectroscopia de raios X em altas pressões. As técnicas permitem a investigação de materiais submetidos a condições extremas de temperatura, pressão ou campo magnético. O estudo da matéria nessas condições pode revelar novas propriedades com características que não existem em condições ambientes, como os materiais supercondutores.

Imbuia

Micro e nano-espectroscopia de infravermelho (FTIR). Esta estação experimental é dedicada a experimentos utilizando a luz infravermelha, que permite a identificação dos grupos funcionais de moléculas e a análise da composição de praticamente qualquer material, com resolução nanométrica.

Manacá

Micro cristalografia de Macromoléculas (MX). A técnica revela estruturas tridimensionais de proteínas e enzimas com resolução atômica, revelando a posição de cada um dos átomos que compõem a proteína estudada, suas funções e interações com outras moléculas, como as usadas como princípios ativos de medicamentos.



Rotas para Inovar

Parcerias para superar barreiras tecnológicas





O papel do CNPEM no apoio à Inovação

Dentro de sua missão, o CNPEM possui um pilar voltado à aplicação de suas competências e recursos para apoiar os esforços de inovação do setor industrial. As empresas inovadoras que queiram aumentar a competitividade de seus produtos, processos ou serviços, podem estabelecer vários tipos de interação com o Centro. **Essas colaborações permitem acesso a conhecimentos científicos e tecnológicos de fronteira e a pesquisadores e especialistas altamente capacitados, na busca por soluções para desafios tecnológicos complexos que poderão beneficiar a sociedade.** Além disso, a ampliação das competências e capacidades inovativas da empresa, oriunda da interação com o CNPEM, possibilita a descoberta

de novas janelas de oportunidades, estimulando o início de novos ciclos de inovação e, conseqüentemente, a abertura de novos mercados. Por meio do acesso a recursos e conhecimentos diversos reunidos em um único campus, a colaboração com o CNPEM permite a empresa reduzir os riscos, custos operacionais e de desenvolvimento envolvidos nos processos de inovação. Em contrapartida, os novos desafios trazidos pelas empresas também ampliam os conhecimentos, os recursos e a experiência da equipe do Centro, promovendo um círculo virtuoso que tem como beneficiário principal a melhoria da qualidade de vida da sociedade. Portanto, as interações do CNPEM com o setor produtivo são fundamentais para



o fortalecimento do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) e para o desenvolvimento tecnológico e econômico do país.

As formas do CNPEM atuar como parceiro científico e tecnológico de empresas de vários setores e portes, dada a sua infraestrutura e capacidade singular no Brasil, se concentram hoje em três grandes frentes: projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) colaborativo de novas tecnologias; transferência de tecnologias e *know-how* e prestação de serviços técnicos especializados. Nos projetos colaborativos de PD&I, a equipe do CNPEM colabora com o time técnico da empresa para gerar novos produtos e

processos e/ou aprimorar os existentes. Na transferência de tecnologias e *know-how*, tanto desenvolvidos pela equipe do Centro em seus projetos próprios de pesquisa quanto em colaboração com outras instituições, o CNPEM negocia licenças para empresas para avançarem no desenvolvimento e levarem ao mercado tecnologias concebidas por seus pesquisadores. Na prestação de serviços tecnológicos altamente especializados, o Centro permite a empresas avaliarem aspectos específicos de seus produtos ou processos, tanto em escala de laboratório quanto em condições semi-industriais. Tais atividades podem ser financiadas por recursos da própria empresa e/ou por instituições de fomento e fundos de apoio.



Como o CNPEM atua no processo de inovação?

Especialmente no que compete à pesquisa em colaboração com empresas, o CNPEM possui credenciamento com dois grandes mecanismos de cofinanciamento para projetos de PD&I, o que permite maior compartilhamento dos riscos de inovação e a realização de projetos mais desafiadores. Um deles trata-se do credenciamento do Centro como Unidade Embrapii na área de Biotecnologia. O Centro é uma Unidade Embrapii desde 2014 e, em 2022 foi credenciado para receber recursos de uma nova linha de fomento que une a Embrapii e o BNDES, o que se constitui uma fonte de recursos adicional para fomentar a interação CNPEM-Empresa, particularmente para *startups*, que conseguem contar com aporte maior da Embrapii em seus projetos com CNPEM. Ainda, o CNPEM conta com recursos SibratecNano, que também gera grandes benefícios para o financiamento de projetos

com empresas de micro e pequeno porte na área de nanotecnologia.

O CNPEM adota práticas sistemáticas de prospecção de parcerias e divulgação das competências do Centro por meio da promoção de eventos, como open days e workshops, com representantes de empresas avaliadas como potenciais parceiras, da participação em comitês e reuniões de associações setoriais, de visitas e reuniões com empresas, e de exposição e/ou participação em eventos tecnológicos, feiras setoriais e eventos de inovação. Há também reuniões de prospecção e o atendimento a demandas de empresas que contatam a instituição, mapeando as competências dos pesquisadores do Centro com capacidade para atender à demanda, realizando a conexão entre as partes, a elaboração e a apresentação das propostas técnicas e comerciais.



GIANNA SAGAZIO

Diretora de Inovação na Confederação Nacional da Indústria

O CNPEM é um exemplo de política pública bem sucedida, de cooperação entre o setor público e privado, de articulação entre ICT e empresas. Considero o CNPEM uma inovação disruptiva no ecossistema de CTI no Brasil, fortalecendo a indústria e dinamizando a economia do país. Ao desenvolver P&D tecnológico de alta performance na América Latina, o CNPEM representa o Brasil inovador e conectado com o mundo, contribuindo de maneira decisiva para inserir a nossa indústria na era da transformação digital e nas cadeias globais de valor. Afinal, inovação se constrói por meio de grandes iniciativas como essa e a inovação é decisiva para o futuro do Brasil.

APROXIMAÇÃO ENTRE CNPEM E STARTUPS

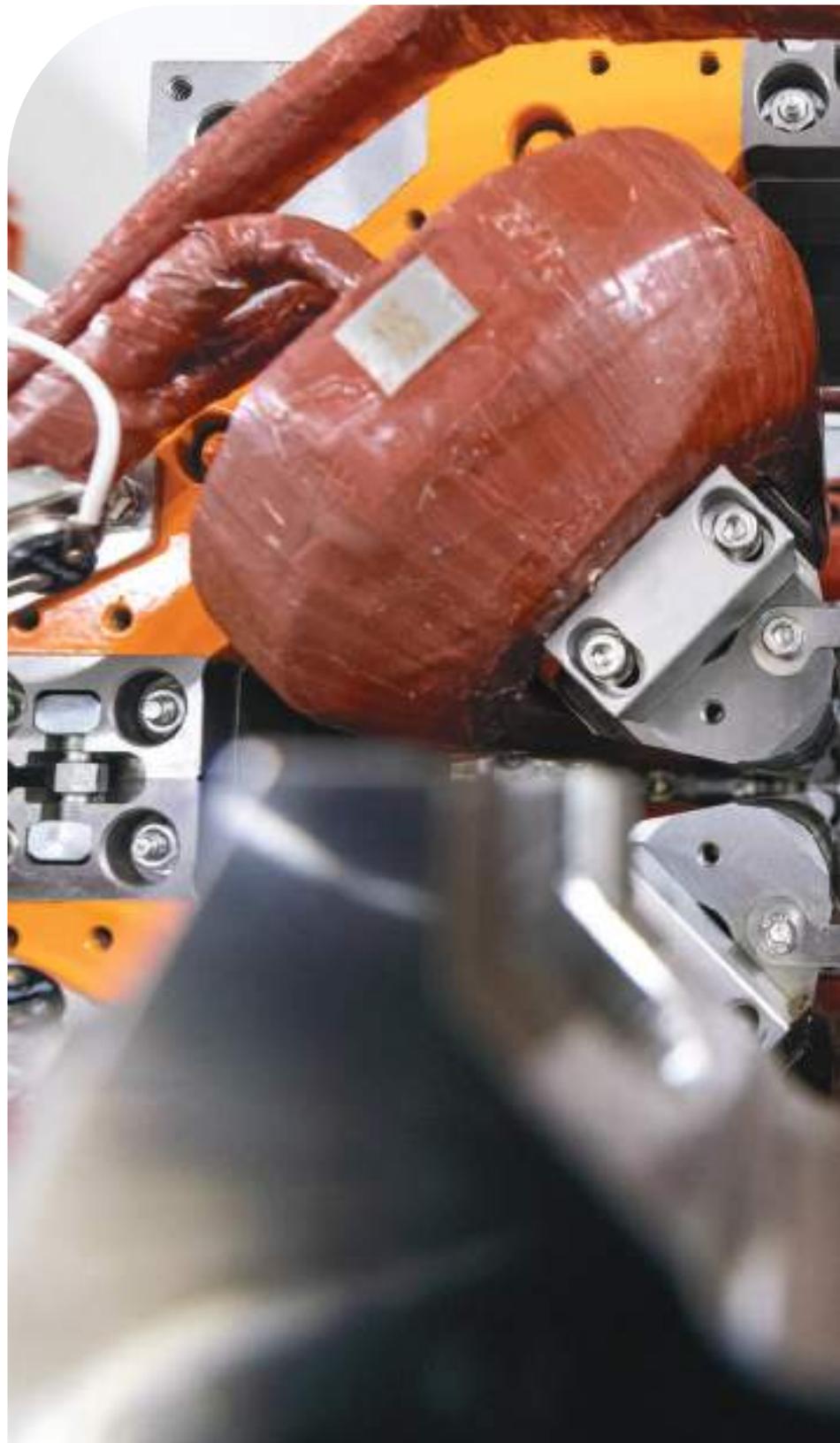
Nos últimos dois anos, o Centro fortalece a aproximação com *startups*, capacitando-as e aprimorando-as em aspectos técnicos e de gestão da inovação e negócios. Mais da metade das tecnologias já licenciadas pelo CNPEM foram para *startups*, e 4 novos projetos de P&D com *startups* foram iniciados em 2022. Adicionalmente, dezenas de *startups* atuantes no projeto Sirius são capacitadas e impulsionadas a partir das tecnologias inovadoras geradas em sua execução.

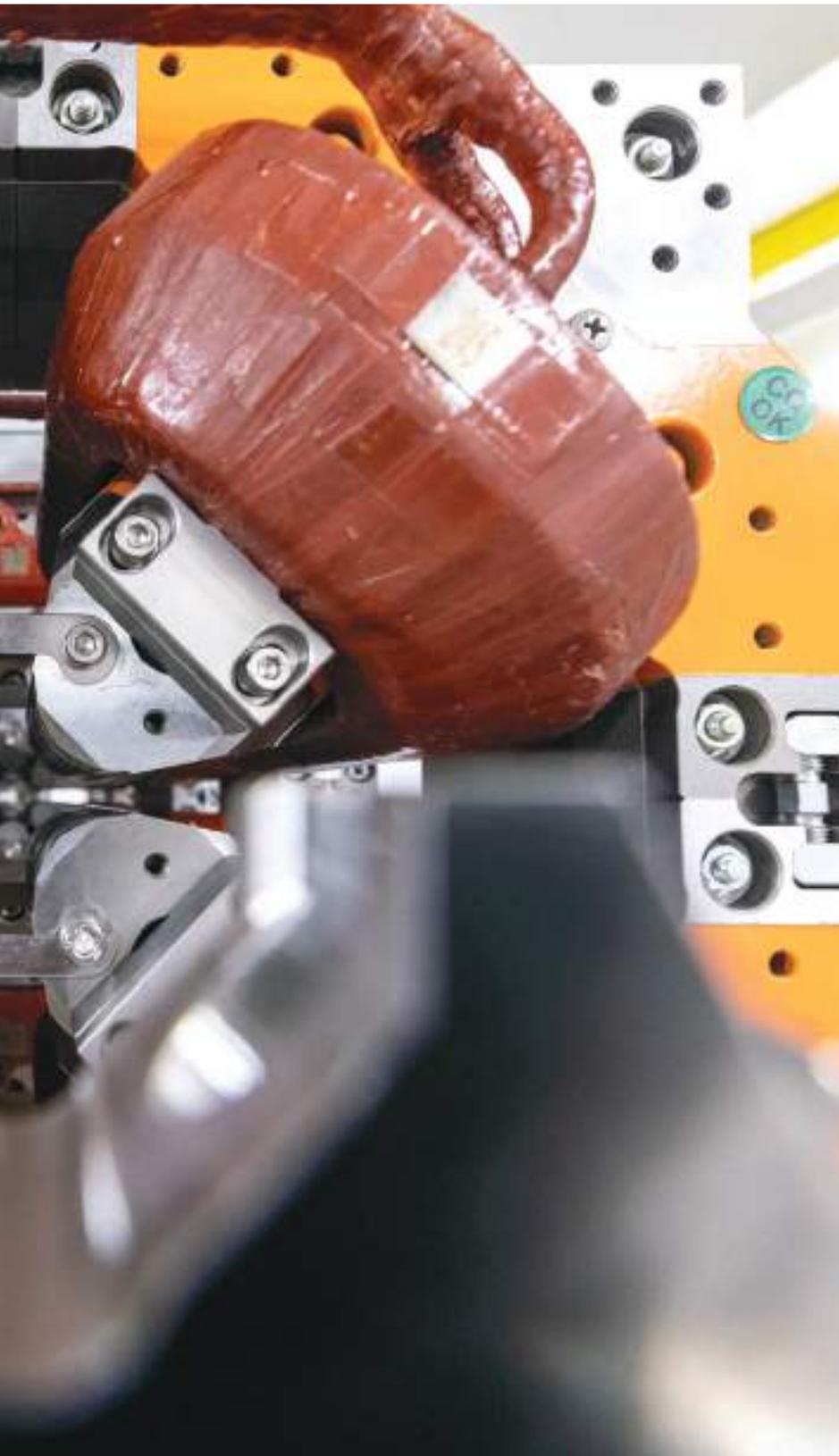


Proteção e gestão de propriedade intelectual

Os esforços contínuos do CNPEM para aprimorar e aumentar as atividades de proteção e gestão de propriedade intelectual contribuíram para que o Centro figurasse, pela primeira vez, no ranking das 50 organizações brasileiras que mais depositaram pedidos de patentes no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) em 2020.

Em 2022, o Centro protegeu 16 novas tecnologias e internacionalizou 15 pedidos de patente via sistema *Patent Cooperation Treaty* (PCT). A patente do monocromador de duplo cristal, desenvolvido especialmente





para o Sirius, foi concedida na Austrália e na China, também recebendo um parecer positivo para concessão no Japão. Ao final de 2022, o Centro contabilizou um portfólio de 141 ativos de propriedade intelectual, dentre patentes, marcas, softwares e outras formas de proteção, sendo 26 destes oriundos de projetos em colaboração com empresas.

É importante mencionar que no CNPEM todos os contratos de projetos de P&D em colaboração com o setor produtivo contêm previsões relativas à Propriedade Intelectual. Até 2022, 12 tecnologias já foram licenciadas, sendo 2 para uma *startup* de insumos para indústria de alimentos e bebidas, 2 para uma *startup* que atua com biologia sintética, 1 tecnologia para pesquisa em antiprótons e íons para um instituto de pesquisa, 1 para uma multinacional do setor químico/petroquímico, 2 para uma empresa de tecnologia para detectores de raios X, 2 para uma empresa do setor automotivo, 2 para uma empresa de kit de diagnóstico e 1 para uma empresa do setor de papel e celulose. No ano de 2022, particularmente, 4 novas licenças foram firmadas: uma para transferência de *know-how* de 3 tecnologias; uma licença da tecnologia de um dos detectores desenvolvidos para o Sirius; uma licença de 2 tecnologias relacionadas a uma autopeça desenvolvida com materiais renováveis, e a licença de um adesivo verde desenvolvido a partir de materiais renováveis e sem o uso de solventes. Em relação ao compartilhamento de resultados, o CNPEM adota uma postura flexível nas negociações sobre a propriedade dos resultados gerados nos projetos, sendo usual o compartilhamento da titularidade de criações desenvolvidas em conjunto com empresas, com licenciamento exclusivo para o parceiro em troca de *royalties* sobre as vendas ou prêmios fixos.



Vitrine Tecnológica

Algumas tecnologias desenvolvidas no CNPEM estão expostas na vitrine tecnológica online pertencente ao MCTI (Portal InvestMCTI, disponível em <https://invest.mcti.gov.br/>).



ROTA BIOLÓGICA PARA BIOCOMBUSTÍVEIS DROP-IN

Um novo biocatalisador que é capaz de converter ácidos graxos saturados e insaturados em bi hidrocarbonetos foi descoberto pelo CNPEM. As moléculas produzidas pela enzima podem ser precursoras na produção de biocombustíveis drop-in para aviação e transporte terrestre. O trabalho descreve a primeira descarboxilase do tipo P450 capaz de atuar sobre ácidos graxos insaturados.

DIFERENCIAIS DA TECNOLOGIA

- Atua sobre ácidos graxos insaturados (ie, com duplas ligações);
- Não depende de altas concentrações de sais;
- Compatível com biofábricas microbianas;
- Atua sobre um amplo espectro de cadeias de ácidos graxos.

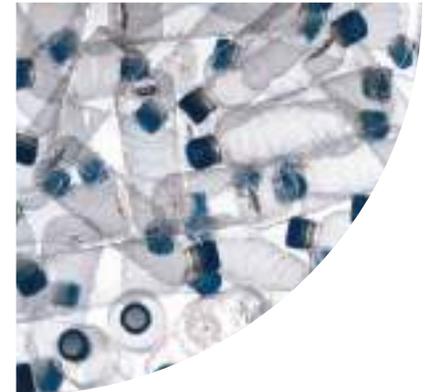


COQUETEL ENZIMÁTICO PARA PRODUÇÃO DE ETANOL 2G

Coquetel enzimático com produção on site para a hidrólise enzimática utilizada na produção de etanol de segunda geração (2G) a partir de resíduos do processo produtivo (bagaço e palha de cana-de-açúcar).

DIFERENCIAIS DA TECNOLOGIA

- Matérias-primas de fontes renováveis;
- Possibilidade de customização e aprimoramento;
- Insumos de baixo custo;
- Desempenho superior em 50%.



COQUETEL ENZIMÁTICO PARA DEGRADAÇÃO DE PLÁSTICOS

Coquetel enzimático para decomposição de polímeros, já validado para PET, sem requerer enzimas adicionais e resistentes a altas temperaturas, favorecendo a economia circular e a sustentabilidade ambiental.

DIFERENCIAIS DA TECNOLOGIA

- Resistente a altas temperaturas;
- Sem necessidade de enzimas adicionais;
- Reaproveitamento de resíduos;
- Possibilidade de customização e aprimoramento.

O portfólio completo de tecnologias disponíveis para licenciamento é exibido no site do CNPEM [cnpem.br]. A seguir, alguns exemplos de tecnologias desenvolvidas pelo CNPEM são apresentados.

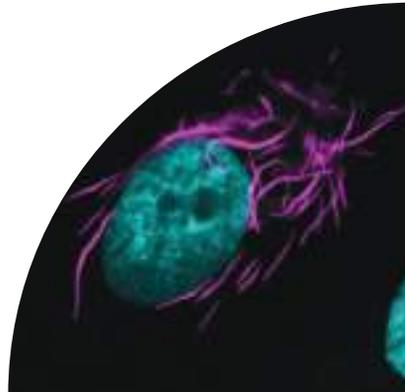


COMPOSIÇÃO FARMACÊUTICA PARA AUMENTO DA ATIVIDADE ANTITUMORAL

Composto para aumento da atividade antitumoral que inibe seletivamente a produção de células imunossupressoras. Por ser seletiva, a ação do composto não compromete a funcionalidade das células responsáveis pela resposta imunológica durante o tratamento do câncer.

DIFERENCIAIS DA TECNOLOGIA

- Inibição SELETIVA de células imunossupressoras;
- Sistemas de entrega diversos: nanopartículas, vetores virais, anticorpos, etc.;
- Potencializa a atividade antitumoral;
- Prevenção e tratamento de tumores e cânceres.

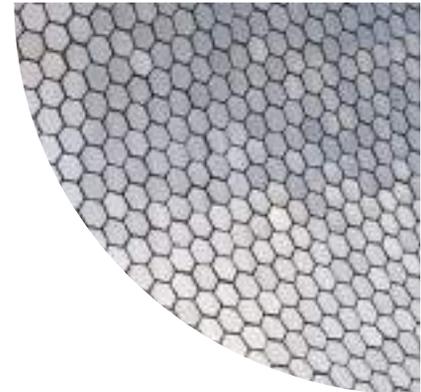


COQUETEL PARA TRATAMENTO DE CÂNCER

Coquetel de microrganismos capaz de produzir peptídeos com atividade terapêutica anticâncer. O processo inovador permite um alto rendimento na produção dos peptídeos.

DIFERENCIAIS DA TECNOLOGIA

- Menor tempo de cultivo;
- Alto rendimento e reprodutibilidade;
- Sem necessidade de promotores.



ELETRODO PARA PRODUÇÃO DE H₂

Material semiconductor para produção de H₂ composto por monocamadas de MoS₂ de alta razão de aspecto. A fabricação do eletrodo ocorre em etapa única, o que permite a produção do eletrodo de forma mais simples e rápida. A utilização de MoS₂ apresenta-se com uma alternativa mais barata aos metais nobres utilizados atualmente.

DIFERENCIAIS DA TECNOLOGIA

- Sistema portátil para uso em campo;
- Utiliza insumos de baixo custo;
- Sensibilidade e reprodutibilidade 10x maiores;
- Possibilidade de customização e aprimoramento.



ESPUMAS PARA DESCONTAMINAÇÃO AMBIENTAL

Espumas ambientalmente amigáveis produzidas a partir da nanocelulose combinada com látex de borracha natural. As espumas apresentam alta capacidade de absorção de compostos orgânicos e inorgânicos, com aplicações para remediações ambientais de meios contaminados.

DIFERENCIAIS DA TECNOLOGIA

- Matérias-primas de fontes renováveis;
- Utiliza insumos de baixo custo;
- Versátil: absorção de diferentes compostos;
- Possibilidade de customização e aprimoramento.

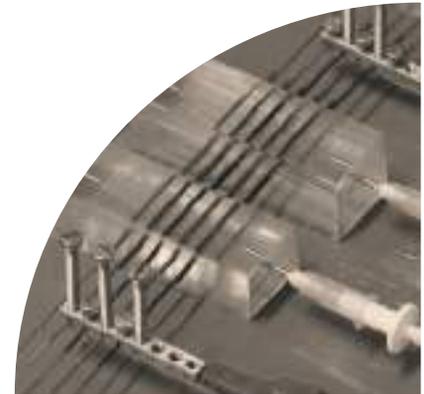


FERTILIZANTE À BASE DE BIOCARVÃO

Biofertilizante feito a partir de biomassa que apresenta complementação, ajuste, balanceamento, reposição de nutrientes e mantém a umidade de forma prolongada, devido à obtenção de porosidade diferenciada do biocarvão de diferentes biomassas (palha de cana e arroz).

DIFERENCIAIS DA TECNOLOGIA

- Matérias-primas de fontes renováveis;
- Possibilidade de customização e aprimoramento;
- Maior retenção de água no solo;
- Maior rendimento na plantação.



SENSOR DE BAIXO CUSTO PARA DETECÇÃO DE COVID-19

Composto por papel e detergente, é de utilização simples e prática, além de possuir plataforma portátil e modular. Essa tecnologia impede a proliferação de proteínas no sensor, mantendo a eficiência do dispositivo ao longo do tempo.

DIFERENCIAIS DA TECNOLOGIA

- Sistema portátil para uso em campo;
- Utiliza insumos de baixo custo;
- 100% de acerto em testes;
- Possibilidade de customização e aprimoramento.

Cases e Depoimentos de parceiros

O CNPEM firma parcerias de sucesso com empresas de diferentes portes e setores da economia, desenvolvendo vários projetos em temas chave do ponto de vista dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), como energias e materiais renováveis, saúde e indústria. Ao mesmo tempo, diversos desses projetos de cooperação têm aderência às áreas prioritárias do MCTI, como tecnologias habilitadoras, tecnologias de produção e tecnologias para o desenvolvimento sustentável.



Saúde Humana

IMAGEM: KÁSSIA MELLO/PEXELS



ONCOLOGIA E DERMATOLOGIA - BIODIVERSIDADE BRASILEIRA E INSUMOS FARMACÊUTICOS ATIVOS

Na área da saúde, em 2017, o CNPEM firmou uma parceria com o Aché Laboratórios, com cofinanciamento da Embrapii, para realização de dois projetos voltados para o desenvolvimento de insumos farmacêuticos ativos (IFAs), com ação terapêutica para as áreas de oncologia e dermatologia, baseados em moléculas encontradas em plantas da biodiversidade brasileira. Na área de oncologia, o CNPEM acaba de firmar, em outubro de 2022, um segundo projeto com a empresa, com cofinanciamento Embrapii e BNDES, para o avanço das pesquisas com base no sucesso obtido em sua primeira parceria com o Centro.

COVID-19 - DIAGNÓSTICO POINT-OF-CARE

No segundo semestre de 2021, foi oficializada a parceria do laboratório de cultura 3D, biobanco e diagnóstico do CNPEM com a empresa Advagen, com o objetivo de desenvolver um teste *point-of-care* para diagnóstico de antígenos de SARS-CoV-2 em saliva, utilizando-se um método menos invasivo de coleta de amostras, com vistas a obter um diagnóstico de alta sensibilidade e especificidade, que pode ser realizado em poucos minutos sem a necessidade de instrumentação específica.



IMAGEM: MAXSIM GONCHARENOK/PEXELS

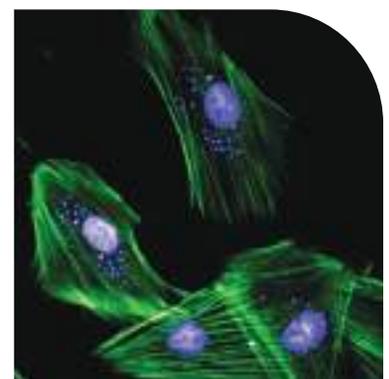


BIOFABRICAÇÃO - MODELOS DE FÍGADO, BARREIRA INTESTINAL E PELE

A colaboração firmada entre a startup 3DBS e o CNPEM, em 2021, teve como objetivo a troca de *know-how* para a produção e caracterização de modelos de fígado, barreira intestinal e de pele, de forma que possam ser biofabricados nos dois laboratórios e comercializados pela 3DBS. Uma licença para transferência de *know-how* e comercialização dos melhores modelos pela empresa 3DBS já foi assinada, e a empresa já iniciou os esforços comerciais. Iniciou-se, também, o planejamento para a validação interlaboratorial e multicêntrica do modelo de pele bioimpressa e o desenho experimental de um protocolo piloto.

DOENÇA DE CHAGAS

Na busca por medicamentos que possam combater o *Trypanosoma cruzi* pesquisadores identificam e caracterizam enzimas que são fundamentais para a sobrevivência deste parasita, especialmente quando este se encontra no interior das células cardíacas do hospedeiro humano. Essas enzimas, então, se tornam alvos moleculares para substâncias com potencial farmacêutico. Em projetos com a indústria GlaxoSmithKline (GSK) e apoio da FINEP, há ações de triagem de compostos e o desenvolvimento sintético de novas moléculas com potencial farmacêutico – que podem interagir com essas enzimas, bloqueando as suas atividades e, assim, levam o parasita a morte. Nesta frente, há estudos que estão na fase pré-clínica, na qual novas moléculas com potencial para serem medicamentos são testadas em modelos animais da doença de Chagas.





DOENÇAS MULTIFATORIAIS - BIBLIOTECA DE PRODUTOS NATURAIS E INSUMOS FARMACÊUTICOS ATIVOS

Na mesma linha de desenvolvimento de novos IFAs a partir de moléculas de diferentes biomas brasileiros, a startup *Next Innovative Therapeutics - Nintx* firmou um acordo de cooperação com o CNPEM para utilizar produtos da biodiversidade brasileira como plataforma para desenvolvimento de novas terapias para doenças multifatoriais (terapias *multi-target*). Nesta parceria, Nintx e CNPEM irão colaborar inicialmente em três projetos, selecionados como os mais promissores para a abordagem multi-target, sendo 2 deles cofinanciados pela Embrapii e o outro cofinanciado pela Embrapii e BNDES. Por parte do CNPEM a biblioteca de produtos naturais provenientes da biodiversidade brasileira, construída em parceria com a Phytobios, será empregada em conjunto com técnicas analíticas e de *screening* avançadas, cristalografia de proteínas com o Sirius e algoritmos computacionais customizados para descoberta de fármacos a partir de produtos naturais. Por parte da Nintx, o *know-how* em pesquisa e desenvolvimento de fármacos,

aliado a experiência e as tecnologias proprietárias no campo do microbioma humano, complementará a Plataforma de Descoberta de Fármacos do CNPEM com vistas a novos desenvolvimentos na área farmacêutica. Para Miller Freitas, CEO da Nintx, a escolha do CNPEM como parceiro para esses desenvolvimentos de fármacos aliando a biodiversidade brasileira e o microbioma humano deve-se as competências diferenciadas do Centro:

“A ideia desta parceria é juntar a Plataforma de Descobertas do CNPEM ao know-how da Nintx em P&D e negócios, assim como às nossas tecnologias proprietárias no campo do microbioma humano. O CNPEM é uma referência mundial na ciência com uma capacidade extraordinária para a descoberta de compostos ativos de origem natural contra alvos biológicos de interesse. Possui uma biblioteca de produtos naturais, tecnologias analíticas e de screening avançadas, cristalografia de raio X com o Sirius e cientistas de alto calibre.”

Miller Freitas, CEO da Nintx



Saúde Animal

NUTRIÇÃO ANIMAL

Entre 2013 e 2019, o projeto *Desenvolvimento de plataforma tecnológica multifuncional para nutrição animal* foi realizado com apoio da FINEP, entre a Eli Lilly, por meio de sua subsidiária voltada para nutrição animal, a Elanco, e o CNPEM. Como resultado do projeto, foi possível desenvolver uma plataforma multifuncional para nutrição de ruminantes a partir de biomassa, além da construção e instrumentação do laboratório de sequenciamento de alta escala no CNPEM. A tecnologia foi validada em rebanho, consolidando o desenvolvimento concluído em 2019, e a empresa afirma que os benefícios gerados ultrapassaram os limites do projeto:

“Esta infraestrutura traz uma capacitação científica inestimável, colocando o Brasil no patamar de igualdade com outros países, líderes neste tipo de tecnologia, e poderá beneficiar muitos outros projetos no futuro. A parceria entre Elanco Saúde Animal e o CNPEM é considerada como um caso de sucesso dentro da nossa empresa.”

Leane Oliveira, Principal Research Scientist, da Elanco.



IMAGEM: JONATHAN BORBA/UNSPLASH

Química

INSTRUMENTAÇÃO CIRÚRGICA

Com o apoio do SibratecNano, o Centro colabora desde 2020, com a empresa nChemi Engenharia de Materiais, no desenvolvimento de um sistema voltado para deposição de revestimentos nanoestruturados em instrumentos cirúrgicos. O primeiro projeto foi finalizado com sucesso em 2022 e a tecnologia desenvolvida permite o recobrimento homogêneo desses instrumentos, independentemente de sua forma e com alta reprodutibilidade. Ainda em 2022, um segundo projeto foi iniciado com o objetivo de integrar o sistema de cura de modo a permitir que o revestimento seja realizado dentro dos consultórios médicos e odontológicos.





Alimentos e Bebidas

ENZIMAS PARA PRODUÇÃO DE CERVEJA E GUARANÁ

Entre 2014 e 2017, o CNPEM realizou um projeto em parceria com a então Brasil Kirin, atualmente parte da cervejaria Heineken, para a *Produção de enzimas para o tratamento de biomassa em aplicações do setor alimentício*. Foram três projetos com vistas a utilização de tecnologias enzimáticas no setor alimentício, que contaram com cofinanciamento da Embrapii. Destaca-se que o êxito desses três projetos resultou no depósito de dois pedidos de patente no Instituto Nacional de Propriedade Industrial em 2017: *Composição e Método para Mosturação de Malte* (BR 10 2017 026595-1) e *Processo de Preparo de Extrato de Guaraná* (BR 10 2017 026594-3). Uma das patentes geradas nessa parceria foi licenciada para a *startup Tecbeer*, que, em 2018, iniciou uma colaboração com o CNPEM com o objetivo de otimizar e aumentar a escala de produção de coquetel enzimático. Foram realizados testes de aplicação das enzimas para produção de um lote de cerveja e a análise de viabilidade técnico-econômica do processo desenvolvido para obtenção das enzimas.



IMAGEM: SHARON PITTAWAY/UNSPLASH

IMAGEM: ACTIONVANCE/UNSPLASH



Automobilístico

AUTOPEÇA DE MATERIAIS RENOVÁVEIS

Entre 2019 e 2021, a Bosch e o CNPEM iniciaram o desenvolvimento tecnológico de um componente aplicado em motores de veículos buscando o aumento da performance da combustão e utilizando materiais ativos nanoestruturados de origem renovável. Foram desenvolvidos processos para converter subprodutos do processamento da cana-de-açúcar em materiais ativos nanoestruturados. Estes materiais apresentaram propriedades superiores ao material comercial adotado como padrão de comparação. Adicionalmente, foi finalizado o projeto e a construção do primeiro sistema, dentre os três previstos. O projeto originou dois pedidos de patente depositados no INPI, que foram licenciados à Bosch.

Energia Limpa e Renovável

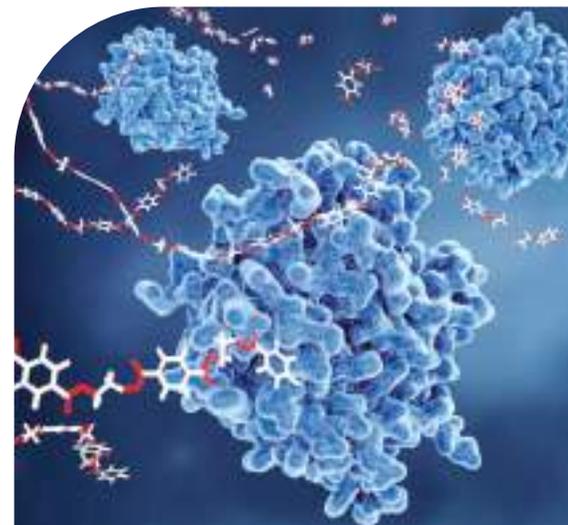


ETANOL DE SEGUNDA GERAÇÃO

Entre 2018 e 2021, a Petrobras, em parceria com o CNPEM e com o cofinanciamento da Embrapii, visou o *Desenvolvimento de etapas críticas do processo de produção de etanol de segunda geração* a partir de biomassas do setor sucroenergético. O projeto envolveu estudos em escalas laboratorial e piloto, integrando os resultados em modelos de cenários industriais para avaliações técnico-econômicas e ambientais. Encerrado em 2021, os resultados do projeto foram reconhecidos pela sua indicação como um dos finalistas ao Prêmio ANP de Inovação Tecnológica na categoria Redução de Impactos Ambientais e Energias Renováveis.

BIOCOMBUSTÍVEIS AVANÇADOS

O projeto realizado em parceria entre o CNPEM e a Sinochem Petróleo Brasil entre 2019 e 2022, também cofinanciado pela Embrapii, contribuiu com a agenda de desenvolvimento de alternativas de energia limpa e renovável para a matriz energética, por meio do desenvolvimento de estratégias enzimáticas para a produção de biocombustíveis avançados. Para a Sinochem, a parceria com o CNPEM é considerada muito frutífera, tanto que um segundo projeto na área de combustíveis avançados foi firmado no segundo semestre de 2022, com cofinanciamento Embrapii e BNDES. A empresa aponta que as competências técnicas e gerenciais, bem como a infraestrutura do laboratório, têm sido indispensáveis para o alcance de resultados relevantes e inovadores no contexto de biorrefinaria. Foi possível proteger os resultados com potencial de inovação por meio de pedidos de patente depositados no INPI.



HIDROCARBONETOS RENOVÁVEIS

A agenda global para a sustentabilidade inclui ações em todos os setores econômicos, com o objetivo de adotar alternativas renováveis para substituir ou complementar as matérias-primas fósseis já em uso, reduzindo assim as emissões atmosféricas e mitigando impactos socioambientais adversos. Em 2022, a *Equinor Energy*, com o apoio da Agência Nacional do Petróleo (ANP), firmou com o CNPEM uma cooperação para atuar nesta agenda, com cofinanciamento Embrapii e BNDES, com o objetivo de enfrentar os desafios na produção microbiana de hidrocarbonetos que poderiam ser empregados como biocombustíveis *drop-in*, utilizando materiais agroflorestais. 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.



Tecnologia da Informação / Saúde

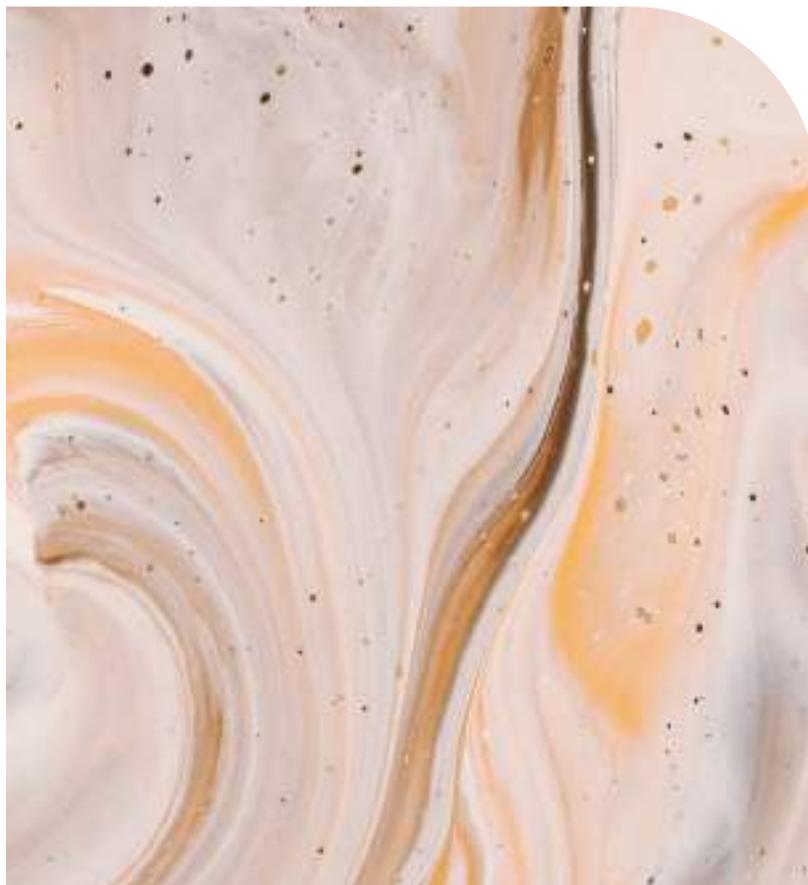
BIOSENSOR PARA GLICEMIA

Dentro do âmbito do SibratecNano – Rede de Nanodispositivos, o CNPEM, em parceria com a startup Se7e Digital, desenvolve uma solução nacional e de baixo custo para a quantificação de glicose e determinação da glicemia, sem a necessidade de perfurar a pele, como ocorre no uso dos glucosímetros convencionais ou, ainda, em alguns dispositivos vestíveis que se utilizam de microagulhas. Para isso, a equipe do CNPEM trabalha no desenvolvimento de um sensor vestível capaz de realizar a determinação da glicose a partir do fluido intersticial da pele. As atividades de pesquisa estão concentradas no desenvolvimento da eletrônica portátil por meio da engenharia do front end (interface do usuário) e do *firmware* que controla cada uma das funções do dispositivo, como os sinais para a promoção da coleta de fluido intersticial da pele, detecção de glicose, comunicação Bluetooth e NFC com dispositivo móvel, e gerenciamento de memória e bateria da aplicação.

Petróleo e Gás

INIBIÇÃO DE INCRUSTAÇÕES

No projeto *Avaliação de estabilidade e desempenho de produtos químicos por sistemas micro/mesofluídicos*, iniciado em janeiro de 2022, visa-se desenvolver dispositivos micro/mesofluídicos capazes de simular diversas condições de escoamento em dutos de petróleo, com estudos *in situ* relativos à formação e inibição de incrustações, e à avaliação da eficiência de diferentes desemulsificantes na quebra de emulsões do tipo água/óleo. Até o momento, já foi possível realizar a montagem de um sistema eletroquímico em fluxo para induzir a incrustação sob diferentes tipos de escoamento. Através de um método bastante utilizado em eletroanalítica, a cronoamperometria, realizaram-se medidas para análise *in situ*, em tempo real e contínua da cinética de formação de incrustações.



MONITORAMENTO DE INSUMOS QUÍMICOS

O projeto *Desenvolvimento de métodos de preparo de amostra e sensores na área de petróleo e gás* (2019 a 2024), tem como objetivo desenvolver e aplicar uma plataforma microfluídica para o monitoramento de insumos químicos utilizados pela indústria de petróleo, bem como de seus resíduos e derivados presentes na água de processamento e no

óleo bruto. A tecnologia, aplicada na fase de processamento do petróleo, permitirá aumentar o controle sobre as dosagens, os resíduos dos insumos e o monitoramento da qualidade de produtos usados na cadeia, contribuindo para uma maior economia de insumos e para o melhoramento nos níveis de dosagem e eficiência de

processos. O projeto já envolveu a realização de um treinamento e transferência de conhecimento para funcionários do CENPES-RJ (Petrobras). Atualmente, a equipe está dedicada ao desenvolvimento de um aplicativo, para plataforma *Android*, voltado à aquisição e ao processamento dos dados para aplicação em plataformas *offshore*.



Mineração e Metalurgia

DISPOSITIVOS SUPERCONDUTORES

Em 2021 foi assinado um convênio entre o CNPEM e a Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM), líder mundial na produção e comercialização de produtos de nióbio, para cooperação em pesquisa, desenvolvimento científico e tecnológico na área de materiais supercondutores. Essa colaboração visa desenvolver dispositivos supercondutores para o Sirius e alavancar o desenvolvimento de novas tecnologias nesta área, ainda não dominada no país. Além disso, o conhecimento gerado a partir deste acordo poderá propiciar aplicações da supercondutividade como elemento-chave em equipamentos nas mais variadas áreas, incluindo médica, energia, física de partículas, elétrica e eletrônica, defesa, gerando componentes de alto valor agregado e novos produtos de interesse da sociedade. Dada a alta complexidade da supercondutividade, a colaboração entre o CNPEM e a CBMM tem o potencial de acelerar o processo de desenvolvimento e poderá inserir o Brasil no cenário produtor de materiais e equipamentos supercondutores, com níveis competitivos globalmente quanto à qualidade e desempenho. Em 1º de julho de 2022, foi assinado o 2º Termo de Projeto no âmbito desta cooperação, com objetivo de realização do projeto conceitual para a criação de um Centro de Excelência em Supercondutividade, de modo a impulsionar o desenvolvimento de aplicações em áreas e setores estratégicos no cenário tecnológico nacional e internacional.

RECUPERAÇÃO DE ALUMÍNIO

Por fim, cabe destacar que o CNPEM também tem atuação em tecnologias que promovem a conservação do meio ambiente. A Companhia Brasileira do Alumínio (CBA) firmou colaboração com o CNPEM, em 2020 e em 2021, para realização de serviço tecnológico especializado visando o escalonamento do processo de recuperação da fração alumínio em resíduos urbanos. As atividades envolveram experimentos em escala piloto para validação do protocolo desenvolvido pela própria empresa. Por meio da utilização de diferentes métodos e arranjos experimentais, foi possível compreender melhor as condições industriais de produção, replicando-se com sucesso os resultados encontrados em escala de bancada. Segundo Roberto Seno Junior, Gerente de Tecnologia da CBA a parceria com o CNPEM é benéfica para as duas partes, especialmente em caso de novas tecnologias, dado que "o processo de desenvolvimento de novos produtos e soluções exige uma conexão forte com o mercado para responder rápido às demandas e absorver este aprendizado".

BIORREAGENTE PARA FLOTAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO

Para aumentar a sustentabilidade de seus processos produtivos, a empresa Vale e o Instituto Tecnológico da Vale firmaram em 2021 uma colaboração com o CNPEM, cofinanciada pela Embrapii, para desenvolver biorreagentes coletores com alta seletividade para o quartzo, fazendo a flotação reversa de minério de ferro e gerando baixo impacto ambiental. Os resultados já obtidos revelam compostos com desempenho equivalente aos reagentes químicos comerciais e que poderiam ser produzidos de forma biológica.

Papel e Celulose

AVALIAÇÃO DE TOXICIDADE

Em 2021, iniciou-se o projeto destinado a desenvolver uma metodologia inovadora para avaliação de toxicidade e segurança no uso de microfibrilas de celulose, um material de origem renovável e que possui propriedades avançadas. Trata-se de uma iniciativa das empresas Klabin S.A e Suzano S.A, que buscam respaldo técnico-científico para regulamentação do material com

vistas à sua incorporação no mercado nacional. A parceria também conta com o apoio da Associação Brasileira Técnica de Papel e Celulose (ABTCP) e com cofinanciamento da Embrapii. O projeto está no segundo ano de execução e, até o momento, já foi possível realizar a caracterização avançada dos materiais, utilizando diversas técnicas disponíveis no CNPEM.



O que nossos parceiros tecnológicos falam sobre o CNPEM?

POR QUE BUSCAR O CNPEM COMO PARCEIRO EM P&D?

Bruno Lima,
nChem



Os fatores mais importantes nessa decisão foram as **reconhecidas competência e seriedade do CNPEM** em pesquisa em nanotecnologia.

**Flavia Silvas
e Veridiana Frota,**
Instituto
Tecnológico Vale



Esta parceria poderia ter sido feita com uma instituição internacional, mas considerando o interesse no desenvolvimento local, a capacitação do RH, a infraestrutura disponível, e a demanda do ITV por parcerias com instituições conceituadas, com relevância científica, elegemos o CNPEM. Outros pontos decisórios foram o fato de o CNPEM ser uma unidade Embrapii, permitindo o uso destes recursos para fomentar a pesquisa, **a experiência do Centro em trabalhar em projetos em parcerias com empresa, de forma a possuir um ritmo adequado para o desenvolvimento da pesquisa**, o fato de haver pesquisadores dedicados ao projeto e a possibilidade de se alcançar uma escala piloto.”

**Alessandra
Mascarello,
Lisandra Ravanelli
Rosa e Marcos
Antonio Ferreira
Junior,**
Aché



O Aché procurou o CNPEM em busca de trabalhos de Drug Discovery para atingir alvos hot spots e promissores. Para tal, levou em consideração **a robustez, a credibilidade e experiência da equipe técnica**, com histórico de atuação nas áreas de interesse, e a perspectiva de consistência, com visão a médio e longo prazo, que é importante para projetos com cinco anos de duração.

INTEGRAÇÃO ENTRE EQUIPES DAS EMPRESAS E CNPEM NA EXECUÇÃO DOS PROJETOS

Acredito que esse seja o ponto mais forte do projeto, a forte interação entre a nossa equipe e a do LNNano/CNPEM. **Sempre que solicitamos reuniões fomos atendidos prontamente, todos os dados nos foram passados através de relatórios e apresentações.** Ainda, durante a execução tive a oportunidade de visitar presencialmente o LNNano algumas vezes e ver de perto o andamento do projeto, o que foi muito importante para ajustes e melhor entendimento dos resultados.”

A equipe técnica é aberta à discussão, não esconde erros, falhas ou dificuldades, mostrando que existe uma relação de parceria. A equipe é proativa em trazer demandas e soluções ao ITV, demonstrando uma relação de confiança no Instituto.

A proatividade da equipe técnica do CNPEM em trazer novas ideias, em propor experimentos, em adiantar ensaios para os quais os reagentes se encontravam disponíveis e em realizar testes extras que não gerassem impacto sobre o cronograma ou a saúde financeira do projeto, também foi muito positiva para os resultados alcançados. **A preocupação com a gestão dos projetos, com entregar o que necessitava ser entregue no tempo correto** ao longo da parceria de 5 anos, também foi um ponto fundamental para o sucesso deles.

CONTRATANDO UM PROJETO COM O CNPEM

A negociação foi bem tranquila e transparente, todos os pontos importantes para o projeto, do ponto de vista da nChemi, foram discutidos abertamente. A contratação também foi bem rápida e de acordo com o esperado por nossa equipe.

O CNPEM apresenta agilidade em comparação com outros parceiros e a parte administrativa envolve, simultaneamente, várias pessoas, de maneira a compor uma equipe multidisciplinar em que cada parte assume sua responsabilidade. Outro ponto importante foi a celebração de um acordo guarda-chuva, com relativa agilidade mesmo diante de sua complexidade. A formalização de documentações necessárias durante execução do projeto também tem sido ágil e alinhada.





QUE IMPACTOS POSITIVOS O PROJETO EM PARCERIA COM O CNPEM JÁ TROUXE PARA A EMPRESA? QUAIS IMPACTOS DA PARCERIA JÁ PODEM SER OBSERVADOS?

Bruno Lima,
nChemi

—> *Esse projeto faz parte do plano de desenvolvimento da empresa para médio e longo prazo, que visa o aperfeiçoamento dos nossos produtos e a criação de novos métodos de deposição dos mesmos. Os resultados desse projeto, juntamente com os resultados que serão obtidos em novo projeto já contratado com o CNPEM, **permitirão que a empresa tenha um novo modelo de negócio para sua tecnologia através do uso de equipamentos de pequeno porte e automáticos que poderão ser instalados em qualquer local do mundo, expandindo também nossa área de atuação.***

Antônio Simões,
Diretor executivo
de Energia
da Raízen



—> *Tem sido um privilégio participar dessa parceria com o CNPEM e testemunhar a evolução dentro do nosso próprio negócio. Há mais de três anos, trabalhamos em conjunto com a entidade em um projeto denominado 'Sucre', cujo objetivo é estudar os impactos da palha de cana-de-açúcar como uma robusta matéria-prima para produzir bioeletricidade e bioprodutos. No nosso caso específico, os testes são realizados in loco e feitos em cima do sistema de limpeza à seco, método também conhecido como 'sopragem'. O projeto ao todo analisa também a palha proveniente do enfardamento, outra técnica utilizada, e como ela pode auxiliar empresas a potencializarem a eficiência dessa matéria-prima. **Com base nos resultados obtidos, pudemos identificar com mais precisão quais são os impactos positivos que a palha de cana-de-açúcar pode trazer para a Raízen e para o meio ambiente e qual a correta direção que a empresa deverá seguir para maximizar esses ganhos.***

Tedson Luis de Freitas Azevedo,
Especialista em
Desenvolvimento
Agrícola – Zilor



—> *Há seis anos na Zilor, empresa do setor sucroenergético e biotecnológico, mantém uma sólida parceria com o LNBR para o desenvolvimento do conhecimento científico sobre o manejo da palha da cana-de-açúcar no solo. Durante esse período, foi evidenciado o valor energético, nutricional e conservacionista da palha oriunda da colheita crua da cana-de-açúcar, tudo isso tem contribuído na assertividade do manejo do nosso canavial. Atualmente, estamos desenvolvendo o projeto de P&D sobre a qualidade e a fertilidade integral do solo, que visa otimizar o manejo e trazer ganhos de produtividade. Contar com um parceiro como o CNPEM, composto por profissionais da mais alta qualificação e soluções inovadoras para nos apoiar é de **extrema importância para que possamos ampliar o nosso conhecimento e a capacidade produtiva na Zilor.***

Rubens Mattos,
Diretor Técnico da
TecBeer Desenvolvimento
Tecnológico

—> *A parceria do CNPEM com a indústria vem sendo fundamental para o desenvolvimento de soluções biotecnológicas para a produção de bebidas. É um exemplo de atuação eficiente do conhecimento tecnológico do País para geração de produtos, processos, empregos e negócios. **Um ciclo virtuoso que leva o Brasil a um patamar mais elevado de desenvolvimento.***

**Sebastião
Lauro Nau,**
Gerente de Gestão
da Inovação
Tecnológica da
Weg Motores



—> *Para a WEG, foi uma honra e um grande desafio ter participado do projeto Sirius. A possibilidade de participar de um projeto de alta tecnologia com relevantes aplicações para o desenvolvimento da indústria nacional motivou-nos desde o início. Nossa participação no projeto foi o desenvolvimento da tecnologia de fabricação e o fornecimento dos diversos tipos de eletroímãs para o acelerador de partículas, um empreendimento que orgulha toda a comunidade científica e tecnológica do Brasil.*

Sabíamos das dificuldades em atender aos rigorosos requisitos técnicos dos equipamentos solicitados, muito acima daqueles exigidos na fabricação de motores elétricos, mas foi exatamente isso que nos impulsionou a desenvolver essa tecnologia inovadora. Afinal, além de contribuir com a ciência nacional, tínhamos consciência de que todo o aprendizado adquirido poderia ser replicado posteriormente para outros produtos nossos, aumentando nossa competência tecnológica.

Esta parceria mostrou-nos que, conjuntamente, indústria e instituição científica & tecnológica nacional, podem desenvolver tecnologias inovadoras e realizar projetos de elevada complexidade. Hoje, o Sirius orgulha todos os brasileiros e a WEG sente-se honrada e orgulhosa por dar a sua contribuição.

Lara Arinelli,
Senior Researcher
Technology
Management
da Equinor



—> *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 biocombustíveis 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.”*

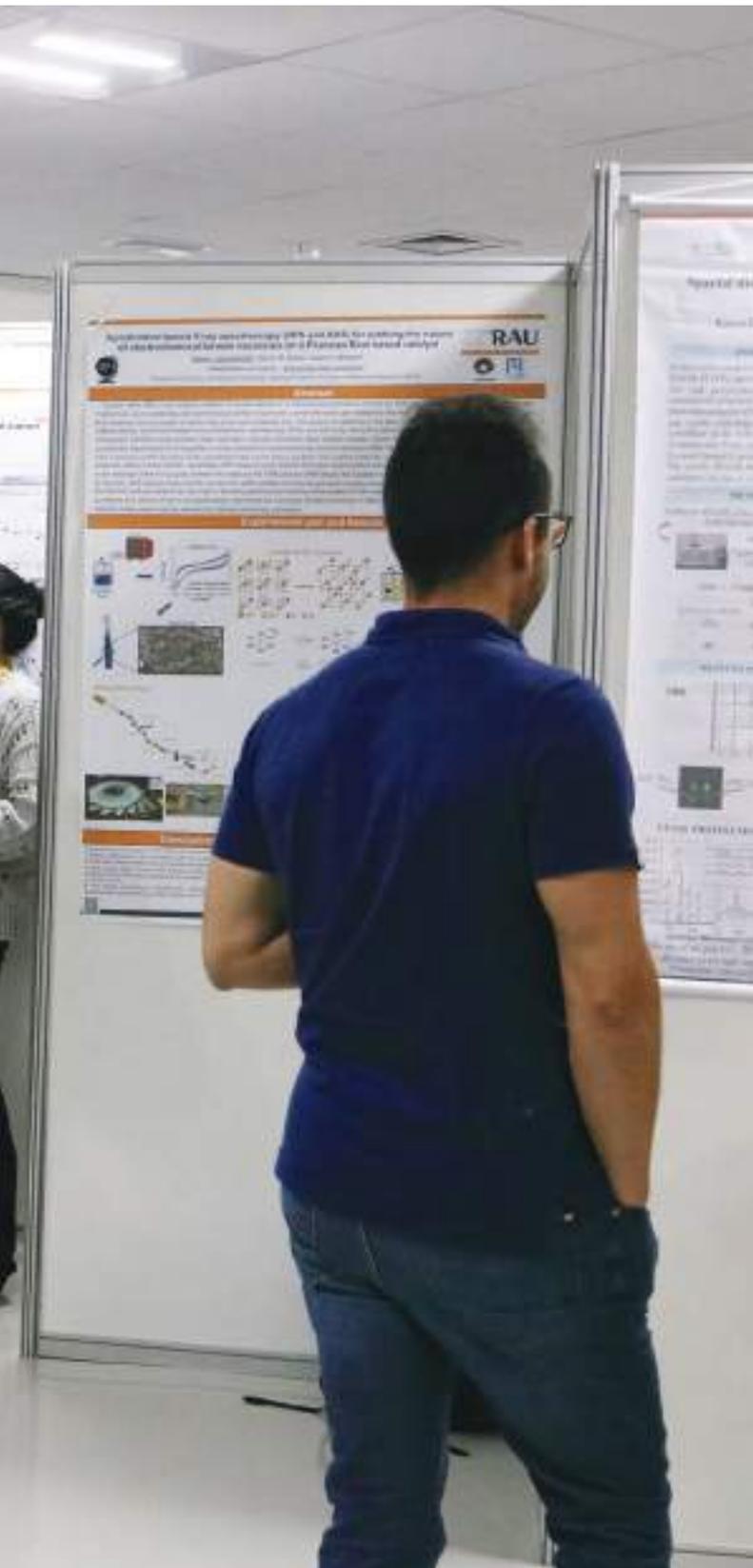




Impulsando Talentos







O fortalecimento das competências de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) em um país está diretamente associado à formação e especialização de recursos humanos capazes de estabelecer uma agenda voltada para a busca de soluções para os principais desafios globais, considerando o contexto regional em que cada nação se insere. O dinamismo do cenário global face aos desafios impostos nas últimas décadas e o estímulo ao estreitamento das relações entre o ambiente acadêmico e industrial exigem profissionais especializados e atualizados em suas respectivas áreas de atuação. São inúmeras as ações associadas à formação de pessoal em atividades de PD&I, desde os cursos técnicos, universidade e pós-graduação até atividades de imersão em ambientes de pesquisa e cursos de capacitação em temas específicos.

A manutenção de uma agenda de oportunidades permanente, abrangente e diversificada garante a renovação do ambiente de pesquisa e a contínua formação de pesquisadores.

Atividades de treinamento e educação são partes integrantes da missão do CNPEM as quais incluem organização de eventos, cursos de capacitação e treinamentos, garantindo ao indivíduo em formação, vivência em um ambiente de pesquisa e desenvolvimento.



Uma escola superior de ciência

ÚNICA E INOVADORA

Para formar cientistas, é necessário um projeto pedagógico integrador e consistente, ancorado por um ambiente que estimula o aperfeiçoamento.

É isso que a Ilum Escola Superior de Ciência se propõe a fazer: algo inédito no Brasil, com abordagem interdisciplinar, em tempo integral, valorizando a ética na pesquisa.

A experiência na Ilum é única. Logo no primeiro semestre, os alunos já se veem imersos na realidade de um ecossistema de pesquisa e desenvolvimento único no País e referência no mundo, o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais

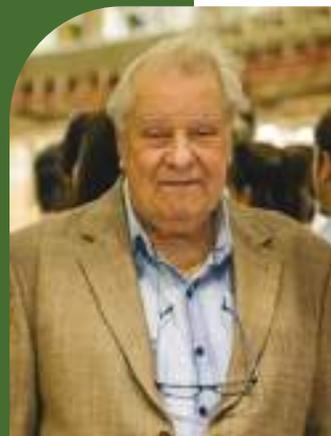
(CNPEM), Organização Social do Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação (MCTI).

Conhecer de perto a experiência dos cientistas em ação, com palestras de pesquisadores e aulas magnas, com a oportunidade de colocar em prática tudo que aprendem em sala de aula, aprender a manusear equipamentos de última geração, testar teorias por meio de aulas práticas e interagir com cientistas que atuam em pesquisas avançadas permitem uma formação precoce do aluno, que sairá para o mercado de trabalho com conhecimentos e habilidades para seguir diferentes carreiras.

“Um exemplo que me deixa muito orgulhoso é a escola de ciência do CNPEM, inaugurada recentemente. Era uma ideia que eu tinha para a formação de um novo tipo de cientistas. É preciso que o biólogo saiba matemática, física e química. É uma escola que pretende agregar os conhecimentos e fazer uma espécie de conversão. Fiz questão de colocar um curso de humanidades. Eu não vejo um cientista de verdade que não seja um bom cidadão. E para ser bom cidadão, ele precisa ter conhecimentos além da ciência.”

Rogério Cezar de Cerqueira Leite

Presidente do Conselho de Administração do CNPEM



FORMANDO CIENTISTAS-CIDADÃOS, CONSCIENTES DE SEU PAPEL NO MUNDO

Para formar cientistas, é preciso, antes, formar cidadãos éticos e participativos na sociedade.

Com uma metodologia baseada na solução de problemas, os conteúdos programáticos da Ilum são agrupados em cinco grandes áreas do conhecimento: ciências da vida, ciências da matéria, ciência de dados, linguagens matemáticas e humanidades. Conhecer as ferramentas que explicam a vida e os fenômenos da natureza, aliado a uma formação humana transversal, com disciplinas como história da ciência, sociologia e história da arte, contribui para uma visão interdisciplinar que prioriza a ética e o olhar crítico nas pesquisas científicas.

LINGUAGENS MATEMÁTICAS, PROGRAMAÇÃO, CIÊNCIA DE DADOS, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E BIG DATA

As linguagens matemáticas são indispensáveis para se fazer ciência. Têm aplicações na física, na química, na biologia. Na Ilum, aprender matemática é compreender verdadeiramente o que representam fórmulas e conceitos, e saber como usá-los para encontrar respostas, caminhando junto com as demais disciplinas.

Os alunos da Ilum recebem uma formação teórica consistente e experimentam esse conhecimento em aulas práticas, dando sentido ao aprendizado.



Modelo Ilum de *Ensinagem*

Uma das características inovadoras da Ilum é o seu modelo de ensinagem *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 nos processos de ensino.

A Ilum por dentro

Área de 2,1 mil metros quadrados, localizada no bairro Santa Cândida, em Campinas, SP

Espaços Integrados para estudos, trabalhos em equipe e convivência

Salas de aula amplas, inovadoras, configuradas em "mesas e cadeiras", equipadas com recursos multimídia e lousas móveis

Laboratórios para aulas práticas

Biblioteca

Estúdio para gravação e edição de vídeos

Infraestrutura pensada para experiência científica

Imersão no CNPEM

No primeiro semestre de 2022, os alunos da primeira turma da Ilum participaram de uma disciplina que abriu as portas dos laboratórios de pesquisa do CNPEM. Visitaram as instalações e tomaram conhecimento dos projetos e atividades de vários pesquisadores. Nesse contexto, assistiram a uma série semanal de palestras dadas por pesquisadores do Centro.

No segundo semestre de 2022, os alunos desenvolveram um projeto na disciplina de Iniciação à Pesquisa I, que combinou atividades teóricas e práticas (laboratoriais) executadas tanto na Ilum como 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. O projeto executado nesse semestre envolveu a temática de nanobiotecnologia, intrinsecamente interdisciplinar. Mais especificamente, foram desenvolvidas a síntese, caracterização, aplicação e análise dos impactos de nanopartículas fluorescentes de sílica (SiPs).





Início das aulas da primeira turma da Ilum

O ano de 2022 é um marco para Ilum Escola de Ciência, por inaugurar as aulas da primeira turma do Bacharelado em Ciência e Tecnologia. Como previsto, o processo seletivo, iniciado em dezembro de 2021, foi concluído no final de fevereiro de 2022. Cerca de duzentos selecionados foram entrevistados. O processo de seleção levou em consideração a análise da manifestação de interesse do candidato, a nota do ENEM, e recebeu um total de novecentas e quarenta e três inscrições, com uma relação aproximada de vinte e quatro candidatos por vaga. Quarenta estudantes integraram a primeira turma, metade deles advindos da rede pública de ensino.

Os estudantes vieram 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 aconteceu no dia 7 de março de 2022.

Dentre os componentes curriculares cursados pelos alunos da Ilum no semestre, vale destacar a imersão em práticas laboratoriais, apresentadas para introduzir de forma inovadora os alunos, desde o início da formação, ao contato com atividades realizadas em laboratório.





Apoio aos estudantes

Um dos diferenciais da Ilum é o apoio oferecido aos estudantes para permanência e dedicação integral ao curso. Na semana da matrícula, os alunos receberam as chaves das moradias equipadas com infraestrutura completa, incluindo roteadores wifi nos apartamentos. Cada aluno recebeu um cartão alimentação e um cartão vale-refeição para custeio de suas despesas durante a permanência em Campinas. No apoio aos estudantes, destacam-se ainda outras três iniciativas: contratação de escola particular para oferta de curso de inglês; contratação dos serviços de atendimento psicoterapêutico, com equipe multidisciplinar e de larga experiência junto à faixa etária; contratação de 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.



O que dizem sobre a Ilum?



Antonio Gomes Souza Filho

Professor titular do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará (UFC), membro da Academia Brasileira de Ciências

*“A Ilum é uma iniciativa inovadora que oferece para os jovens um novo e rico itinerário para uma formação em ciências. As atividades de ensino-aprendizagem serão realizadas em uma ambiência de metodologias ativas com total imersão dos estudantes no dia a dia da pesquisa realizada no CNPEM, centro que atua na fronteira da ciência desenvolvendo pesquisa, instrumentação, e, que por ser aberto e multiusuário, é um espaço que naturalmente articula a comunidade científica (nacional e internacional) e a indústria de diferentes áreas do conhecimento. Esse arranjo cria **uma atmosfera estimulante, desafiadora e fértil para a formação de cientistas inovadores**. A presença forte da computação como habilidade transversal é um diferencial em relação às formações que são tradicionalmente oferecidas pelas universidades. Formar os estudantes por meio da atividade de pesquisa é um movimento inspirador e tem enorme potencial para servir de modelo para implementar mudanças transformadoras no tradicional ensino superior brasileiro.”*

Vanderlei S. Bagnato

Professor titular do Instituto de Física de São Carlos, da Universidade de São Paulo (IFSC-USP)

*“Ter iniciativas para formar jovens mais bem preparados e motivados para aceitarem os desafios que a sociedade nos apresenta é uma das missões mais importantes para progredirmos na direção certa. **Não basta apenas educar, é preciso educar bem; não basta apenas informar, é preciso formar bem, e não basta apenas frequentar a escola, é preciso vivê-la**. Essa missão não é fácil e muitas iniciativas estão sendo feitas para avançarmos. O projeto Ilum Escola de Ciência, do CNPEM, vem procurando inovar para podermos acelerar a formação de nossos jovens, estabelecendo modelos que poderão ser seguidos por muitos. Precisamos dar condições a quem tem firmeza e determinação naquilo que quer.”*

Akiyo Tamura Mello Freire

Diretora da Etec Gildo
Marçal Bezerra Brandão,
Perus, São Paulo-SP

*Ficamos positivamente surpresos e motivados com o alto padrão e nível tecnológico de todas as instalações e maquinários da Ilum, bem como com o corpo docente, que é altamente capacitado e composto por cientistas e pesquisadores, com doutorado e pós-doutorado, com o curso oferecido e com os benefícios concedidos para os alunos aprovados em seus processos seletivos. Iniciativas educativas e formativas como esta transcendem as que hoje são oferecidas no estado de São Paulo e no Brasil. **Permitem que a educação e pesquisa científica alcancem novos patamares, favorecem avanços tecnológicos que serão de suma importância para a boa formação de novos cientistas e pesquisadores, bem como proporcionam o progresso da sociedade.** Tais possibilidades de graduação oferecidas de forma gratuita e com incentivo a estudantes de escolas públicas, tornam mais abrangentes a busca por estudantes interessados em pesquisa, inovação e criação de novas tecnologias e incrementam o surgimento de novos talentos nas diferentes camadas da sociedade.”*

**Rita Maria Cunha de Almeida**

Professora no Departamento de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

*A Ciência é sobre a natureza e utiliza a matemática como linguagem. O que une os dois campos são os experimentos, que caracterizam os fenômenos por medidas quantitativas, abrindo as portas para a modelagem matemática. Tradicionalmente, os bacharelados nas várias ciências (física, química, biologia) focam no aprendizado dos modelos e das técnicas de medidas em uma determinada disciplina. Hoje, a resolução dos problemas aos quais precisamos fazer frente são essencialmente multidisciplinares, e os cientistas aprendem a conversar com outras áreas depois de formados. A Ilum possibilita a formação de cientistas já em contato com diferentes disciplinas, com uma infraestrutura que possibilita experimentos de última geração, facilitando o contato com cientistas de múltiplas áreas. **É uma ideia de vanguarda, proposta sobre bases sólidas, que resultará em uma formação especial para os cientistas que dali saírem: farão diferença nos ambientes em que vierem a atuar.”***



COM A PALAVRA, OS ALUNOS DA PRIMEIRA TURMA ILLUM

"Eu escolhi a Illum por causa da proposta interdisciplinar e também da aprendizagem ativa, sempre gostei de várias matérias diferentes e a interdisciplinaridade o estudo ativo era algo muito importante para mim, eu já tinha pensado até por causa disso procurar estudar fora e eu acreditava que eu não iria encontrar essa proposta dentro do Brasil, mas ao ver a Illum eu percebi que era possível e eu realmente quis vir para cá.

Minha experiência aqui tem superado as minhas expectativas, a convivência com os colegas e com as pessoas que realmente valorizam essas áreas do conhecimento tem sido fantástica e parece que a rotina fica mais leve por causa disso, apesar de ser bem intensa ela é prazerosa quando a gente está com pessoas que tem os mesmos objetivos que a gente. Além disso, todo o apoio que a gente recebe é essencial e tem sido um tempo muito bom.

Sarah Freire

Fortaleza - CE



"O que mais me encanta aqui na Illum, o que eu mais gosto é que os professores estão sempre disponíveis para nos ajudar, para responder dúvidas que a gente tem. Eu fiquei encantada com as matérias que a gente tem, que um tempo atrás eu nunca imaginaria que eu estudaria. Por exemplo, além do átomo de Bohr, a gente sabe que hoje tudo é explicado pela quântica, então eu acho isso fantástico, descobrir novas possibilidades, novos mundos. Além disso, ouvimos muitas palestras de diversos pesquisadores, de outras realidades e vemos como a ciência pode se ramificar para várias áreas do conhecimento."

Eduarda Veiga Carvalho

Montalvânia - MG



"Escolhi a Illum pela oportunidade gigantesca, porque ela fica dentro do CNPEM que é o maior centro de pesquisa da América Latina e porque onde eu estava não teria as oportunidades que eu tenho aqui para desenvolver os meus projetos. Eu chego para qualquer professor e tenho uma ideia eles falam: "pesquisa mais um pouco, essa é ideia válida, vale a pena investir" coisas que nas outras universidades eu não recebi.

Vitor Eduardo Giroto Barelli

Cáceres - MT

Programa de Visitas Institucionais

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 visitas virtuais ao vivo ao Sirius, disponíveis em nosso canal do YouTube, além da produção de um tour virtual chamado CNPEM 360.





Pesquisa como uma garota

Após a pandemia, na retomada do programa institucional de visitas no segundo semestre de 2022, 11% dos visitantes atendidos são de de projetos que incentivam meninas e mulheres a seguirem carreiras em áreas de pesquisa. Confira alguns dos grupos atendidos neste contexto:

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

AMERICAS GIRLS CAN CODE

Representantes do escritório regional da *International Telecommunication Union (ITU)* agência especializada nas Nações Unidas (ONU).

MENINAS SUPERCIENTISTAS

Nasceu em 2019 como uma iniciativa de alunas da Unicamp, com o objetivo de incentivar meninas do Ensino Fundamental II a seguirem a carreira científica



FUTURAS CIENTISTAS

O projeto “Futuras Cientistas”, criado há 10 anos pelo Cetene, se estendeu por todo País em 2023. O CNPEM concentrou 50% das vagas do estado de São Paulo e recebeu 20 alunas e professoras do Ensino Médio, selecionadas pelo Programa. Imersas no ambiente vibrante do Centro, as participantes tiveram contato com ciência de ponta e executaram nove projetos em diferentes áreas.

A mão na massa incluiu o uso da matemática no processamento de dados gerados pelo Sirius – um dos aceleradores de elétrons mais modernos do mundo, síntese de nanopartículas antibióticas e aplicadas à germinação de sementes, manipulação de materiais renováveis para descontaminação de água, imersões em virologia, análises de propriedades de metais aplicados à engenharia, experimentos aplicados a descoberta de fármacos e contato com processos industriais relacionados à biocombustíveis.



Pesquisadoras premiadas

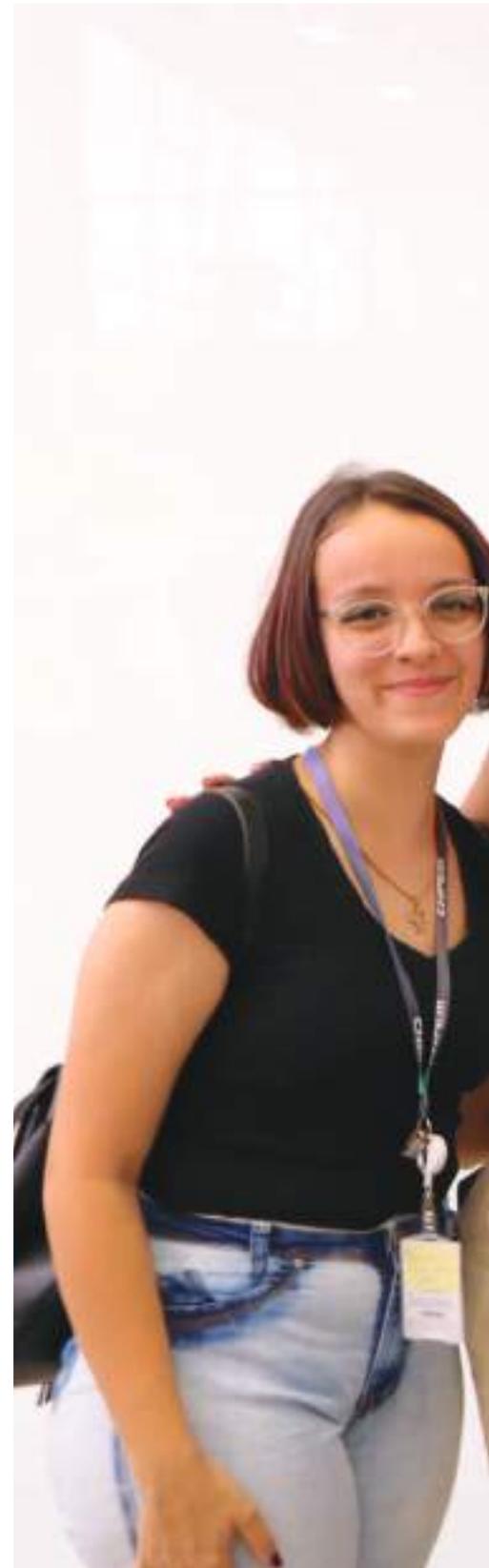
Dentre as pesquisadoras do CNPEM que supervisionaram as estudantes no projeto, estão Ingrid Barcelos, uma das sete laureadas da 16ª edição do prêmio “Para Mulheres na Ciência”, iniciativa da Fundação L’Oréal Brasil, Academia Brasileira de Ciências e Unesco Brasil, que aconteceu em outubro de 2021. Ingrid é física e foi reconhecida por sua pesquisa utilizando a pedra-sabão como material para estudos em optoeletrônica em escala nanométrica.

A XX Edição do *Brazilian Materials Research Society (B-MRS)*, evento Internacional promovido pela Sociedade Brasileira de Materiais, e um dos principais na área de ciência dos materiais do hemisfério sul, premiou em 2022 os trabalhos de três pesquisadores bolsistas do CNPEM, duas mulheres. Raphaela de Oliveira também está na foto, com Ingrid e as estudantes do projeto Futuras Cientistas.

Em fevereiro de 2022, a pesquisadora

Thamy Livia Ribeiro Corrêa, bióloga do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), 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.

Em dezembro de 2021, a engenheira química Andréa Dessen, vinculada ao CNPEM e ao *Institut de Biologie Structurale (IBS)*, com apoio da FAPESP no âmbito do Programa São Paulo Excellence Chair (SPEC), recebeu medalha de prata do *Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)*. O prêmio reconhece a originalidade, qualidade e a relevância do trabalho de pesquisadores em nível nacional e internacional. Resultados de um trabalho cooperativo Brasil-França que investiga antibióticos eficientes contra superbactérias.







Nos últimos anos tenho acompanhado grupos de alunos do Ensino Médio do Colégio Miguel de Cervantes em visitas ao CNPEM, em um **projeto cujo principal objetivo é conhecer e divulgar o desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro para a comunidade escolar**. Os alunos desenvolvem um trabalho prévio de pesquisa sobre os laboratórios com foco nas implicações ambientais, sociais e éticas da Ciência e da Tecnologia, e ao conhecerem o Centro ficam impressionados com a qualidade e dimensão das pesquisas realizadas, com a tecnologia de ponta e pesquisadores altamente qualificados em desenvolver soluções criativas nas áreas de energia, materiais e biociências. A experiência enriquece a formação dos estudantes.

Andreza Fernanda Concheti

Professora no Colégio Miguel de Cervantes, em São Paulo SP

A Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) – Unidade Frutal realizou em 2019 a “1ª Feira de Ciências da UEMG: Inovação e Meio Ambiente”, financiada pelo CNPq, que contou com a participação de alunos de escolas públicas de Frutal-MG. Os 5 melhores trabalhos foram premiados com uma visita técnica ao CNPEM durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia em novembro de 2019. O grupo de visitantes foi composto por 5 professores e 25 alunos da rede básica de ensino, além de 5 docentes e 4 alunos do Mestrado em Ciências Ambientais da UEMG. A visita contemplou as instalações do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) e do Sirius, no qual tiveram a oportunidade de conhecer a rotina de trabalho dos pesquisadores e suas contribuições no desenvolvimento de ciência e tecnologia. Apesar do grupo de visitantes heterogêneo, todos aproveitaram a visita, relatando uma experiência inesquecível. Entre os pontos a serem mencionados destacam-se a organização, receptividade, divulgação científica, programas de estágio e, claro, a magnífica estrutura. **Todos os brasileiros deveriam conhecer o CNPEM para visualizar, na prática, a posição de vanguarda do país em desenvolvimento científico.**

Gustavo Costa

Professor na Universidade do Estado de Minas Gerais

Nossa visita ao CNPEM fez parte da Programação do IV Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação, realizado pela Associação Brasileira de Economia Industrial e Inovação (ABEIN) na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) em setembro de 2019. A visita foi muito procurada pelos participantes do evento já na divulgação, e tivemos um número grande de interessados, que tinham interesse em conhecer as instalações do projeto Sirius e ter mais informações sobre a área de inovação do CNPEM, tema diretamente relacionado aos interesses de pesquisa de boa parte do grupo. **Visitar o CNPEM é uma grande oportunidade para conhecer um centro de pesquisa em ciência e tecnologia de relevância mundial, que segue um modelo que ainda é pouco utilizado no Brasil, onde a pesquisa em ciência e tecnologia está concentrada nas universidades.**

Camila Ventura

Núcleo de Economia Industrial e da Tecnologia – NEIT
Instituto de Economia – Unicamp



CIÊNCIA ABERTA

O CNPEM promove anualmente, desde 2016, o evento “Ciência Aberta”, em que o campus e suas instalações científicas são abertas para o público durante um sábado, com a realização de dezenas de atividades gratuitas, como visitas, oficinas, mostras, palestras e workshops.

O público do evento cresce a cada ano, tendo atingido 16 mil pessoas na última edição, em 2019. A iniciativa foi suspensa devido à pandemia de COVID-19 e deve ser retomada em breve. Confira o vídeo do último Ciência Aberta em <https://youtu.be/TS-3j783EJo>





Eventos CNPEM

Entre os anos de 2010 e 2022 o CNPEM promoveu cento e quatorze eventos de capacitação que, em conjunto, beneficiaram mais de quatro mil participantes. A multiplicidade de competências e técnicas experimentais presentes no Centro e sua atuação em temas estratégicos reflete diretamente em sua agenda de capacitação. Os eventos promovidos abrangem treinamentos teóricos e práticos sobre diferentes temáticas, incluindo inúmeras escolas e workshops para preparar e habilitar novos pesquisadores em técnicas de luz síncrotron, microscopias e outros métodos disponíveis nas instalações abertas, além de eventos em temas contemporâneos relacionados à C&T, como métodos alternativos ao uso de animais, nanotoxicologia, biotecnologia industrial.

Estas iniciativas contribuem para a contínua ampliação do universo de usuários externos do Centro, representam importante ferramenta de treinamento em práticas já instalada em outras instituições no país e exterior, promovem a troca de conhecimento, incentivam colaborações e favorecem o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.

A seguir, alguns dos eventos promovidos pelo Centro são apresentados.



REUNIÃO ANUAL DE USUÁRIOS (RAU)

A Reunião Anual de Usuários é um evento organizado pelo Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) e que reúne os pesquisadores que utilizam o Sirius para realizar experimentos de ponta em áreas como ciência de materiais, saúde e farmacologia, ciência ambiental, energia, biotecnologia, óleo e gás, entre outras.

A RAU tem como objetivo promover debates, a troca de experiências e a integração da comunidade de usuários de ferramentas que exploram os espectros da luz síncrotron. É um importante fórum de discussão, avaliação e apresentação de propostas de melhoria da infraestrutura de pesquisa e do instrumental científico disponível no Laboratório, e representa, ainda, uma oportunidade de troca de informações sobre as pesquisas em realização nas estações experimentais existentes e por vir.

A programação das reuniões inclui: apresentações sobre aplicações da luz síncrotron e instrumentação associada; comunicações, orais ou em pôsteres, de trabalhos experimentais realizados no LNLS ou em outros laboratórios de luz síncrotron; apresentações e discussões sobre projetos de linhas de luz e de pesquisas associadas; relatórios sobre o andamento das atividades e perspectivas do laboratório.

A participação da comunidade científica é essencial para descrever suas necessidades e expectativas em relação à nova fonte. A reunião da RAU é o lugar ideal para fomentar esse debate.



INDUSTRIAL BIOTECHNOLOGY AND SYNTHETIC BIOLOGY (IBSB) - ENZYMES FOR BIORENEWABLES

O evento fez parte de uma série de workshops (Biotecnologia Industrial e Biologia Sintética - IBSB) promovido pelo Laboratório Nacional de Biorrenováveis, (LNBR/CNPEM) com o objetivo de abordar os principais desafios da Biotecnologia. Nesta edição, foram discutidos os resultados de pesquisas mais recentes sobre prospecção e design de enzimas, enzimas ativas em carboidratos e mecanismo de enzimas redox, bem como o desenvolvimento de plataformas microbianas para a produção de enzimas industriais. Espera-se que este evento crie um espaço acolhedor para discussões e networking entre os participantes, que são formados por alunos de graduação e pós-graduação, profissionais, professores e pesquisadores que atuam na área de Biotecnologia Industrial no Brasil. O evento foi realizado como uma reunião totalmente online devido à pandemia do COVID-19.

“Esta 3ª edição do Workshop IBSB, tal como as que a antecederam, foi primorosa pelo elevado nível acadêmico e pela atmosfera informal o que muito contribuiu para que houvesse grande participação do público. O conjunto de palestrantes foi particularmente bem selecionado. Tivemos uma excelente diversidade de temas e abrangência de técnicas, bem como de representatividade entre os palestrantes, o que fez desse evento um dos melhores que participei nos últimos tempos.”

Munir Salomão Skaf,

Professor Titular, Universidade Estadual de Campinas

MACHINE LEARNING SCHOOL

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.





XI PROTEOMICS WORKSHOP

O Proteomics Workshop, já em sua décima primeira edição, contempla palestrantes nacionais e internacionais. O evento é organizado a fim de estimular a troca de informações científicas sobre projetos da área de Proteômica e Espectrometria de Massas, incentivar a formação de novos núcleos de investigação nesta área no Brasil e promover o esclarecimento de dúvidas dos participantes.

A iniciativa também contribui para o intercâmbio de novas tecnologias, o estreitamento da relação entre pesquisadores brasileiros e internacionais e para a difusão de conhecimentos na comunidade científica.

A excelência do Workshop é reconhecida pela comunidade científica de todo o Brasil.

“Sempre procuro participar dos Workshops do LNBio, que trazem palestrantes influentes na área de proteômica. Temos a oportunidade de discutir e aprender sempre algo novo em espectrometria de massas. O evento sempre traz o que há de mais moderno em proteômica, que é um ramo em que as mudanças acontecem muito rapidamente.”

Carlo de Oliveira Martins,

que trabalha com suporte aos experimentos de espectrometria de massas aos pesquisadores do Norwich Research Park



CRYO-EM WORKSHOP

Um novo evento presencial realizado pelo LNNano com a retomada das atividades presenciais no campus do CNPEM este workshop prático aborda aspectos essenciais da preparação de amostras, aquisição de dados e processamento de dados para Criomicroscopia eletrônica de partícula única. O curso destina-se a alunos de doutorado, pós-doutorandos e pesquisadores iniciantes na área ou que já estejam utilizando a uma das técnicas mais avançadas no mundo.

“Cheguei ao workshop com muito pouco ou conhecimento superficial das técnicas envolvidas na Cryo-EM. Foi uma grande oportunidade para perceber os requisitos e potencialidades das diversas técnicas, bem como as potencialidades e aplicações destes instrumentos. Saio do LNNano com entusiasmo para pensar em questões científicas mais desafiadoras para um futuro próximo.”

Otávio Henrique Thiemann

Instituto de Física de São Carlos/
Universidade de São Paulo, USP

EVENTOS DA PLATAFORMA REGIONAL DE MÉTODOS ALTERNATIVOS AO USO DE ANIMAIS DE EXPERIMENTAÇÃO - PREMASUL

A Plataforma Regional de Métodos Alternativos ao Uso de Animais de Experimentação - PReMASUL, comandada pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), promove todos os anos diversos cursos voltados à capacitação de recursos humanos na área de métodos alternativos aos usos de animais. O Laboratório Nacional de Biociências (LNBio) do CNPEM é um dos Laboratórios Centrais da Rede Nacional de Métodos Alternativos (RENAMA) e tem organizado e sediado de diferentes workshops da Rede. Os eventos reúnem pesquisadores e profissionais do MERCOSUL e promovem a interação, capacitação em métodos e técnicas alternativos e a formação de parcerias entre a indústria e instituições de pesquisa.

“As instalações e competências instaladas no CNPEM contribuem e viabilizam inúmeros avanços e produções científicas em pesquisa básica e aplicada no país.”

Kelen Fabiola Arrosteia

Natura Cosméticos





IMAGEM: DEEPMIND/UNSPASH



CURSO DE INTRODUÇÃO À NANOTECNOLOGIA & NANOTOXICOLOGIA

Estudantes de graduação, pós-graduação, pós-doutores, profissionais da indústria e empresários, servidores de órgãos do governo interessados em obter uma visão geral do estado da arte da pesquisa em nanotecnologia, nanotoxicologia e nanosseguurança já participaram das 6 edições deste curso gratuito de três dias de duração. Com vagas concorridas, conteúdo transdisciplinar e palestrantes renomados, o workshop aborda produção, processamento, modelagem, caracterização e aplicações industriais de nanomateriais bem como a toxicologia e avaliação de potenciais riscos dos nanomateriais para a saúde humana, animal e ambiental, políticas públicas, segurança, legislação e marco regulatório da nanotecnologia no Brasil.

“O principal desafio da minha área de estudo está no desenvolvimento de uma regulação da nanotecnologia que garanta o equilíbrio entre os benefícios e riscos por ela criados.”

Ivandick Cruzelles Rodrigues,

PhD. Advogado. Pesquisou em seu doutorado aspectos jurídicos da nanotecnologia visando o desenvolvimento de uma legislação preocupada em assegurar o desenvolvimento desse novo campo científico, sem, contudo, olvidar da segurança das pessoas e do meio-ambiente. Ele foi participante da terceira edição do Intronanotox, enquanto ainda estudante de doutorado, e palestrante na quinta edição do curso, já professor de Direito do Trabalho e Seguridade Social no Mackenzie



REUNIÃO HIDROGÊNIO VERDE

Em 26 de agosto de 2022 o CNPEM promoveu o primeiro workshop sobre o tema Hidrogênio Verde, visando uma frutífera discussão sobre o cenário atual do Brasil na produção dessa nova fonte de energia. Discutiram os principais desafios, perspectivas e colaborações entre a academia e setor produtivo no desenvolvimento de novos materiais e tecnologias. No período da manhã, o vice-presidente da Associação Brasileira de Hidrogênio fez um breve relato dos desafios, direções e avanços no desenvolvimento de tecnologias para produção de H_2 no Brasil ressaltando ainda o interesse dos países estrangeiros e necessidades locais. Em seguida, representantes da academia que lideram grandes projetos de pesquisa e desenvolvimento na área fizeram apresentações reportando os avanços científicos e também tecnológicos alcançados nos últimos anos com suporte financeiro estatal, federal e também de empresas. Ao final, ficou bastante evidente a relevância desse tipo de evento, pois só reunindo academia e setor produtivo seremos, de fato, capazes de concretizar o desafio de ter uma sociedade livre de emissão de CO_2 , desejo esse firmado no acordo de Paris e renovado nos encontros da Conferência do Clima da Organização das Nações Unidas.





Programa Bolsas de Verão

A retomada do Programa Bolsas de Verão em 2022, em sua 30ª edição teve recorde de inscritos, e recebeu estudantes de 19 estados do Brasil, além do México, Equador, Chile e Colômbia.

Anualmente, nos meses de janeiro e fevereiro, o CNPEM recebe estudantes de graduação para desenvolverem projetos internos de pesquisa com a supervisão de pesquisadores dos quatro laboratórios nacionais. Em 2020 foi realizada a 29ª edição deste evento que já reuniu aproximadamente 400 participantes. Cada estudante selecionado para participar do Programa é orientado – de modo individualizado – e o desafio é desenvolver um projeto proposto pelo orientador e apresentar os resultados em um seminário e relatório final de pesquisa. Em 2021 e 2022, diante das restrições impostas pela pandemia de COVID-19, o programa não aconteceu, mas as inscrições foram retomadas com força total para a edição de 2023, somando 1029 inscritos de 26 Estados do País, com exceção do Acre, assim como representantes de 11 países da América Latina e Caribe: Argentina, Chile, Colômbia, Costa Rica, Equador, Guatemala, México, Paraguai, Peru, Uruguai e Venezuela. Estes mais de mil inscritos concorreram a 32 vagas em 2023.



A imersão de estudantes no dia a dia do Centro pode revelar talentos e conexões duradouras e produtivas.



*Fui bolsista do programa em 2003, quando estava iniciando o terceiro ano da graduação em Ciências Biológicas. Meu projeto consistiu em obter cristais de duas proteínas, eu tinha pouca experiência prévia mas consegui cumprir a maior parte do que foi proposto. (...) O programa permite um aprendizado intensivo e aprofundado, que ocorre durante o desenvolvimento de um projeto científico. **Aprende-se em menos de dois meses o que geralmente um graduando aprende em um semestre ou um ano, com acesso a tecnologias que não estão disponíveis na maioria dos laboratórios do Brasil e América Latina.***

Juliana H. Costa Smetana

Participante do PBV 2003
Foi pesquisadora do CNPEM e dedicada a pesquisas na área de sinalização celular, biologia do câncer e doenças infecciosas no LNBio, e é hoje professora na Ilum – Escola de Ciência



Foi uma das experiências mais singulares em minha carreira científica, principalmente, pela grande exposição à pesquisa de ponta, seriedade dos pesquisadores com os bolsistas, e a intensidade de trabalho que é altíssima. Nesses dois meses, pude realizar muito mais experimentos do que tipicamente obtinha em condições normais.

Mário Murakami

Participante do PBV 2002
e diretor científico do LNBR, também coordena pesquisas sobre enzimas e microrganismos para fins biotecnológicos



Particpei do PBV quando estava no último semestre do curso de Farmácia (UFSC) e **sem dúvida foi uma experiência decisiva para a minha carreira**. Pela primeira vez tive contato com as áreas de biologia estrutural e radiação síncrotron. (...) A interação com os outros participantes do PBV e pesquisadores do Centro é um aspecto muito importante do programa, as atividades paralelas ao projeto de pesquisa permitem ter uma visão multidisciplinar e expandir as possibilidades científicas. Certamente o programa tem um papel muito importante na ciência do Brasil e América Latina, pois permite a interação de estudantes no início da carreira com pesquisadores experientes e, mais importante, apresenta as inúmeras possibilidades da radiação síncrotron

e demais técnicas disponíveis no CNPEM, que muitas vezes não são conhecidas pelos estudantes (...) Lembro que fiquei impressionado com as instalações do UVX (LNLS) e a linha de luz MX2 (cristalografia de macromoléculas), sem dúvida a experiência na linha de luz foi determinante para a minha carreira. A filosofia de laboratórios abertos, o que permite que os pesquisadores de todo mundo, e principalmente da América Latina, tenham acesso a instalações de ponta também me deixou muito impressionado
Andrey F. Ziem Nascimento

Participante do PBV 2009 pesquisador do CNPEM e trabalha na linha de luz Manacá do Sirius



Primeiro eu fui Bolsista de Verão, depois fiz meu doutorado usando a estrutura daí (CNPEM), depois o pós-doc usando a estrutura daí. Iniciei minha atividade de pesquisa com acesso a essa infraestrutura. O acesso ao CNPEM ajudou a alavancar meus quatro primeiros anos de carreira. Eu tinha uma capacidade de produzir as proteínas, mas não tinha como testá-las, do ponto de vista de acesso a tecnologias de ponta. Isso eu fiz usando o CNPEM.

Julio Cesar Borges

Participante do PBV 2000 é professor e pesquisador do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQSC), foi usuário do UVX, antiga fonte de luz síncrotron do LNLS, das instalações de Ressonância Magnética e Laboratório de Espectroscopia e Calorimetria no LNBio e é usuário da criomicroscopia no LNNano. Foi bolsista no Programa Bolsas de Verão no ano 2000



Atualmente, na Colômbia, estou trabalhando em minha tese, que está relacionada a tecidos musculares, e estou muito interessada em aprender mais sobre engenharia de tecidos e biologia molecular. As opções de pesquisa aqui estão relacionadas à saúde e tecidos, então notei que poderia ser uma grande oportunidade.

Sofia Machado

Engenharia Biomédica
Universidad Militar Nueva
Granada – Colômbia



Eu conhecia o acelerador de partículas. Tive um professor que participou do Programa Bolsas de Verão (...) Fazer parte do programa me fez entender que caminhos posso seguir após a graduação (...) Aprendi o que faz um engenheiro físico! Vem trabalhar no CNPEM.

Alexandra A. Ponte

Engenharia Física – Universidade
Federal do Rio Grande do Sul



Programa Unificado de Estágios (PUE)

O Programa Unificado de Estágios (PUE) do CNPEM é uma ação voltada para estudantes de cursos técnicos e de nível superior que buscam oportunidades em áreas científicas, tecnológicas e de gestão do Centro. A interação direta com a equipe de especialistas e o constante acompanhamento das atividades desempenhadas pelos estagiários confere características de aprendizagem e desenvolvimento que são pontos marcantes do programa. No período de 2010-2020, o PUE cresceu significativamente, passando de 25 vagas em 2010 para 85 vagas em 2020 – o que corresponde a um crescimento de 240%. As oportunidades para engenheiros em formação apresentam o maior crescimento passando de 11 vagas em 2010 para 43 em 2020. Em 2021, 117 jovens estudantes realizaram atividades de apoio em diversas áreas do CNPEM, e até o fim do primeiro semestre de 2022, 138 jovens estudantes realizaram atividades de apoio em diversas áreas do CNPEM, concentrando-se em mecânica e eletroeletrônica (nível técnico) e engenharias (nível superior).

Diversos estudantes que ingressaram no CNPEM como estagiários fizeram suas carreiras e cresceram com o Centro, desenvolvendo aptidões avançadas em um ambiente estimulante, em constante transformação e com desafios crescentes.



Consegui a vaga de estagiário no CNPEM, em maio de 2003, no Grupo de Ímãs do LNLS. Estava no terceiro ano da Faculdade de Engenharia Elétrica e Telecomunicações e, após dois anos de muita dedicação, tinha acabado de ser promovido para uma vaga de coordenador técnico-comercial. A natureza do trabalho no CNPEM, a possibilidade de trabalhar com tecnologia de ponta, no desenvolvimento de novas tecnologias e focar, efetivamente, na área técnica, me motivaram a largar um emprego com garantias e começar a estagiar! O Grupo de Ímãs estava trabalhando na especificação e projeto de um componente para o acelerador que integrava diversas áreas, como: mecânica, automação, magnetismo, sistemas de controle, desenvolvimento de software, sistemas de vácuo. Foram anos de dedicação em um projeto de ponta, que permitiu meu desenvolvimento em áreas que não havia imaginado na faculdade. O estágio permitiu aplicar conceitos e teorias aprendidas, interagir com especialistas de diversas áreas, tanto do CNPEM quanto de outros laboratórios nacionais e internacionais, mas permitiu, especialmente, um desenvolvimento técnico muito superior ao que eu teria somente na faculdade.

James Francisco Citadini

foi estagiário de nível superior no LNLS, no período de 2003-2005. Atualmente, é Gerente de Engenharia do CNPEM



Iniciei meu estágio no CNPEM no ano de 2010, na primeira edição da seleção unificada de estagiários. Já no processo seletivo, achei muito interessante a atenção dada aos candidatos e a maneira como o processo foi conduzido, evidenciando através da seriedade e atenção, a importância que o CNPEM dava ao processo de estágio. Na época, tive a opção de escolher entre 3 vagas, passando por entrevista pelos gestores/pesquisadores responsáveis por cada uma delas. Optei por estagiar no grupo de sustentabilidade, no recém-inaugurado CTBE, hoje LNBR. O grupo era composto por 4 pesquisadores, que faziam questão de incluir os estagiários em todas as atividades. Comecei a trabalhar com modelos de avaliação de critérios de sustentabilidade para biocombustíveis, avaliando questões como uso da terra e uso de recursos naturais, como água, na produção de biocombustíveis. Aprendi como aplicar diferentes metodologias na avaliação de sustentabilidade, tendo contato com conceitos matemáticos, econômicos, sociais e ambientais. Foi, realmente, uma época de grande aprendizado técnico.

Thayse A. D. Hernandez

foi estagiária de nível superior em 2010 e também no período de 2011-2012. Atualmente, é pesquisadora no LNBR



Professores passam por imersão na atmosfera de pesquisa e desenvolvimento de fronteira do Centro

Como compreender as ciências representadas por números e gráficos em suas aplicações reais? No CNPEM, ciências como física, matemática, química e biologia protagonizam muitos projetos. É através de seu domínio que pesquisadores buscam soluções para os problemas que enfrentamos. Aqui as ondas, gráficos e reações se tornam energia, luz, movimento, atritos, respostas e trazem novos sentidos para as teorias dos livros didáticos.

Na Escola Sirius para Professores do Ensino Médio (ESPEM), evento promovido pelo CNPEM, em parceria com a Sociedade Brasileira de Física (SBF), professores das redes municipal, estadual, federal e privada de todo País têm a oportunidade de se tornar novamente alunos, em uma experiência de imersão na atmosfera de pesquisa e desenvolvimento de fronteira do CNPEM, com o objetivo de levar ideias da ciência moderna para as salas de aula.

Desde 2019, a ESPEM já atendeu mais de 500 professores de Física, Química e Biologia de todo País. Com aulas teóricas e práticas, ministradas pelos pesquisadores do CNPEM e palestrantes convidados das áreas de educação e ciências, o principal objetivo da escola é estimular os professores a levarem ideias da ciência moderna para as salas de aula onde atuam.



A trajetória do CNPEM e o uso da luz síncrotron mudou o rumo da história da física nacional, a partir das perspectivas inter e multidisciplinares, oferecendo exemplos reais de como as ciências produzem em conjunto. Para o ensino de educação básica, técnica e superior, o CNPEM promove para além do treinamento tecnológico e científico, a continuidade de sonhos alinhados com o desenvolvimento estratégico e sustentável. A Escola Sirius para Professores do Ensino Médio (ESPEM) permite que a experiência dos professores do ensino de física seja diferente. Esta citada escola cria estratégias políticas, pedagógicas e de formação docente no Ensino de física, mobilizando professores para construir práticas para o ensino da física das partículas, para que jovens e adultos entendam que os fenômenos físicos estão presentes na vida cotidiana.

Taneska Santana Cal

Professora do Colégio
Estadual Alberto
Santos Dumont, Salvador - BA

“A experiência foi incrível do início ao fim. As apresentações foram de extrema relevância para a minha atuação em sala de aula. Coisas que nunca imaginava foram apresentadas de forma didática acessível aos estudantes do Ensino Médio. A ESPEM com certeza acrescentou à minha formação docente.”

Khelbes Roberto da Silva

(GO)

“A ESPEM é um evento fantástico, muito bem estruturado e com conteúdos atuais. Os palestrantes são excelentes e ensinam de forma clara. Seria excelente se todos os professores pudessem participar de eventos como esse.”

Kelly de Souza do Nascimento Vieira

(ES)



Cápsula da Ciência: CNPEM em Turnê pelo Brasil

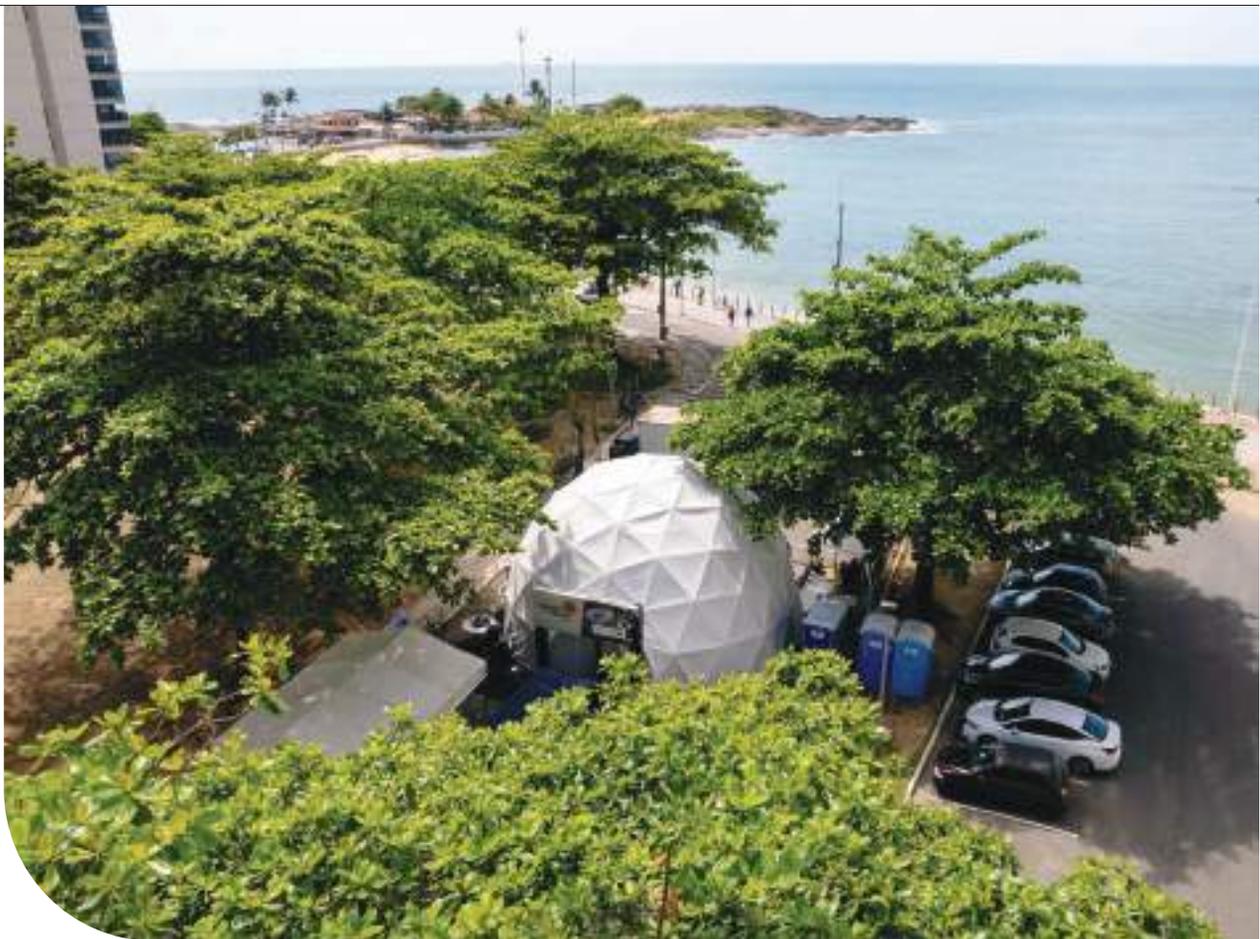
Entre 10 de outubro e 21 de dezembro de 2022, o CNPEM percorreu mais de 9 mil km com o projeto Cápsula da Ciência. Visitantes de todo Brasil fizeram um mergulho pelo mundo microscópico em um domo geodésico de 95m². Por meio de um vídeo 360 graus, a experiência digital imersiva proporcionou aos estudantes 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.

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). 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.

De acordo com o Prof. Dr. Ângelo Pitanga, do Instituto Federal de Lagarto/SE, "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"

Além da experiência imersiva, os visitantes conheceram as instalações do CNPEM por meio do



Tour Virtual 360, exploraram a maquete interativa do Sirius e conheceram detalhes sobre a Escola de Ensino Superior em Ciência e Tecnologia, a Ilum. João Cléyver da Silva Fernandes, de 9 anos, que mora em Quixeramobim/CE, declarou que nunca havia participado de 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”.

O projeto recebeu a visita de cerca de 14 mil crianças e adultos das cinco regiões do Brasil. Dentre os 6.808 visitantes que responderam a pesquisa qualitativa aplicada durante a Cápsula da Ciência, 46% eram estudantes do Ensino Médio e outros 53% de Ensino Fundamental II e Ensino Superior. A pesquisa também

verificou que 62% dos visitantes nunca tinham ouvido falar no CNPEM, demonstrando a importância em levar projetos itinerantes para a sociedade.

Para Helena dos Santos Alves, que tem 13 anos e mora em Campinas/SP, o que mais chamou atenção na Cápsula da Ciência foi o trabalho dos cientistas: “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”.

Em relação às sensações experimentadas, cerca de 70% classificaram com nota máxima as emoções de satisfação, alegria, orgulho e inspiração sobre a ciência realizada no CNPEM. Entre as palavras utilizadas para definir a experiência, as mais apontadas foram “interessante, incrível, maravilhosa, legal, diferente, única”.



“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 o centro desenvolve enquanto pesquisa tecnológica, o que ampliou a minha visão sobre as pesquisas nas áreas ambiental, educacional, geológica, arqueológica e da saúde”.

Sara Amarin



Guarapari/ES, público da Cápsula

“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, público da Cápsula





CNPEM 360

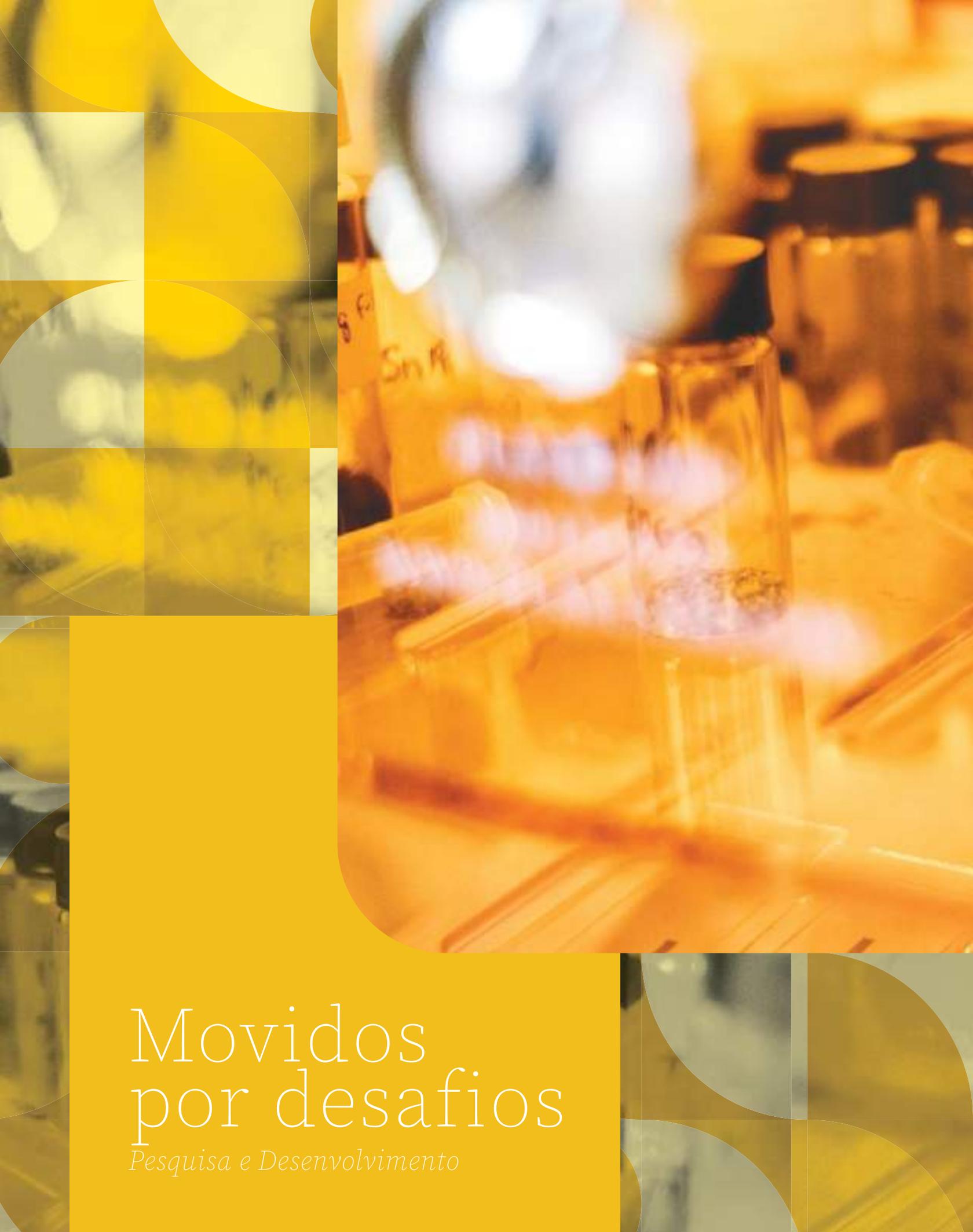
Digitalizar para ir além: Ciência de ponta ao alcance de um clique em qualquer lugar do Brasil e do mundo! O período de pandemia alavancou o projeto de tour virtual ao CNPEM. Com recursos do Programa Ciência Na Escola, iniciativa do MEC e do MCTI, o CNPEM produziu uma ferramenta de imersão inédita em laboratórios. A plataforma digital CNPEM 360 permite que visitantes de qualquer região do planeta, usando navegadores de internet instalados em computadores, smartphones e tablets, criem seus próprios roteiros de visitas pelos diversos laboratórios do Centro, incluindo o interior do Sirius. Por meio do CNPEM 360 é possível conhecer detalhes da infraestrutura científica que é usada por pesquisadores e empresas. Ao longo do roteiro, por meio de recursos multimídia, pesquisadores do Centro dão detalhes sobre as diversas áreas de atuação do CNPEM, apresentam resultados de pesquisas que vêm sendo realizadas e demonstram o funcionamento de algumas das ferramentas científicas usadas para impulsionar o conhecimento. Em 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.



POR DENTRO DO CNPEM

O anuário Por Dentro do CNPEM é uma publicação bilingue destinada ao público geral, que apresenta destaques e realizações importantes do Centro e de seus colaboradores nos anos anteriores. Um levantamento de artigos de destaque, eventos, novas tecnologias e matérias relevantes para demonstrar a constante busca por soluções e aprimoramentos da equipe e da infraestrutura do CNPEM voltadas à produção científica e tecnológica brasileira e mundial.





Movidos por desafios

Pesquisa e Desenvolvimento



O modelo de Laboratório Nacional

No pós-guerra, com o vertiginoso progresso da Ciência e Tecnologia, perceberam os governos dos Estados Unidos da América (EUA) e de países europeus industrialmente avançados que as práticas tradicionais na realização de pesquisas já não eram suficientes e que os novos limites do conhecimento exigiriam maiores equipamentos e grandes concentrações de esforços. Nos EUA surgiram inicialmente laboratórios de grande porte associados a Universidades, como também em países da Europa. Posteriormente foram criados os Laboratórios Nacionais, muitos deles abertos a pesquisadores de Universidades e da Indústria. Somente o Departamento de Energia dos EUA dispõe de 17 dessas

instalações com um orçamento anual de cerca de 15 bilhões de dólares.

No início da década de 80, a comunidade científica brasileira em conjunto com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, optou por um equipamento fundamental para pesquisas no setor de materiais, biologia molecular e energia, tal seja, um síncrotron produtor de radiação eletromagnética. Foi então criado o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS). Nos anos seguintes, recursos humanos foram treinados, promissores grupos de pesquisas se constituíram em torno de temas estratégicos e novas agendas de pesquisa, desenvolvimento e inovação emergiram como desafios



para o mundo contemporâneo. Neste contexto, surgem os Laboratórios Nacionais: de biociências (LNBio), de nanotecnologia (LNNano) e biorrenováveis (LNBR).

O conjunto de técnicas, competências e equipes dispostas e integradas nos Laboratórios Nacionais do CNPEM, incluindo mais recentemente a Ilum, constituem um arranjo sem par no Hemisfério Sul e conferem singularidade e competitividade global ao CNPEM.



O CNPEM alia a ciência básica e aplicada de qualidade internacional em diversas áreas do conhecimento a uma forte interação com a indústria, uma combinação que se mostrou vitoriosa em diversos países. O CNPEM tem se destacado tanto pelas publicações em revistas de grande prestígio quanto por suas contribuições valiosas para a indústria nacional e para a sociedade brasileira, em temas como energia, saúde e meio ambiente. Com pesquisadores de alta competência em diversas áreas da ciência e da tecnologia trabalhando cooperativamente, demonstra que é possível realizar

projetos no país que estejam na fronteira do conhecimento internacional. A realização do ambicioso projeto Sirius, uma das primeiras fontes de luz síncrotron de quarta geração e a mais brilhante de todos os equipamentos em sua classe de energia, é uma vitória da ciência e da engenharia nacionais.

Luiz Davidovich

Ex-Presidente da Academia Brasileira de Ciências, Professor Emérito do Instituto de Física - Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ



O Instituto Waterloo de Nanotecnologia (WIN) é afortunado por sua parceria com o Centro Nacional de Pesquisas em Energia e Materiais (CNPEM). Nossos dois institutos compartilham visões e objetivos similares e pesquisas em energia, novos materiais e tecnologias farmacêuticas/méicas complementares, bem alinhadas com os Laboratórios Nacionais de Luz Síncrotron (LNLS), de Nanotecnologia (LNNano) e de Biociências (LNBio). Em 2013, a WIN e o CNPEM assinaram um acordo de facilitação de pesquisas colaborativas, visitas estudantis e compartilhamento de informações que resultaram em muitos projetos de pesquisa em parceria. As instalações e os profissionais do CNPEM estão entre os melhores do mundo, e a WIN anseia por mais anos de colaboração.

Prof. Sushanta Mitra

Waterloo Institute for Nanotechnology (WIN)
- Ontario, Canada

Meu curso e campo de pesquisa lidam com tecnologia, inovação e desenvolvimento e, acredito, é muito difícil qualquer reflexão sobre a ciência brasileira sem conhecer um pouco do CNPEM por dentro. Certamente é o centro mais avançado da pesquisa brasileira, com alto padrão de excelência. O que sempre me chamou atenção, no entanto, é que o CNPEM nunca se propôs a ser apenas mais um centro no sistema de produção científica brasileiro. É bom lembrar que os obstáculos foram gigantescos, tanto financeiros, tecnológicos e de estratégias de C&T. A ambição inicial, no entanto, superou esses desafios, qualificou uma nova geração de pesquisadores, abriu campos novos de pesquisa, alcançou resultados que repercutiram na vida econômica e ajudaram até mesmo a

capacitar uma malha de empresas brasileiras. A visão atual do Sirius, ainda em fase de comissionamento, desperta a esperança de que a ciência brasileira ainda receberá o mesmo reconhecimento e tratamento que levaram vários países a se tornarem avançados. Falamos de ciência de ponta, mais necessária do que nunca no mundo de hoje em que o conhecimento é chave para a construção de um país educado, justo e decente. É base e exemplo para uma educação de qualidade. O CNPEM é a ponta mais avançada da ciência brasileira

Glauco Arbix

Professor do Departamento de Sociologia, Observatório da Inovação Universidade de São Paulo - USP

Por que mirar nas escalas dos átomos e moléculas?

O CNPEM integra avançadas técnicas para estudar a estrutura de matérias orgânicas e inorgânicas em diferentes escalas e resoluções. Pesquisas nas escalas dos átomos e moléculas permitem avanços em praticamente qualquer área do conhecimento e tem potencial de resolver grandes problemas da atualidade.

Olhar para a estrutura detalhada da matéria compreende investigar sua estrutura molecular, atômica, eletrônica, assim como seus estados químicos, sua organização espacial e propriedades elétricas e magnéticas.

Mirar na escala dos átomos e moléculas é um caminho para responder as mais variadas perguntas que desafiam o mundo moderno e são centrais para um futuro mais saudável, sustentável e conectado.

Como os vírus infectam as células, como enzimas da microbiota de mamíferos que degradam carboidratos podem inspirar processos biorrenováveis, como ocorre o processo de degradação de pigmentos de tinta de obras de arte, como compreender e explorar reações fundamentais para a produção de hidrogênio verde combustível, qual é a origem da supercondutividade dos materiais – a elucidação destas e de outras inúmeras perguntas passa pelo olhar detalhado dos mais diversos materiais.





Como mirar nas escalas dos átomos e moléculas?

Por todo Brasil, assim como no exterior, grupos de pesquisa de Universidades e Institutos de Ciência e Tecnologia (ICTs), assim como da iniciativa privada, buscam soluções para desafios do mundo moderno. Em seus laboratórios de origem, cientistas conduzem investigações e, desta forma, levantam hipóteses para resolver os questionamentos de seus projetos.

Para validar boas hipóteses, todo grupo de pesquisa precisa testar, validar e comprovar suas suposições. Neste ponto, técnicas complementares de caracterização da matéria entram em jogo para analisar e avaliar fenômenos em diferentes escalas, contribuindo para o avanço do conhecimento nas mais diversas áreas.

O CNPEM reúne diferentes técnicas avançadas e complementares para que pesquisadores possam avançar em seus projetos, olhando para a estrutura da matéria em diferentes resoluções. Essa integração de diferentes métodos de caracterização é fundamental para a obtenção de resultados científicos de excelência.

Técnicas com luz síncrotron, microscopia eletrônica, avaliações de ômicas, ciência de dados, instrumentação científica, síntese e nanofabricação, dentre outras competências – contribuem para a produção de uma ciência globalmente competitiva.

O ciclo virtuoso do desenvolvimento científico e tecnológico de ponta envolve, portanto, uma comunidade acadêmica fortalecida em seus locais de trabalho, com recursos para formular boas hipóteses e que encontra no CNPEM condições para avançar seus conhecimentos, por meio de técnicas de fronteira – muitas delas únicas na América Latina – assim como apoio de recursos humanos, altamente capacitados e dispostos a capacitar e colaborar.



Soluções para problemas nacionais e globais

As soluções necessárias para a construção de um futuro mais sustentável e socialmente justo passam por avanços científicos e tecnológicos. Mais do que isso, exigem programas de pesquisa e desenvolvimento com abordagens multidisciplinares, combinações de recursos humanos talentosos e capacitados, colaborações entre atores com diferentes responsabilidades e estrutura apropriada para análises técnicas e aporte de recursos.

Pautados nessas premissas, os programas de P&D do CNPEM são estruturados em frentes que dialogam com necessidades do século 21 e privilegiam as vantagens comparativas do País. Assim, máquinas de última geração, pessoas, grupos de pesquisa, gestão e operação atuam em quatro grandes áreas: saúde, energias, materiais renováveis, agricultura e meio ambiente. O objetivo é buscar, por exemplo, soluções que possam impactar no Sistema Único de Saúde (SUS), impulsionar a cadeia de bioeconomia, valorizar a biodiversidade do País, promover materiais avançados com potencial de impacto em diferentes setores.

Os esforços de P&D do CNPEM levam a resultados que extrapolam artigos científicos. Os processos de pesquisa geram desafios tecnológicos que promovem internamente o avanço em técnicas experimentais e competências transversais. Esse ciclo virtuoso contribui para a ampliação do portfólio de serviços oferecidos para a comunidade acadêmica e empresarial e impulsionam o treinamento de recursos humanos internos e externos.

A dinâmica do mundo atual apresenta desafios interligados e complexos, de diferentes naturezas.

O CNPEM aborda questões de P&D compromissado com a identidade, autonomia e competitividade esperadas de um país reconhecido por suas grandezas e consciente das contradições que recaem sobre o Brasil.



O conjunto de laboratórios do CNPEM representa uma oportunidade única para as universidades, as instituições de ciência e tecnologia e para as empresas realizarem trabalhos de pesquisa e desenvolvimento no Brasil.

A infraestrutura laboratorial, os equipamentos de última geração e uma equipe qualificada estão disponíveis para promover a inovação empresarial, com o desenvolvimento de novos processos, produtos e métodos de trabalho. O pleno uso do acelerador Sirius representa um grande desafio para a sua administração, e uma grande oportunidade para seus usuários.

O modelo de laboratórios nacionais é vitorioso, por permitir que um conjunto de instalações seja utilizado por pesquisadores do próprio CNPEM e pela comunidade externa interessada. Em sendo o CNPEM uma organização social - instituição privada, sem fins lucrativos - ela pode se valer exclusivamente de princípios meritocráticos na atração e retenção de talentos. Tem também a flexibilidade de adotar as melhores práticas na gestão de contratos com empresas que buscam o seu auxílio.

Pedro Wongtschowski

Presidente do Conselho de Administração da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii)

Saúde





O aumento na expectativa e qualidade de vida no último século está intrinsecamente relacionado aos avanços proporcionados pela ciência, que possibilitou o surgimento de novos diagnósticos, medicamentos e tratamentos para doenças e outras condições debilitantes. Na área da saúde, há ainda inúmeros desafios a serem superados, como explicitou a crise mundial ocasionada pela pandemia de Covid-19. No CNPEM, pesquisas na área da saúde seguem abordagens multidisciplinares, o que permite aumentar a compreensão dos sistemas vivos, da escala atômica aos organismos.

De olho em problemas que afligem a população mundial e impactam o sistema único de saúde, os projetos do CNPEM acontecem na interface entre o ecossistema científico e o setor produtivo. Avanços no conhecimento científico fundamental andam junto com a tradução destes saberes em insumos básicos, necessários para que o setor industrial possa alavancar o impacto de tecnologias em saúde.

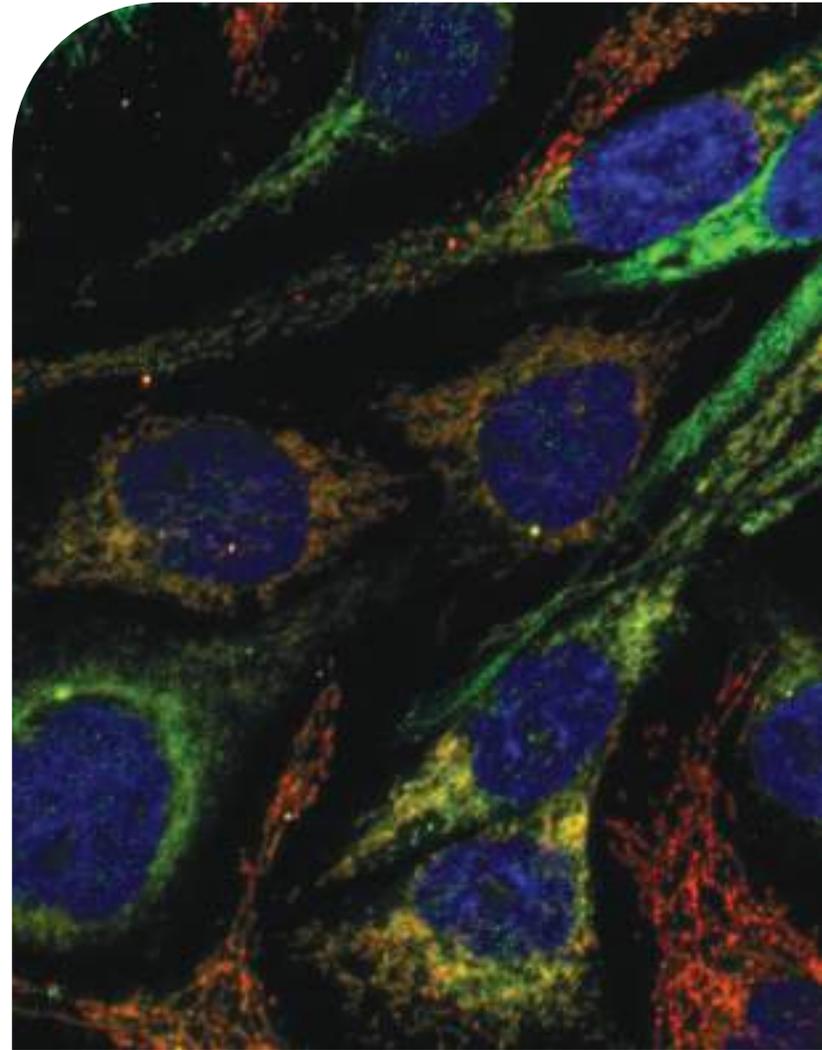
Neste ponto, mais uma vez, a união de esforços entre atores com diferentes papéis é fundamental. As ações de P&D em saúde reúnem diversos órgãos de fomento, universidades, hospitais e empresas nacionais e internacionais.

A seguir, algumas das iniciativas de P&D em saúde do CNPEM são destacadas.

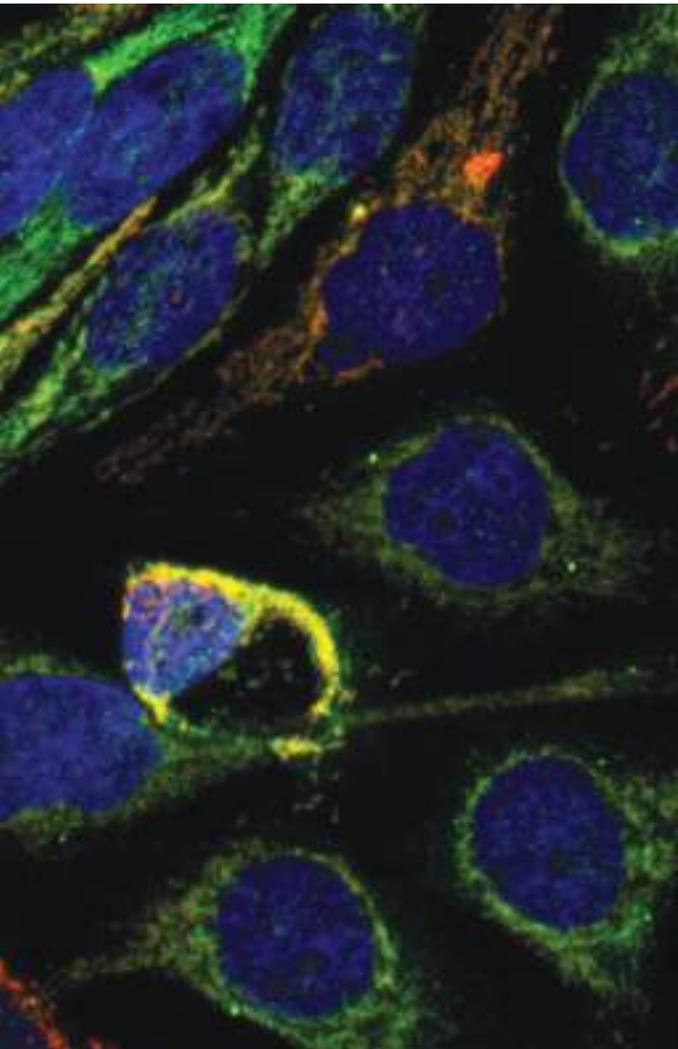
Iniciativas de Destaques em P&D

CÂNCER

O CNPEM mantém uma série de colaborações com parceiros estratégicos para avançar na descoberta e validação de alvos e terapias no combate ao câncer. Neste rol, estão instituições como o AC Camargo, Instituto do Câncer do Estado de São Paulo e o apoio de diferentes empresas privadas, por meio do Programa Nacional de Apoio à Atenção Oncológica (PRONON) do Ministério da Saúde. Nesta frente, há, por exemplo, pesquisas que buscam indicar potenciais biomarcadores e alvos terapêuticos para câncer



oral, como moléculas que podem trazer insights no contexto de resposta imune e prever riscos de metástase. Há abordagens que buscam estratégias para imunoterapias, incluindo o desenvolvimento de biofármacos que são direcionados para agir nas áreas tumorais. Outras ações miram o bloqueio farmacológico de alvos específicos do câncer, incluindo o de mama; a compreensão molecular do metabolismo do câncer e as vias envolvidas na progressão tumoral; a produção de organóides a partir de tumores, dentre outras.

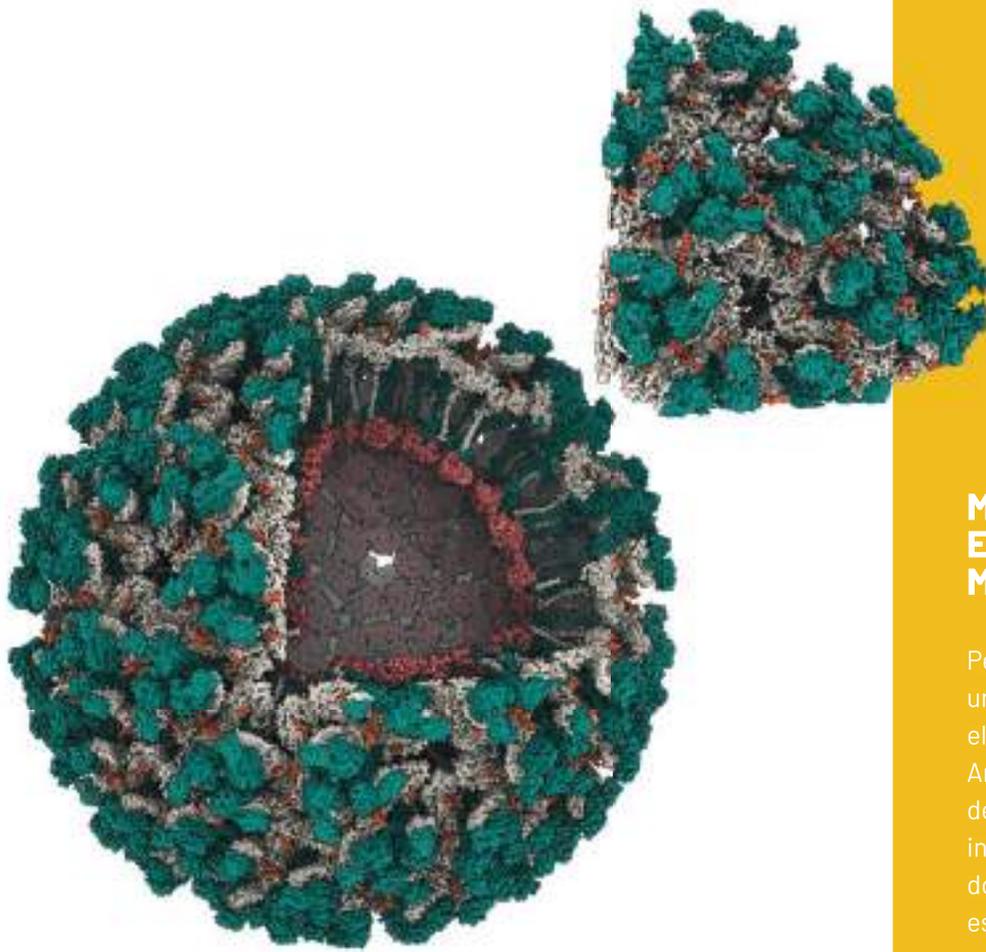


PRODUTOS NATURAIS & COMBATE AO CÂNCER

Com financiamento da Embrapii e do BNDES, projeto em fase inicial, em parceria com a iniciativa privada, visa desenvolver fármacos potencializadores de imunoterapia para o tratamento de câncer, inspirados em produtos naturais. Partindo da pesquisa do CNPEM em imunooncologia, o projeto visa triar bibliotecas da biodiversidade brasileira para avaliar o potencial de produtos naturais na modulação da resposta imune e em imunoterapias com anticorpos. 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.

TERAPIA GÊNICA E CELULAR

Busca estabelecer terapias avançadas baseadas em métodos modernos de edição gênica, como CRISPR/Cas9, para o tratamento de doenças genéticas humanas ainda sem cura ou com tratamentos tradicionais pouco eficazes. A mais nova iniciativa nessa frente, mira a correção de mutação causadora de mucopolissacaridose do tipo I grave ou Síndrome de Hurler (MPSI-H). Essa condição é multissistêmica, os pacientes comumente exibem os primeiros sintomas antes dos 2 anos de idade e progressivamente há um envolvimento do sistema nervoso central e de outros órgãos. A única terapia disponível atualmente é o transplante de células tronco hematopoiéticas, dependente de doadores compatíveis. O projeto mira o desenvolvimento de um protocolo de terapia gênica, por meio do transplante autólogo de células tronco hematopoiéticas, editadas por CRISPR/Cas9 – método inovador, que protagonizou o prêmio Nobel de química em 2020 e está plenamente estabelecido no CNPEM.



ARBOVÍRUS

Para maior entendimento da biologia das infecções por arbovírus e descobrimento de novos alvos terapêuticos específicos, a resolução de estruturas virais intactas se mostra uma ferramenta importante. Nesse sentido, uma das P&D foca na elucidação das estruturas dos arbovírus MAYV, OROV, SLEV e YFV, causadores da “Febre do Mayaro”, “Febre Oropouche” e “Encefalite Saint Louis” e “Febre Amarela”, respectivamente. Consideradas viroses negligenciadas, ainda sem tratamento ou vacinas disponíveis, e que podem causar infecções graves e incapacitantes, há também a busca por novas moléculas com atividade antiviral.

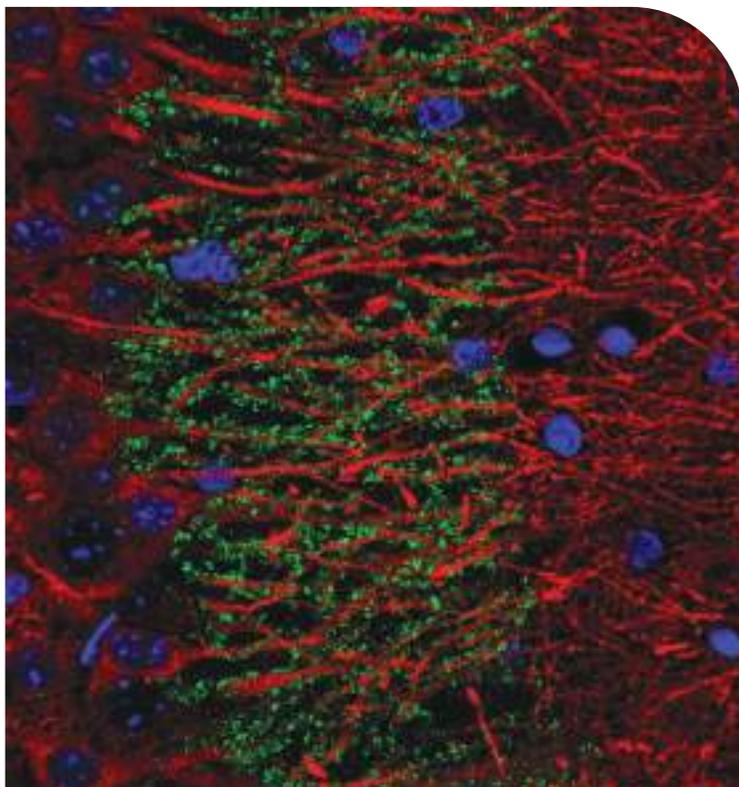
MAYARO: ESTRUTURA MADE IN BRAZIL

Pela primeira, a estrutura de um vírus foi completamente elucidada no Brasil e na América Latina. O trabalho descreveu características inéditas e fundamentais do Vírus Mayaro. O estudo abre caminho para o desenvolvimento de novos métodos de diagnóstico, medicamentos e imunizantes contra mais uma doença transmitida por mosquitos, conhecida como Febre do Mayaro. O resultado é fruto de mais de três anos de trabalho e da integração de técnicas avançadas de biologia estrutural, virologia e criomicroscopia disponíveis no CNPEM.

DOI: doi.org/10.1038/s41467-021-23400-9

DESORDENS NEURONAIS

Com fomento do Programa Nacional de Apoio à Atenção da Pessoa com Deficiência (PRONAS/PCD) do Ministério da Saúde, investigações desenvolvem métodos para identificar moléculas orgânicas envolvidas no desenvolvimento da Deficiência Intelectual (DI). Esse caminho pode indicar alvos para o desenvolvimento de novas alternativas terapêuticas que contribuam para uma melhor qualidade de vida de pacientes com DI, condição ainda sem tratamento farmacológico disponível. Outra frente, busca melhor compreensão do impacto de mutações genéticas que impactam em enzima, cuja atividade interfere em neurotransmissores como norepinefrina, dopamina e serotonina. Algumas dessas mutações podem levar à Síndrome de Brunner, caracterizada por deficiência intelectual e comportamento agressivo e violento induzido pelo estresse. Há também ações que miram a doença de Parkinson e Transtorno do Espectro Autista.



DESCOBERTA DE FÁRMACOS

Em parceria com a indústria nacional e grupos acadêmicos de diferentes universidades e instituições, o CNPEM mantém uma plataforma de Descoberta de Fármacos no estado da arte. Nesta frente, têm destaque dois diferenciais competitivos do Brasil: a maior biodiversidade do planeta e os recursos de análises avançadas disponíveis no CNPEM, incluindo o Sirius. Essa plataforma vem sendo utilizada por diferentes projetos. Atualmente, diversos alvos terapêuticos estão sendo explorados, nas áreas de doenças infecciosas, oncologia, doenças inflamatórias e cardiovasculares.



ENGENHARIA DE TECIDOS

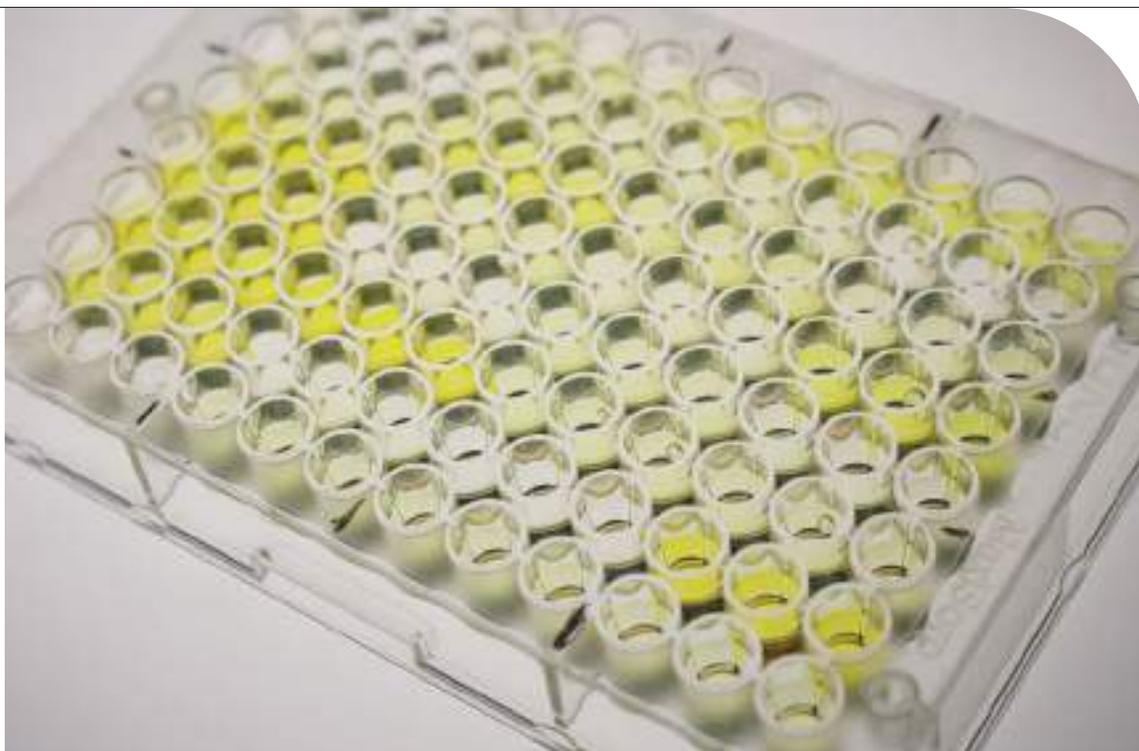
Compreende o uso da engenharia de tecidos para construção de culturas celulares tridimensionais (3D) e de tecidos por bioimpressão 3D, com aplicações terapêuticas e para o desenvolvimento de ensaios robustos, alternativos ao uso de animais. Nesta frente, cabe destaque às ações para o desenvolvimento de modelos de pele e de curativo para aplicação em medicina regenerativa cardíaca, além de modelos celulares tridimensionais e de tecidos. Setores industriais de cosméticos e de bioimpressoras interagem com essa linha de pesquisa e desenvolvimento. E, neste ponto, cabe ressaltar que o Laboratório Nacional de Biociências do CNPEM é um Laboratório Central da Rede Nacional de Métodos Alternativos (RENAMA), iniciativa ligada ao MCTI voltada à implantação de métodos alternativos ao uso de animais e ao desenvolvimento e validação de novos métodos no Brasil.

BIBLIOTECAS DE PRODUTOS NATURAIS

Atualmente, o CNPEM conta com bibliotecas de produtos naturais que reúnem mais de 6 mil extratos e frações de plantas coletadas na Amazônia, Mata Atlântica, Caatinga e Cerrado. Há ainda conjuntos de amostras provenientes de bactérias marinhas e amazônicas, além de compostos inovadores que vem sendo produzidos por biologia sintética. Este conjunto de moléculas da biodiversidade integra a plataforma de descoberta de fármacos que usa ensaios miniaturizados, ômicas e computação avançada para inovar na descoberta de fármacos.



IMAGEM: JAIME DANTAS/UNSPLASH



DIAGNÓSTICO

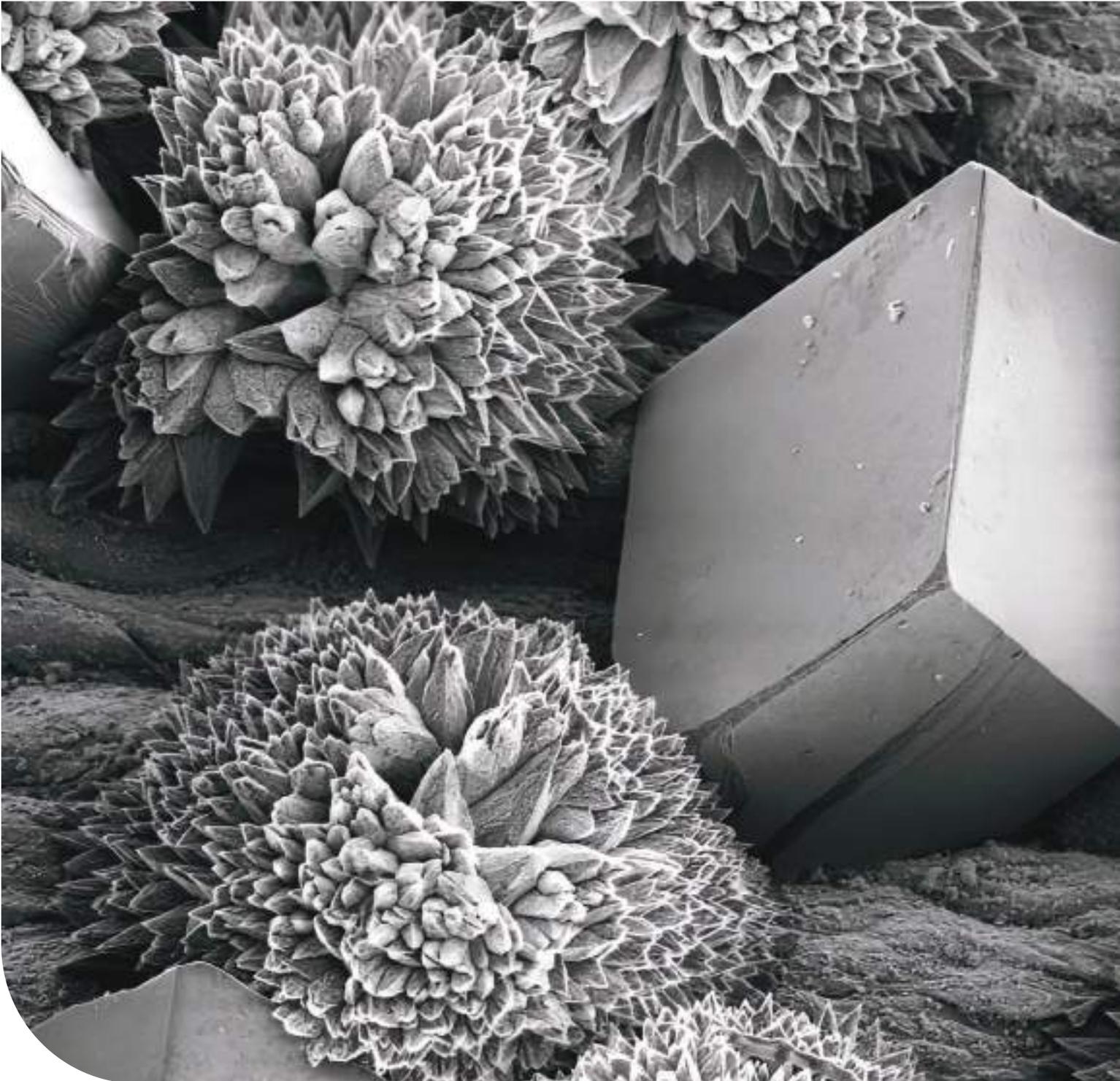
Um dos desafios na área de diagnóstico é o desenvolvimento de métodos para análises descentralizadas. Atuando de forma complementar aos exames laboratoriais tradicionais, esses métodos reduzem o tempo de diagnóstico, contribuindo para tratamentos precoces, prognósticos e a medicina personalizada. Nesse sentido, as atividades

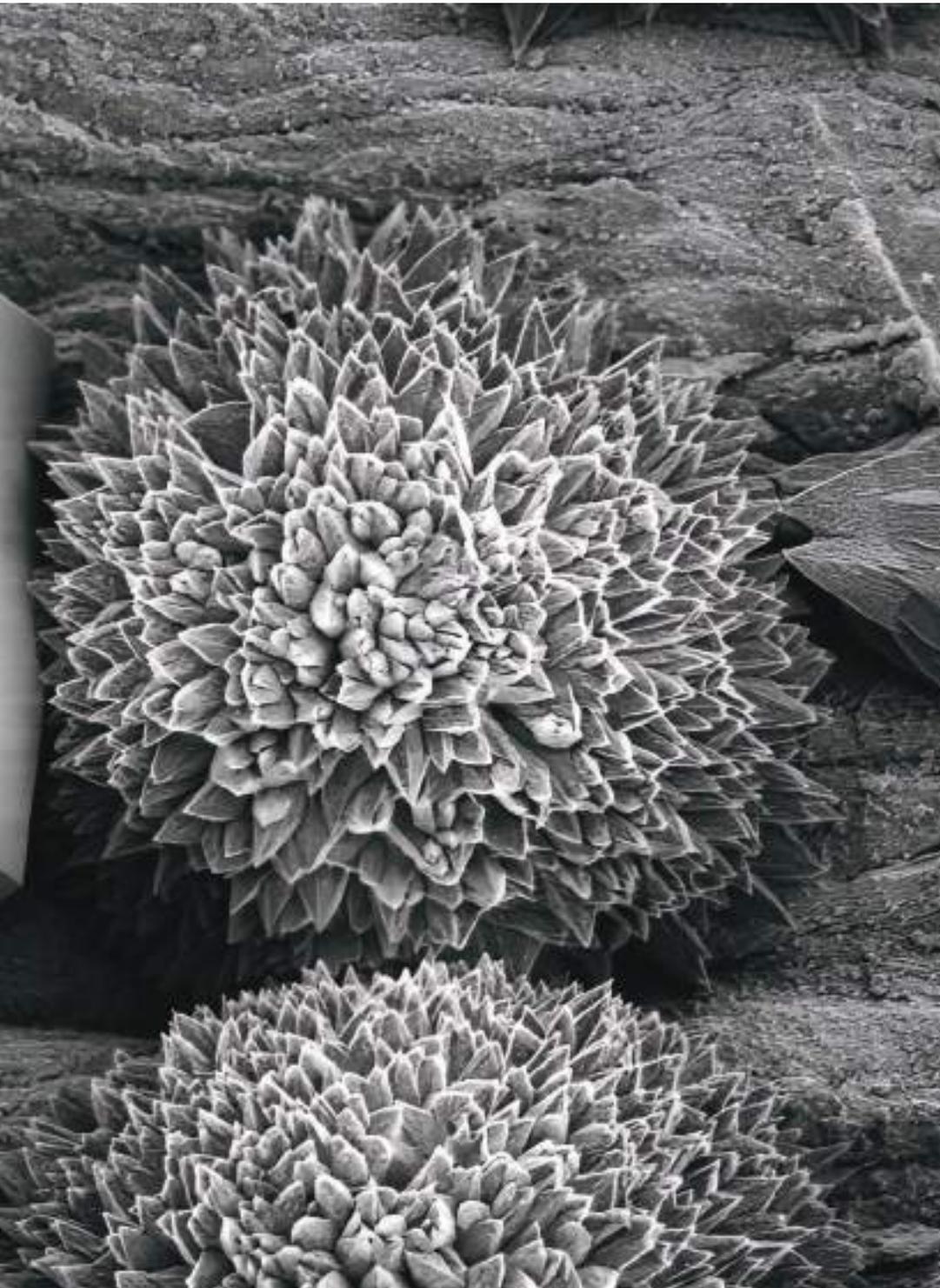
de pesquisa deste programa envolvem a micro/nanofabricação de dispositivos elétricos/eletroquímicos e o desenvolvimento de interfaces de biorreconhecimento com nanomateriais, aliados com ciência de dados e estudos de segurança para a produção de novas tecnologias, como sensores portáteis e vestíveis.

SENSOR DE PAPEL PARA DIAGNÓSTICOS

Dentre diversos desenvolvimentos, recentemente uma nova estratégia eletroquímica foi desenvolvida na escala nanométrica para diagnosticar marcadores de doenças. Neste caso, o alvo foi a COVID-19, mas o método pode ser customizado para o monitoramento de outras doenças, como H1N1, influenza, malária e cólera, a partir de fluídos biológicos. O sensor empregou uma camada de 2 nanômetros de revestimento hidrofílico depositado sobre uma estrutura de papel queimado (pirolisado), materiais simples e de baixo custo, para evitar contaminações pelos fluídos e, assim, diminuir os riscos de falsos positivos/negativos nos diagnósticos clínicos. DOI: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsami.1c18778>

Materials renováveis





O modelo atual de produção industrial ainda é fortemente dependente de matérias primas fósseis e segue uma lógica de consumo com baixo aproveitamento de resíduos e elevado impacto ambiental. O CNPEM busca combinar matérias-primas renováveis, biotecnologia e nanotecnologia para acelerar a transição para um desenvolvimento sustentável pautado por uma economia circular e com tecnologias ambientalmente corretas.

Ações nesta frente miram soluções customizadas para a realidade brasileira e incluem a busca por moléculas e processos de interesse industrial na biodiversidade, o aproveitamento de resíduos agrícolas abundantes no País.

Como nas demais ações do Centro, diversos atores participam dos processos de P&D, que são guiados por diferenciais competitivos do País, demandas dos setores industriais e gargalos tecnológicos que precisam ser contornados para garantir um futuro melhor à toda sociedade.

Destaques nesta temática são apresentados a seguir.

Iniciativas de Destaques em P&D

BIOTRANSFORMAÇÃO

O desenvolvimento de novos materiais a partir de matérias-primas renováveis, como resíduos agroindustriais, depende da despolimerização de moléculas que compõem a parede celular vegetal, processo ainda não totalmente consolidado e economicamente viável. Nesta frente, está a busca por métodos biotecnológicos capazes de processar a biomassa e, assim, disponibilizar hexoses, pentoses e aromáticos presentes na parede celular vegetal. Essas moléculas podem ser a base de materiais avançados renováveis e sustentáveis, com potencial de aplicação em processos industriais de relevância nacional, como nas áreas de bioenergia, produção de alimentos, dentre outros. A busca por rotas de biotransformação no CNPEM compreende abordagens multidisciplinares voltadas à prospecção e à caracterização de enzimas capazes de digerir a parede celular vegetal, investigações de rotas de despolimerização de diferentes polissacarídeos, assim como investigações moleculares da composição nanométrica da parede celular.





INTESTINO DE CAPIVARAS GUARDA ENZIMAS VALIOSAS PARA BIOTECNOLOGIA

A capivara, maior roedor do planeta, é conhecida pela capacidade de degradar com muita eficiência a biomassa que consome. Pesquisa do CNPEM demonstrou que microrganismos presentes no intestino deste animal, ao longo da evolução, desenvolveram mecanismos altamente eficazes para despolimerizar a biomassa, inclusive da cana de açúcar, matéria-prima de grande importância industrial e econômica para o Brasil. O trabalho revelou microrganismos inéditos, além de duas novas famílias de enzimas e esmiuçou no nível molecular os mecanismos de despolimerização, com potencial aproveitamento em aplicações biotecnológicas. DOI: 10.1038/s41467-022-28310-y

HIDROCARBONETOS RENOVÁVEIS

Hidrocarbonetos renováveis são compostos orgânicos produzidos a partir de fontes renováveis, como resíduos agrícolas, resíduos de madeira, óleos vegetais, entre outros. Esses hidrocarbonetos podem ser utilizados como combustíveis, lubrificantes, materiais para a produção de plásticos e outros produtos químicos. A importância dos hidrocarbonetos renováveis está relacionada com a necessidade de reduzir a dependência da matéria-prima de origem fóssil e mitigar as emissões de gases de efeito estufa associadas ao seu uso. O CNPEM está desenvolvendo rotas biológicas para a produção de hidrocarbonetos renováveis que incluem tanto a descoberta de biocatalisadores como a engenharia metabólica de biofábricas microbianas. As rotas biológicas possuem vantagens em relação a rotas termoquímicas tradicionais, pois são altamente seletivas, eficientes e operam em condições menos agressivas ao meio-ambiente.

ÁCIDOS ORGÂNICOS COMO INTERMEDIÁRIOS QUÍMICOS

Ácidos orgânicos são importantes intermediários químicos para a substituição de produtos químicos derivados de petróleo por produtos mais sustentáveis e renováveis. Os ácidos orgânicos podem ser obtidos por processos biológicos com potencial impacto na produção industrial da química fina, plásticos, materiais avançados, alimentos, bebidas, entre outros. Os ácidos mucônico, tereftálico e 3-hidroxi-propanoico são usados na produção de poliésteres, resinas, polímeros biodegradáveis e plásticos. Outro exemplo é o ácido cítrico, que é amplamente utilizado na indústria alimentícia como acidulante, conservante e flavorizante, e na produção de detergentes, cosméticos e medicamentos. O CNPEM tem buscado desenvolver rotas metabólicas e chassis microbianos robustos capazes de produzir altas concentrações desses ácidos orgânicos por meio de ferramentas avançadas de biologia sintética como CRISPR/Cas e plataformas automatizadas de evolução e seleção de cepas fenotipicamente atrativas para a indústria.

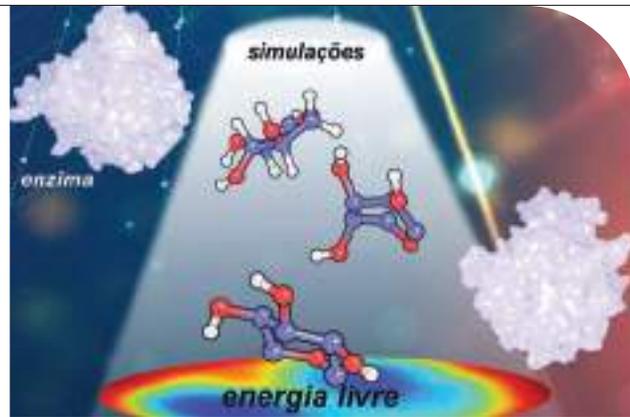


MICROBIOTA E NUTRIÇÃO ANIMAL

Os carboidratos são a principal fonte de energia para a microbiota intestinal, essenciais para o metabolismo e imunidade dos animais e insetos. Entender os mecanismos microbianos para utilizá-los são necessários tanto para melhoramento da nutrição animal como para o desenvolvimento de probióticos de última geração. Em trabalho publicado na revista *Nature Chemical Biology*, o CNPEM desenvolveu como bactérias probióticas, abundantes em lactantes, são capazes de se perenizar no intestino de adultos, melhorando a imunidade e a saúde humana e animal. Foi demonstrado, com auxílio da criomicroscopia eletrônica, um mecanismo inédito de cooperação envolvendo um sistema multi-enzimático para degradação da complexa arquitetura molecular dos carboidratos abundantes no trato intestinal do tipo N-glicanos.

ENZIMAS NA NUTRIÇÃO ANIMAL

Na nutrição animal, as enzimas têm sido empregadas, por exemplo, na alimentação de aves e suínos, que têm um sistema digestivo limitado em relação à digestão de fibras e outros componentes de alimentos vegetais. A adição de enzimas específicas na ração desses animais aumenta a digestibilidade dos nutrientes e melhorar o desempenho animal, resultando em um maior ganho de peso e melhor conversão alimentar. Além disso, a utilização de enzimas na nutrição animal pode contribuir para a redução do custo da alimentação, pois pode permitir a utilização de ingredientes menos nobres e com menor valor nutricional, sem comprometer o desempenho animal. O CNPEM tem explorado a biodiversidade brasileira na busca de enzimas capazes de aumentar a digestibilidade de fibras vegetais e tem desenvolvido microrganismos que podem se transformar em probióticos de última geração.

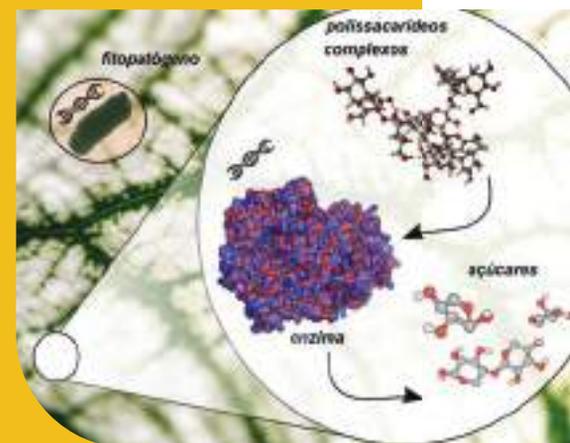


BIOCATÁLISE COM LUZ SINCROTRON E MECÂNICA QUÂNTICA

A biocatálise é central na utilização e valorização de materiais lignocelulósicos na indústria, porque ela converte de maneira eficiente e seletiva tais materiais em produtos de alto valor agregado. Entender em nível atômico como carboidratos presentes na lignocelulose são despolimerizados é essencial para o desenvolvimento racional de biocatalisadores relevantes para as condições industriais. Em estudo inédito publicado na revista *Nature Communications*, o CNPEM empregou abordagens experimentais de luz síncrotron com simulações computacionais *ab initio* (mecânica quântica) para identificar as etapas reacionais da despolimerização de carboidratos, propondo um novo modelo de biocatálise, que representa uma quebra de paradigma na glicobiologia.

COMBATE A PATÓGENOS DA AGRICULTURA

O Brasil é o maior produtor mundial de *citrus*, e o cancro cítrico causado pela bactéria *Xanthomonas citri* tem impacto negativo na produção agrícola. A parede celular constitui a primeira barreira física e química de defesa da planta contra o patógeno. Um dos mecanismos de virulência dessas bactérias envolve a despolimerização da parede celular vegetal, etapa crítica para os estágios iniciais da infecção. Em estudo publicado na revista *Nature Communications*, o CNPEM combinou ferramentas ômicas, luz síncrotron e mecânica quântica, para elucidar rotas biocatalíticas inéditas que contribuem para o desenvolvimento do cancro cítrico, que permitirão desenvolver soluções biotecnológicas mais eficientes da doença.



RECICLAGEM BIOLÓGICA DE PLÁSTICOS

Os plásticos podem levar centenas de anos para se decompor na natureza, e têm sido considerados um dos principais poluentes de oceanos, rios, solos e causando danos à fauna e flora. Nos últimos anos, microrganismos e enzimas capazes de degradar plásticos vem sendo descobertas pelo estudo de nichos ecológicos contaminados por plásticos, porém é notável a baixa eficiência desses microrganismos e enzimas perante os

polímeros sintéticos, gerados pelos seres humanos. Isso limita a aplicação de rotas biológicas para a reciclagem de plásticos e o desafio, enfrentado pelo CNPEM, é descobrir e desenvolver sistemas enzimáticos mais eficientes e robustos que permitem não apenas reciclar, mas gerar produtos de maior valor agregado a partir desses resíduos sintéticos por meio de vias fermentativas e no desenvolvimento de materiais avançados.



ESPUMA NATURAL PARA ABSORÇÃO DE ÓLEOS E SOLVENTES

Processo e produto desenvolvidos no CNPEM levam a um composto inovador de nanofibras de celulose e látex de borracha natural foi tema de capa de revista científica internacional. Seu processo de produção não usa nenhum derivado de petróleo, somente materiais naturais abundantes na natureza e água. O material renovável patenteado absorve óleos poluentes e permite até 20 ciclos de reutilização.
Doi: doi.org/10.1021/acsanm.0c02203



FUNCIONALIZAÇÃO DE BIOPOLÍMEROS

Biopolímeros têm o potencial de substituir derivados de petróleo em materiais que são utilizados pelos mais diversos setores industriais. Pesquisas tecnológicas nesta linha investigam a dinâmica molecular da interação entre biopolímeros e outros substratos, exploram a funcionalização de nanofibras de celulose para produção de biopolímeros com propriedades próximas ou semelhantes às dos plásticos sem perder o poder de biodegradabilidade e atuam na funcionalização de nanocelulose para sua incorporação em diversos tipos de materiais renováveis.

COLA VERDE

Neste contexto, cabe destacar, por exemplo, o desenvolvimento de uma “cola verde”, que combina nanocelulose, lignina e látex de borracha natural, é atóxica, a base de água e tem desempenho superior para diferentes materiais, inclusive junções de materiais dissimilares. Patentada pelo CNPEM, a “cola verde” foi licenciada recentemente para uma grande indústria nacional. DOI: 10.1016/j.actbio.2018



Agricultura & meio ambiente





Os impactos ambientais na agricultura vêm se intensificando seja pela utilização de produtos de origem fóssil e/ou não renováveis, seja pelo uso inadequado dos recursos naturais com potencial impacto negativo nos ecossistemas e na produção agrícola. O CNPEM busca contribuir para uma transformação científica e tecnológica que promova uma agricultura mais sustentável, beneficiando a saúde ambiental.

Nesta linha, conhecimentos de biotecnologia e nanotecnologia são utilizados para, por exemplo, elucidar mecanismos e propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos; desvendar processos que regulam a estocagem do carbono e a emissão de gases de efeito estufa em solos agrícolas, desenvolver estratégias para reduzir e substituir o uso de insumos químicos na agricultura; compreender processos moleculares envolvidos em doenças que atingem culturas agrícolas, desenvolver materiais avançados e ambientalmente amigáveis para monitoramento e remediação ambiental.

Destaques desta frente de ação são apresentados a seguir.



MATERIAIS PARA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

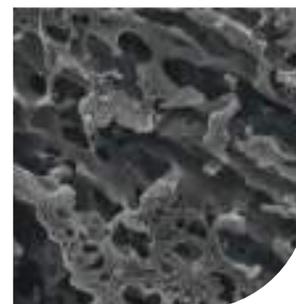
Investigações que miram o desenvolvimento de estratégias biotecnológicas para substituição dos agroquímicos convencionais e a descarbonização, com o objetivo de apoiar a produção e o uso de produtos biológicos para uma agricultura mais sustentável no Brasil. Pesquisas buscam, por exemplo, compreender o papel da microbiota do solo na disponibilidade de nutrientes, no controle de doenças, na estocagem do carbono e a emissão de N_2O de solos agrícolas, visando fornecer subsídios para o desenvolvimento de microrganismos ou moléculas bioativas com potencial de serem utilizadas na agricultura.

REMEDIAÇÃO AMBIENTAL

Em busca de tecnologias que possam atuar na remediação ambiental, duas grandes frentes são exploradas: (i) Preparação, caracterização e funcionalização de materiais nanoestruturados e (ii) síntese e caracterização de materiais orgânico-inorgânicos para aplicações na agricultura e monitoramento ambiental. Essa frente reúne ainda outras iniciativas, como o desenvolvimento de membranas nanocompósitas e funcionalizadas com nanopartículas, a funcionalização de nanotubos de carbono, desenvolvimentos de biochar, feito a partir de resíduos agrícolas.

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

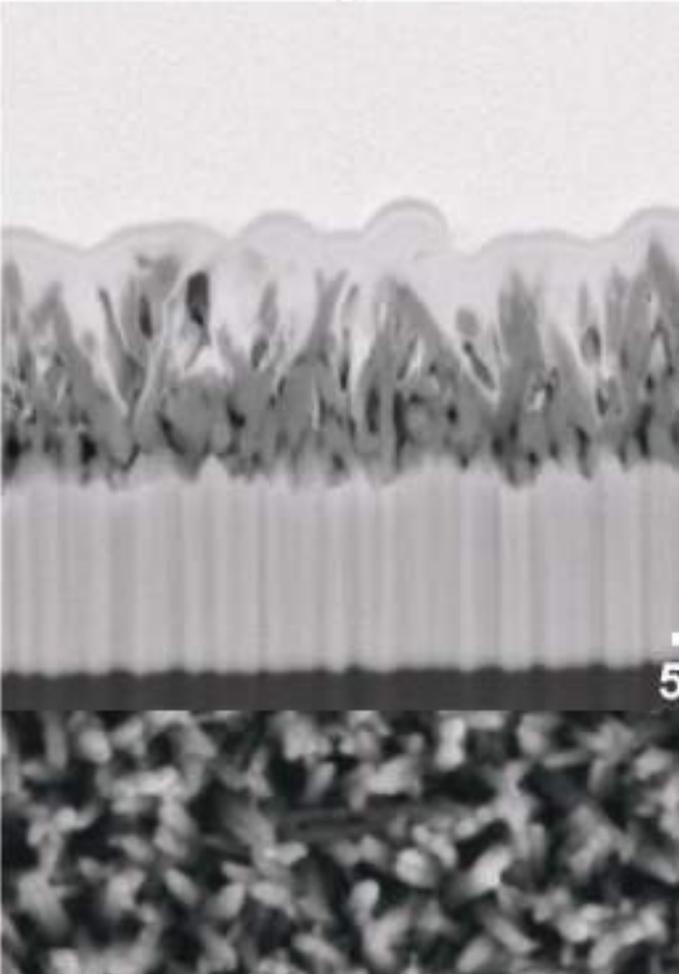
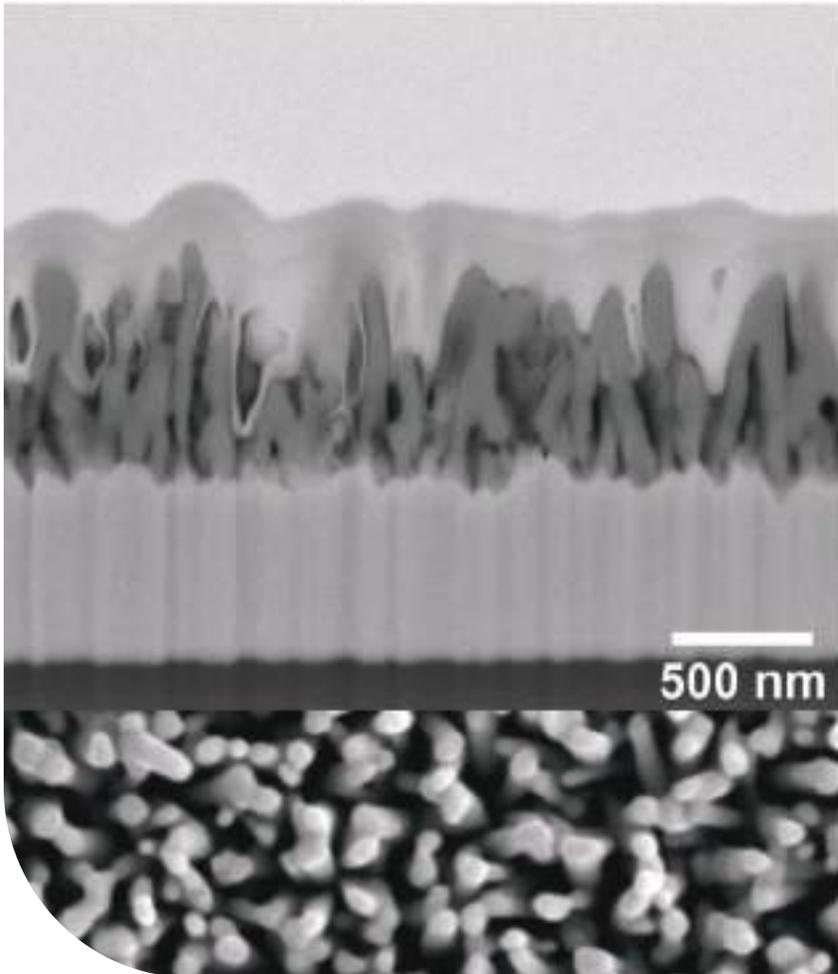
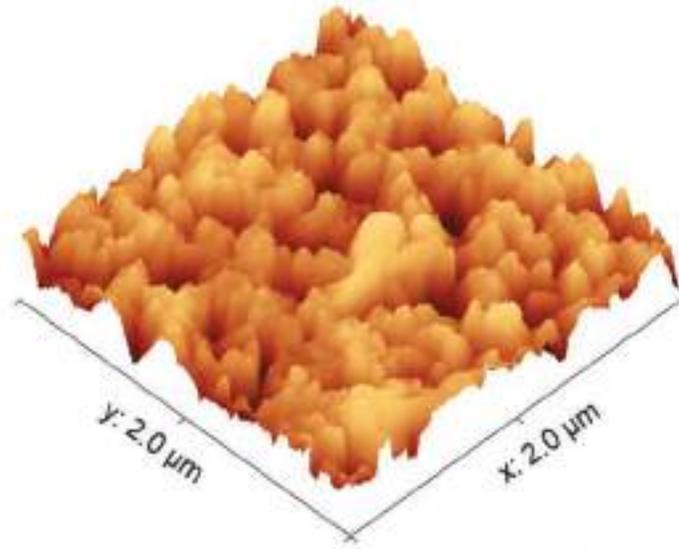
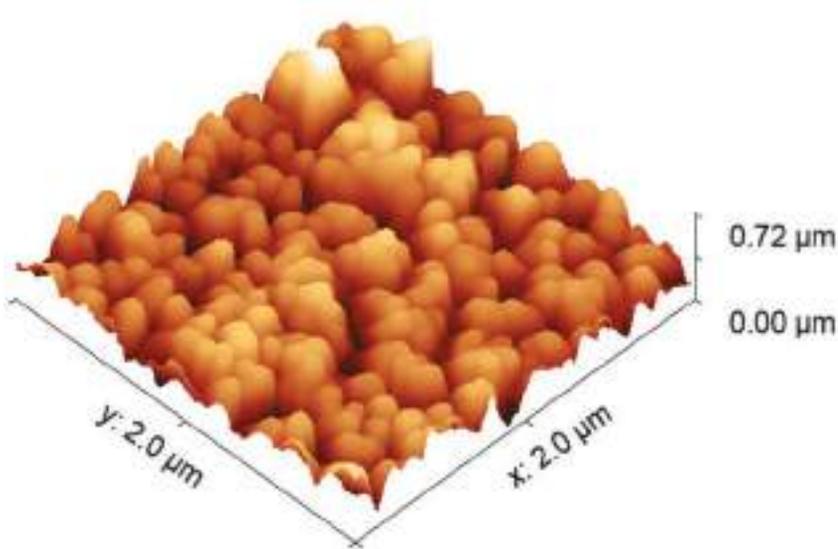
A substituição de fósseis por renováveis é a principal estratégia para mitigar as mudanças climáticas e seus impactos na sociedade, no equilíbrio do planeta e na preservação do capital natural. É necessário produzir energia, materiais e insumos diversos com baixa emissão de gases de efeito estufa, atendendo as necessidades atuais da sociedade, sem impactar negativamente as gerações futuras. O CNPEM vem construindo uma plataforma georreferenciada de avaliação integrada que propõe o desenho de cadeias produtivas sustentáveis, baseado em tecnologias que buscam a mitigação das mudanças climáticas enquanto priorizam a preservação dos ecossistemas e de suas funções e serviços, promovendo assim a manutenção das nossas florestas, preservação dos nossos biomas e o melhor uso da biodiversidade brasileira.

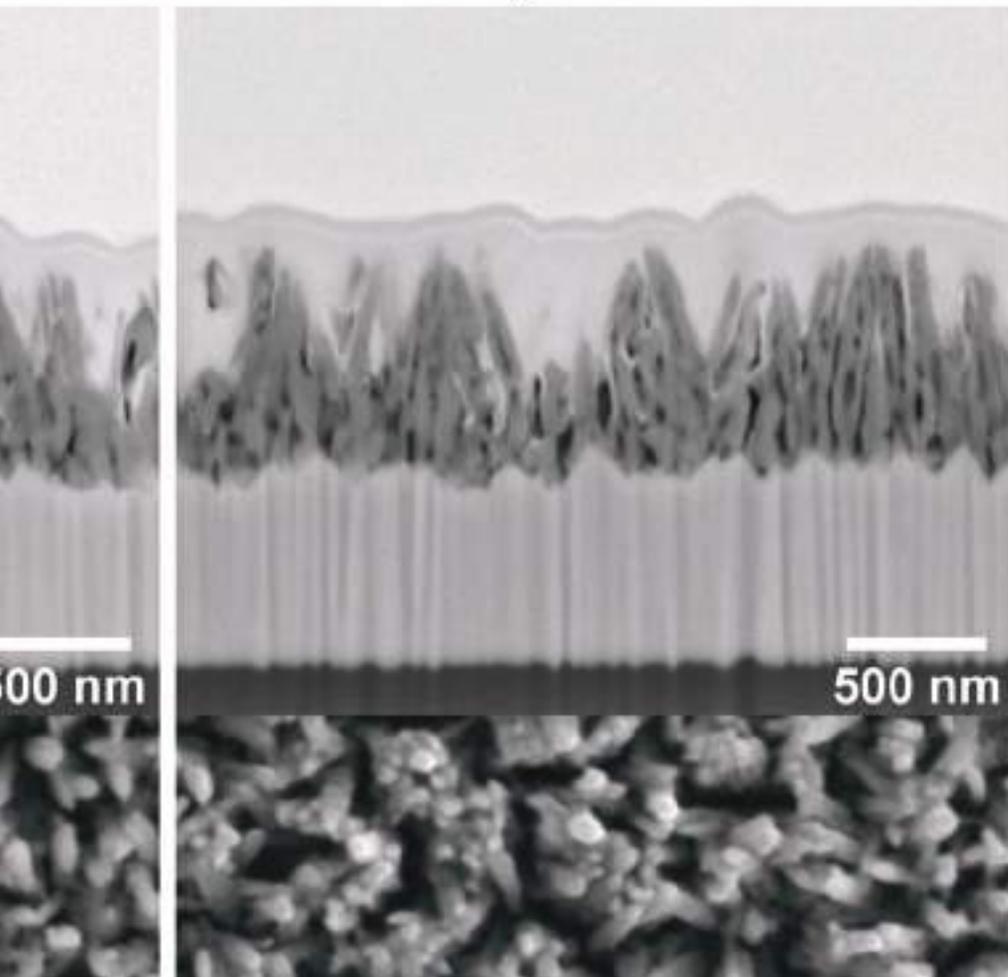
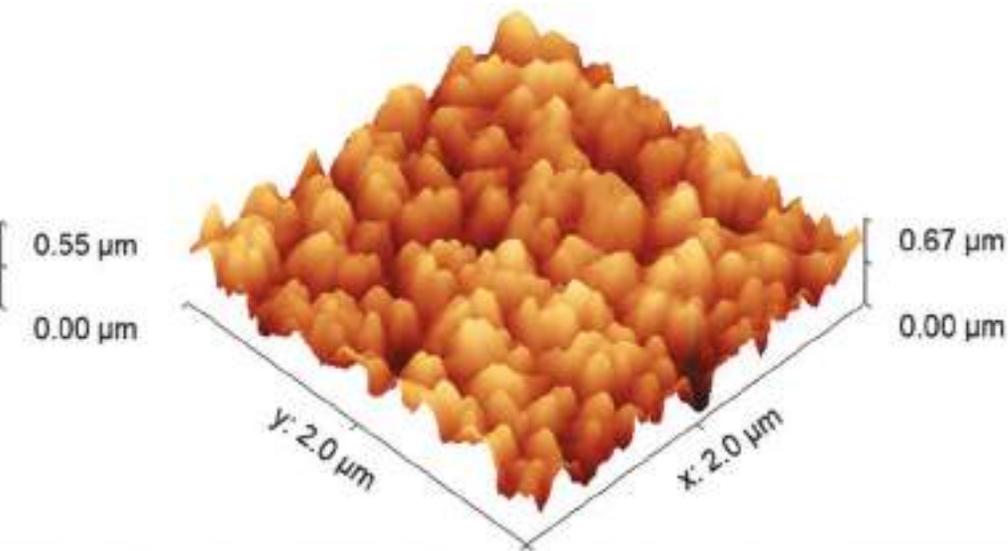


ECOTOXICIDADE

Avanços no desenvolvimento de materiais nanotecnológicos exigem estudos integrados e multidisciplinares voltados à avaliação proativa da toxicidade de nanomateriais, incluindo seus subprodutos e resíduos, e seus impactos sobre a saúde humana e ambiental. O CNPEM desenvolve metodologias e pesquisas (in vitro, in vivo e in silico) voltadas para a construção de cenários realísticos de exposição humana e ambiental frente aos diferentes nanomateriais e seus processos de produção. O objetivo maior nessa frente é garantir o uso seguro e sustentável de promissores materiais ligados à inovação tecnológica incremental e disruptiva. Nesta frente, o CNPEM é parceiro do projeto europeu Horizon 2020 CompSafeNano (*Nanoinformatics Approaches for Safe-by-Design of Nanomaterials*).

Energias renováveis





A demanda pela descarbonização dos sistemas energéticos é global, parte imprescindível das ações que buscam conter os crescentes efeitos adversos das mudanças climáticas. No Brasil, o setor de transporte é um dos principais responsáveis pelas emissões de gases do efeito estufa e a adoção de alternativas de baixas emissões, tais como os biocombustíveis avançados e hidrogênio, será vital para esse setor nos próximos anos.

Considerando a necessidade de diversificar o portfólio de energias alternativas no Brasil e a importância do etanol, o CNPEM foca no desenvolvimento do etanol celulósico a partir de resíduos, na pesquisa e engenharia aplicada à produção de hidrogênio verde e em biocombustíveis para transporte de longa distância, como bioquerosene para aviação.

Nesta frente, assim como nas demais, a robustez das atividades de P&D decorre de abordagens multidisciplinares, nas quais desafios tecnológicos de diferentes etapas das cadeias de produção são destrinchados, com o uso de métodos avançados e integração de saberes e recursos humanos de diferentes áreas.

Mais detalhes estão disponíveis a seguir.

Iniciativas de Destaques em P&D



HIDROGÊNIO VERDE

O hidrogênio verde, obtido a partir da eletrólise da água, desponta como alternativa aos combustíveis fósseis. Os desafios relacionados ao desenvolvimento de plataforma energética baseada em hidrogênio são complexos e exigem um grande domínio dos processos científicos e de engenharia vinculada a materiais avançados. Neste contexto, a atuação de P&D do CNPEM aborda diferentes estágios da cadeia de obtenção de hidrogênio.

São elas: investigações de materiais avançados, eficientes e economicamente viáveis; preparação de ânodos e cátodos aplicando metodologias já utilizadas na indústria para facilitar a transferência de tecnologia, construção de dispositivos e protótipos de fotoeletrolisadores e estudos de reciclabilidade, viabilidade econômica e toxicidade dos materiais e dispositivos envolvidos na cadeia de produção.

NOVOS MATERIAIS PARA NOVOS DESAFIOS

Recentemente, o CNPEM desenvolveu, em parceria com a UFSCar e UFABC, um novo material com alta eficiência para uso na produção de hidrogênio verde. A solução combina germânio e hematita para uso em células fotoeletroquímicas - materiais de baixo custo e abundantes. O material manipulado se mostrou eficiente, batendo o recorde latino-americano na geração de fotocorrente, e está sendo incorporado a um protótipo de reator solar para fotossíntese artificial, combinando conhecimentos de engenharia reunidos no Centro. DOI <https://doi.org/10.1039/D2TA03932J>

BIOCOMBUSTÍVEIS

A demanda por biocombustíveis, como o etanol celulósico (2G) e o bioquerosene para aviação, é crescente. Grande parte impulsionada por leis de incentivo, como Renovabio, e acordos internacionais, como o plano de redução de carbono desenvolvido pela Organização da Aviação Civil Internacional. Ainda assim, uma série de desafios tecnológicos precisam ser resolvidos para otimizar a produção destes biocombustíveis. Neste cenário, o CNPEM atua em diferentes frentes:



(i) uso da biotecnologia industrial e do escalonamento de processos para construção de coquetéis enzimáticos;



(ii) desenvolvimento biotecnológico de cepas microbianas para conversão de açúcares avançados em biocombustíveis;



(iii) avaliação de rotas de produção de biocombustíveis;



(iv) estudos relacionados a avaliação de sustentabilidade na produção de energia renováveis, incluindo avaliação especializada de recursos naturais e;



(v) integração de cadeias produtivas.

PEGADA DE CARBONO INTEGRADA À MODELAGEM ESPECIALIZADA

Estudo coordenado pelo CNPEM validou uma plataforma de ferramentas que combina imagens de satélite, bases de dados com modelagens de ciclo de vida na produção de etanol e emissão de gases de efeito estufa (GEE) para incluir informações georreferenciadas nos cálculos de créditos de carbono. A plataforma de avaliação considera aspectos regionais, com impactos econômicos e ambientais, e estima ganhos de quase 1 bilhão de dólares ao ano com créditos de descarbonização. O trabalho constata que a análise especializada representa um potencial de mitigação das emissões de GEE que equivalem ao resultado emitido anualmente por alguns países da América do Sul e da Europa, como Dinamarca e Noruega. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106725>

Competências transversais

A abordagem multidisciplinar e mundialmente competitiva, típica dos Programas de P&D do CNPEM, retroalimenta o desenvolvimento de técnicas experimentais disponíveis no Centro. Em sinergia com parceiros acadêmicos, industriais e governamentais, os avanços das pesquisas estão fortemente conectados aos recursos humanos e tecnológicos reunidos no Centro. Por outro lado, a atuação na fronteira do conhecimento promove desafios que exigem a constante atualização e expansão das metodologias e competências disponíveis no CNPEM.

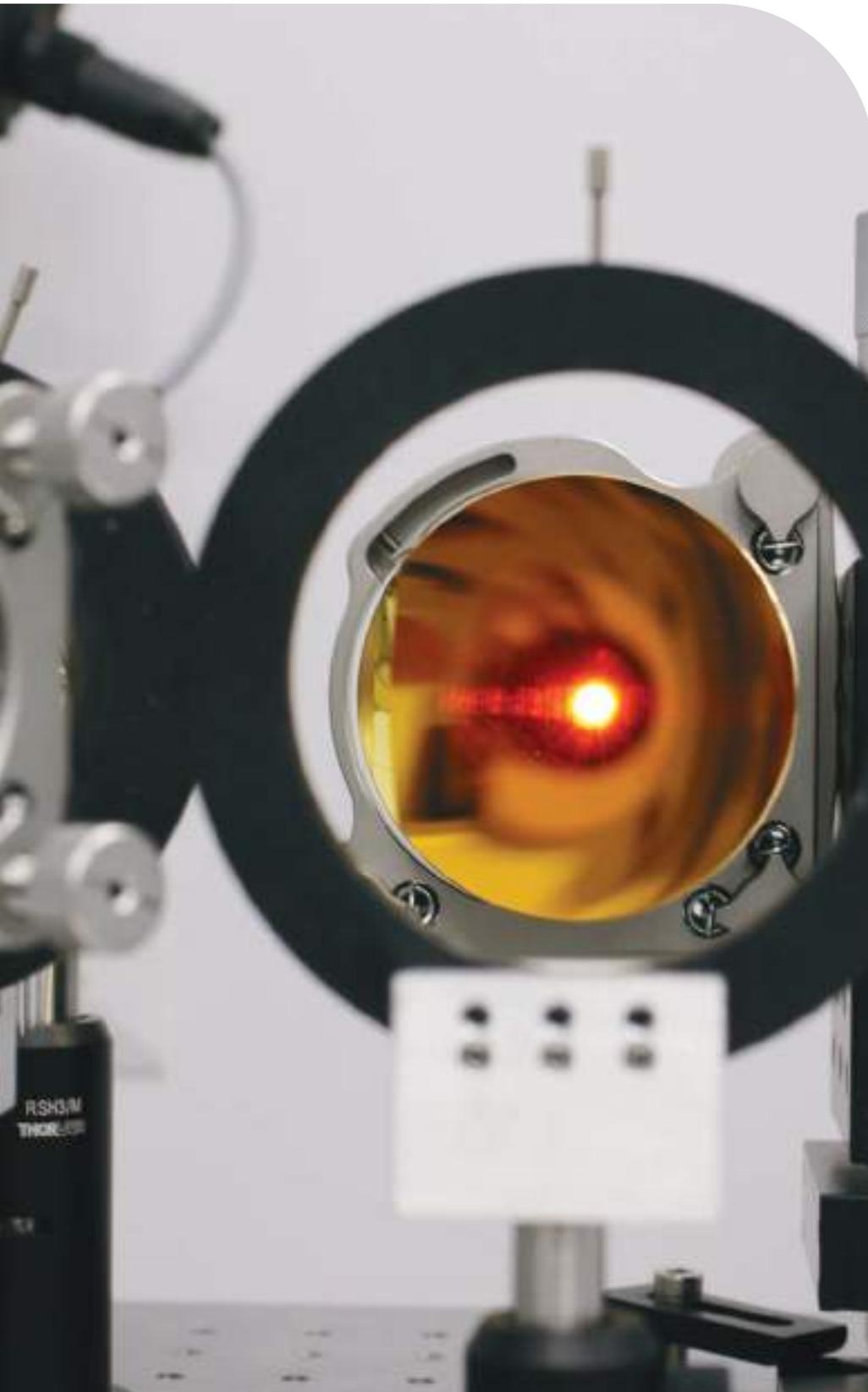
Assim, o CNPEM mantém e desenvolve competências transversais,

beneficiando áreas e aplicações que extrapolam as pautas de P&D do Centro e levam à ampliação do portfólio de serviços oferecidos para a comunidade acadêmica e empresarial de todo País.

A dinâmica simbiótica entre ações de P&D e o desenvolvimento de competências transversais capacitam o CNPEM para interagir e colaborar em diferentes modelos de atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação e dialogam com as necessidades de diferentes atores do Sistema Nacional de CTI. A seguir, um resumo das principais competências estabelecidas no Centro é apresentado.







Ciência com luz síncrotron

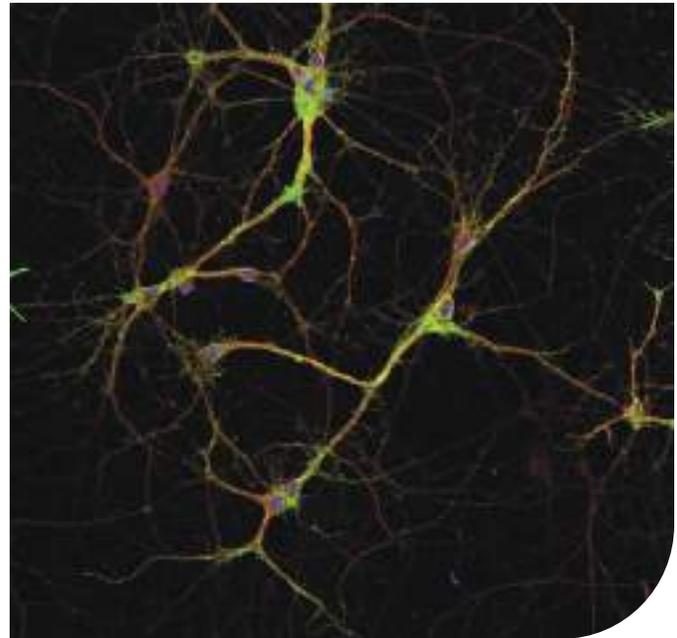
Este programa está embasado em experimentos para testar hipóteses sobre mecanismos microscópicos da matéria, inspirando invenções de tecnologias e expansão do conhecimento científico. As formulações dessas hipóteses são calcadas em paradigmas, que evoluem a partir da descoberta de fenômenos da interação da radiação eletromagnética com a matéria, de novas instrumentações científicas e da criação de métodos e protocolos experimentais.

O programa de ciência e tecnologia com luz síncrotron forma uma camada de conhecimento científico na interface entre as técnicas experimentais, disponíveis nas linhas de luz, e a resolução de problemas nas áreas de saúde, energia e materiais renováveis. O seu objetivo principal é expandir as fronteiras do conhecimento científico para que a comunidade que utiliza o Sirius tenha ao seu alcance o estado da arte em técnicas de luz síncrotron para solução de problemas estratégicos. Ao mesmo tempo, os problemas trazidos pela comunidade científica propõem os desafios para exploração da fronteira da ciência de luz síncrotron, num ciclo virtuoso de pesquisa e desenvolvimento.

Bioimagem

Imagem de microscópio confocal mostrando uma seção do intestino de um modelo animal. Em vermelho podemos ver o citoesqueleto de actina altamente fluorescente, principalmente na região voltada para dentro do órgão devido às grandes concentrações de actina nas microvilosidades. Em verde podemos ver corpos celulares e terminações nervosas do sistema nervoso entérico, e os núcleos celulares em azul.

A área de bioimagens do CNPEM é um esforço científico multidisciplinar entre os laboratórios nacionais para desenvolver abordagens multimodais e multiescala para obtenção de dados morfo-fisiológicos focados em saúde humana. Modelamos doenças em animais de experimentação e em células tronco humanas de pluripotência induzida



(hiPSC). Nesta técnica, células de um indivíduo adulto (sangue, pele, urina etc.) são reprogramadas de modo que voltem a se comportar como as células embrionárias, as células hiPSC e, então, podem ser diferenciadas nos mais diversos tipos celulares que compõe o corpo humano, como por exemplo as células do cérebro, ou coração. O avançado parque de equipamentos, com destaque para as linhas de luz do Sirius e a instalação de criomicroscopia eletrônica, pioneira na América Latina, em conjunto com as competências dos pesquisadores do CNPEM permitem correlações entre os dados obtidos por modelagens com aqueles oriundos de experimentos minimamente invasivos para visualização de amostras ou processos biológicos, gerando camadas de informação que, quando combinadas, formam a chamada “microscopia multimodal correlativa”.



Aceleradores de Partículas

O Sirius com a sua luz síncrotron de alto fluxo, brilho e amplo espectro permite investigar em nível molecular e atômico de inúmeros materiais, incluindo as amostras biológicas. Experimentos com resolução temporal, em diversas condições de temperatura, atmosfera e pressão são possíveis. Essa infraestrutura mundialmente singular é aberta e atende tanto as comunidades científicas quanto industriais. A aplicação desse conjunto de ferramentas no estado-da-arte pode permitir um salto tecnológico sem precedentes em todas as áreas da ciência, visando o desenvolvimento científico e tecnológico para um novo futuro.

Microscopias

Ferramentas que caracterizem os materiais na escala nano (~40.000 vezes menor que o diâmetro de um fio de cabelo) são necessárias para o contínuo aprimoramento de pesquisas em inúmeras áreas de atuação. Os diversos tipos de microscopia disponíveis no CNPEM, tais como microscopia eletrônica de transmissão

Engenharia e Instrumentação Científica

Durante sua história, o CNPEM desenvolveu capacidade para projetar e produzir instrumentos científicos, dispositivos complexos, componentes para aceleradores, dentre outros projetos complexos, muitas vezes inéditos - competências associadas ao conhecimento acumulado desde a construção da primeira fonte de luz síncrotron no Brasil e, posteriormente, alavancada pela complexidade e os elevados requisitos técnicos do Projeto Sirius. Esta experiência tornou o CNPEM referência nacional e internacional em

diversas especialidades tais como: tecnologia mecânica, vácuo e materiais, eletromagnetismo, instrumentação e software, além de competências em projetos e construção de sofisticadas infraestruturas prediais. A partir destes conhecimentos, o CNPEM se habilita a desenvolver diferentes projetos. Destaca-se que ao final de 2020, foi firmado um acordo de colaboração entre CNPEM e CERN com foco principal na pesquisa e compartilhamento de recursos e transferência de tecnologia na área de supercondutividade.



(TEM) e de varredura (SEM), microscopia de força atômica (AFM) e microscopia de tunelamento por varredura (STM), podem atingir resoluções que capacitam a observação nesta escala ou ainda em escala atômica,

possibilitando a visualização dos átomos que constituem a matéria, sua composição química e estado de oxidação. Essas técnicas fornecem importantes possibilidades para desvendar a estrutura da matéria.

Micro e Nanofabricação

A micro e nanofabricação representam um conjunto de técnicas avançadas de manipulação e combinação de materiais com vasta gama de aplicações. A produção de dispositivos multifuncionais é um exemplo de área altamente dependente do avanço destas técnicas e pode viabilizar a criação de novos dispositivos multifuncionais com propriedades únicas para aplicações nas áreas da saúde, energia e meio ambiente. As instalações de micro e nanofabricação do CNPEM oferecem uma infraestrutura multiusuário aberta para a produção de dispositivos e criada para apoiar as comunidades científica e industrial por meio do acesso a equipamentos, processos e equipe técnica pronta para enfrentar os desafios científicos e tecnológicos de nossa comunidade.





Síntese

No CNPEM contamos com uma ampla estrutura para síntese de materiais. É possível obter nanoestruturas via processos como deposição de filmes finos por "physical vapor deposition" (PVD) por filamento resistivo, por feixe de elétrons, pulverização catódica, além de deposição de camadas atômicas (ALD), "pulsed laser deposition" (PLD), "molecular beam epitaxy" (MBE), processos químicos de síntese coloidal em solução e eletrodeposição. Estas instalações singulares permitem a síntese e processamento de nanocristais coloidais inorgânicos com elevado controle de tamanho, forma e composição química, filmes finos metálicos, dielétricos,

e semicondutores, materiais 2D, moléculas orgânicas, e nanocompósitos. Com foco em síntese de produtos oriundos de biomassa, o Centro possui laboratórios e competências para obtenção de nanocelulose fibrilar, celulose nanocristalina e nanopartículas de lignina. Através das técnicas de biologia sintética, estrutural e computacional utilizamos rotas bioquímicas para a produção sustentável de produtos químicos, biocombustíveis, bioquímicos e biomateriais. Além de todo parque tecnológico dos laboratórios, a área conta com uma equipe qualificada para estudar os fenômenos e melhorar os processos da bancada à escala piloto.





Teoria e Ciência de Dados

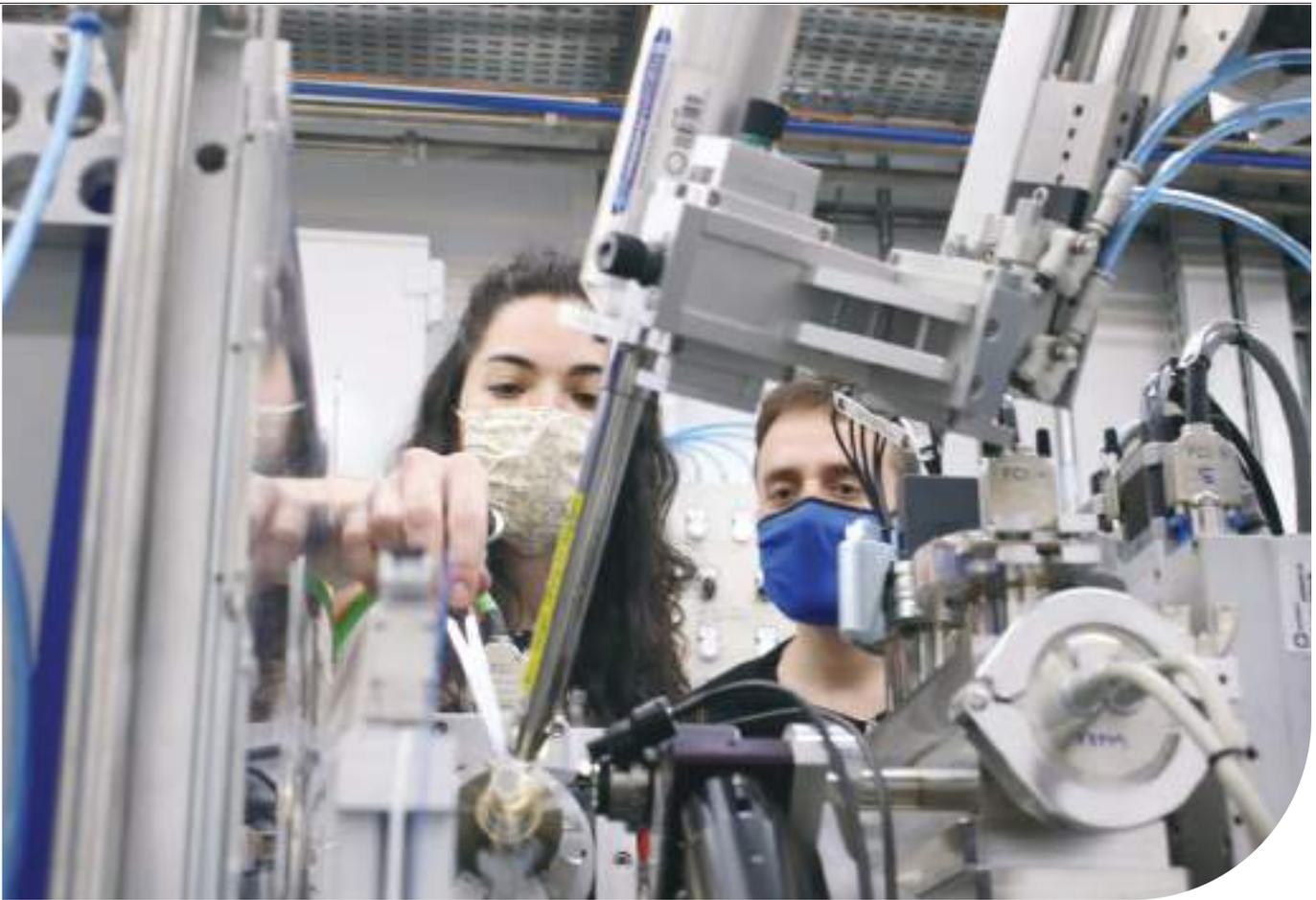
Atuamos no desenvolvimento de novas metodologias computacionais para cálculos da estrutura eletrônica de materiais, dinâmica molecular e transporte eletrônico, bem como plataformas de inteligência artificial para descoberta de novos materiais e outras aplicações. Em todas as áreas de pesquisa, o suporte teórico no entendimento e simulação dos dados experimentais potencializa e qualifica os resultados. O CNPEM atua no desenvolvimento e aplicação de metodologias computacionais e dispõe de extensa e abrangente infraestrutura computacional para este fim.

Covid-19

Pandemia Covid-19 & a importância do estabelecimento e manutenção de competências científicas

A pandemia de COVID evidenciou como a expansão demográfica e agropecuária e o intenso deslocamento de pessoas e cargas entre os países favorecem o deslocamento de vetores virais de um continente a outro em um curto intervalo de tempo. A pandemia mostrou também como o aparecimento, ressurgimento e disseminação de doenças infecciosas pode gerar inestimáveis impactos socioeconômicos e de saúde e bem-estar da população regional e mundial. Não à toa, entidades de saúde e de políticas públicas discutem mecanismos de combate a pandemias, uma vez que viroses humanas emergentes, como a Covid-19, continuam sendo ameaças ao planeta.

Para o enfrentamento de desafios desta natureza, é inquestionável a instituição permanente de competências científicas multidisciplinares, instituições com processos dotados de capacidade e agilidade e a manutenção de corpo técnico qualificado, capacitado para mobilizações cooperativas de alto nível. Estes recursos humanos e de infraestrutura não são instituídos em meio a crises globais, pelo contrário,



são resultados de investimentos prévios, estruturados, estratégicos e de longo prazo, peças-chave para a autonomia dos países na busca de soluções para problemas globais.

A importância das competências reunidas no CNPEM foi evidenciada pela pandemia.

Diante da emergência, o Centro agiu rapidamente e reorientou suas atividades de P&D, mobilizando seu quadro de recursos humanos altamente qualificado, sua infraestrutura científica de ponta, técnicas e competências disponíveis em uma força-tarefa para o enfrentamento da Covid-19. A atuação da instituição incluiu: geração de partículas virais defectivas (VLPs) voltadas a facilitar a manutenção e a experimentação com o vírus SARS-CoV-2; produção de proteínas virais recombinantes; sequenciamento genético e

engenharia genética aplicada ao vírus; desenvolvimento de métodos de desinfecção de ambientes e superfícies; desenvolvimento de testes e diagnósticos. O CNPEM também apoiou pesquisas relacionadas à Covid-19 de usuários externos por meio do uso de suas instalações abertas. As propostas atendidas usaram, principalmente, técnicas de microscopia eletrônica, crio microscopia, microfabricação e cristalização de macromoléculas. Boa parte destas atividades, envolveu cooperações com outros atores do Sistema Nacional de C&T, como universidades, hospitais, outras instituições ligadas ao MCTI e empresas privadas.

As atividades do Sirius também foram estrategicamente reorientadas para viabilizar sua participação no enfrentamento à Covid-19. Os esforços de montagem de suas estações de pesquisa foram direcionados para a conclusão da linha de luz Manacá - dedicada à cristalografia de macromoléculas. Isso porque os experimentos na linha de luz Manacá permitem visualizar detalhes em escala atômica de biomoléculas (como aquelas que compõem um vírus, por exemplo), além de possibilitar a identificação de moléculas que se ligam a essas proteínas e podem dar origem a novos medicamentos.

Confirmada a obtenção de dados confiáveis e competitivos, em setembro de 2020, a Manacá foi excepcionalmente aberta para apoiar a comunidade científica no combate à COVID-19. Um grupo de pesquisadores do Instituto de Física da USP de São Carlos levou ao CNPEM cerca de 200 cristais de proteínas do vírus SARS-CoV-2 para serem



analisadas nesta linha de luz. O objetivo era encontrar, na estrutura das proteínas, possíveis alvos para interromper o ciclo de vida do vírus a partir da ligação com outras moléculas, que podem dar origem a novos fármacos. Dez meses após as coletas realizadas no Sirius, foi publicado o primeiro artigo científico com os resultados do estudo.

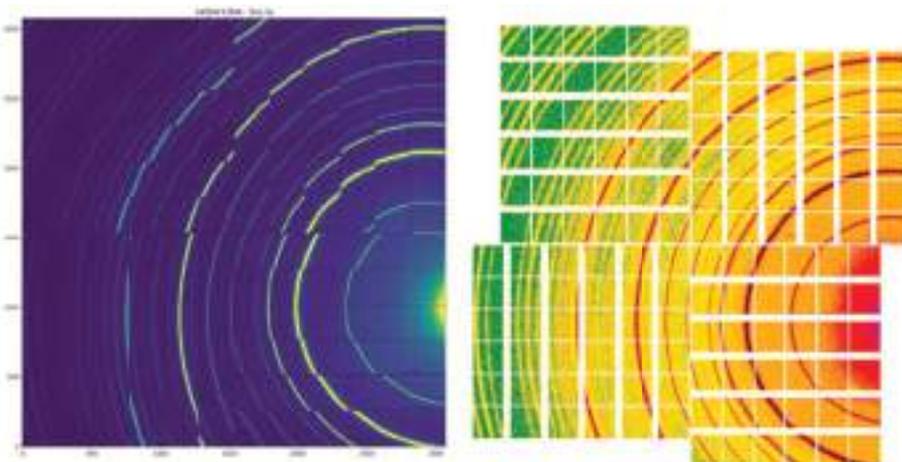
“Para buscarmos ligantes que podem se conectar às proteínas do vírus, inibindo a sua atividade, precisamos de uma fonte de luz síncrotron. Neste sentido, o Sirius passa a ser um “salto quântico” para a comunidade de cristalografia brasileira”, explicou, na ocasião, o coordenador da pesquisa, Prof. Glaucius Oliva, um dos pioneiros da área no Brasil.

NO FOCO

Oferecer condições inéditas de pesquisa no País: As primeiras análises realizadas no Sirius, na corrida por conhecimentos sobre a biologia do vírus SARS-CoV-2, foram realizadas por equipes internas do CNPEM, capacitadas nas áreas de biologia estrutural, virologia e cristalografia. Nessas análises iniciais, pesquisadores do CNPEM observaram cristais de uma proteína do coronavírus imprescindível para o ciclo de vida do vírus SARS-CoV-2. Os primeiros resultados revelaram detalhes da estrutura dessa proteína, importantes para compreender a biologia do vírus e apoiar pesquisas que buscam novos medicamentos para a COVID-19.

“O Sirius superou minhas expectativas. Ter uma máquina dessas aqui e fazer análises dessa complexidade é uma conquista para o País.

“O que você conseguia fazer em horas [no antigo acelerador de elétrons do CNPEM], agora você faz em minutos. Isso torna a técnica escalonável do ponto de vista de quantas amostras você consegue analisar, e permite fazer novas técnicas”, ponderou André Godoy, pesquisador com dez anos de experiência em análises realizadas em fontes de luz síncrotrons espalhadas pelo mundo, durante a coleta de dados em meio à pandemia.



Engenharias CNPEM

O desenvolvimento de novas tecnologias de produção de equipamentos, peças e a maestria na manipulação de materiais em suas mais diversas escalas fazem parte da expertise do CNPEM.

Formando parcerias com indústrias nacionais e internacionais e investindo em sua equipe interna, durante sua história o CNPEM desenvolveu capacidade para projetar e produzir instrumentos científicos, dispositivos complexos, componentes para aceleradores, dentre outros projetos complexos, muitas vezes inéditos – competências associadas ao conhecimento acumulado desde a construção da primeira fonte de luz síncrotron no Brasil.

Hoje, por exemplo, o Centro opera uma das mais avançadas infraestruturas de vácuo do País, com capacidade de fabricação de câmaras em diferentes materiais (aço inox, cobre, alumínio e cerâmica) e desenvolveu técnicas complexas de soldagem para aplicações que exigem pressões tipicamente encontradas no espaço (abaixo de 10-11mBar) e que são fundamentais para operação de síncrotron, fabricação de magnetos supercondutores e sistemas criogênicos.

Na área de eletrônica digital, o CNPEM projeta e desenvolve diferentes componentes de operação em sistemas complexos de diagnóstico e controle, máquinas de precisão, compostas por sistemas mecatrônicos avançados, que visam adequar a aplicação das diferentes técnicas de pesquisa disponíveis aos inúmeros tipos de amostras e condições exigidas nos experimentos.

Na temática de catálise e energia, destaca-se o desenvolvimento de um simulador de reator catalítico com fluxo controlado de reagentes. Os destaques acima são apenas alguns casos ilustrativos dos esforços do CNPEM para o



desenvolvimento de ferramentas e instrumentação científica relacionadas a operação de grandes e complexas infraestruturas de pesquisa.

Em suma, a concepção, desenvolvimento e operação de infraestruturas e equipamentos complexos é um indicativo da capacidade tecnológica de um país. Dessa forma, a atuação do CNPEM nesta área tem contribuído para que o Brasil não seja apenas um importador de equipamentos, mas que também acumule competências técnicas desenvolvendo tecnologias in house e atuando em parceria com a indústria nacional – exigindo e promovendo inovações com potencial de exportação. Este é um marco significativo para o País e parte da missão dos polos de tecnologia.



Acordo para o desenvolvimento de tecnologia nacional de ponta

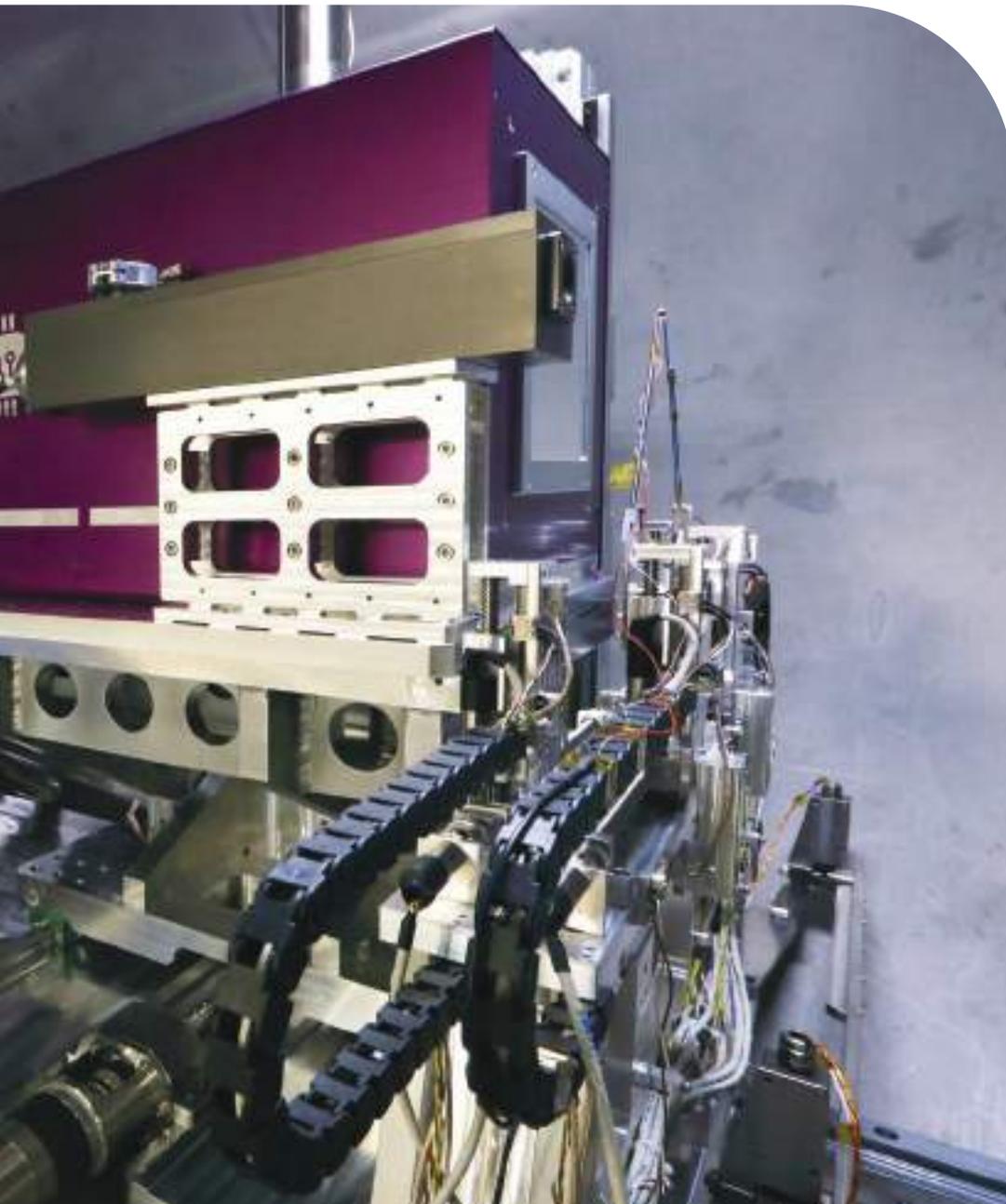
A Pi Tecnologia (PITEC), empresa dedicada ao desenvolvimento de sistemas de comunicação e de imagem com sistemas eletrônicos de última geração, e o CNPEM firmaram em 2020 um acordo de cooperação técnica para a execução de projetos de pesquisa aplicada e desenvolvimento tecnológico, envolvendo a transferência de *know-how* e tecnologias. O acordo estabelece condições gerais para desenvolvimento conjunto de novos produtos, fornecimento de novos componentes para o Sirius, e para a transferência de tecnologia entre as partes, visando criar condições para o desenvolvimento de aplicações de impacto que vão além do que existe hoje nas duas instituições. Um dos componentes mais importantes das linhas de luz, os detectores funcionam como câmeras digitais especialmente desenvolvidas para a detecção da luz síncrotron. Eles são responsáveis por captar os sinais resultantes da interação entre a luz síncrotron e a amostra e, com ajuda de supercomputadores, transformá-los em informações quantificáveis que possam ser usadas pelos pesquisadores em suas análises. “Eu acredito que a grande beleza de se relacionar com uma instituição como o CNPEM é a multidisciplinaridade.

Você acaba aplicando seus conhecimentos em áreas que você nem imaginava que seriam possíveis. O conhecimento que nós encontramos no CNPEM e no Sirius, aliado à capacidade de engenharia e de construção que nós temos aqui, formou o ambiente ideal para que a gente conseguisse resolver problemas de alta complexidade” afirma Júlio César, CEO da PITEC.

“Ao transferir tecnologias desenvolvidas no CNPEM para uma empresa nacional como a PITEC, ganhamos um parceiro capaz de produzir em maior escala dispositivos adaptados aos elevados padrões que precisamos nos aceleradores e nas linhas de luz. Com isso poderemos nos concentrar nos aspectos de maior competitividade do Sirius, como desenvolver novas estações experimentais, novos métodos de aquisição e processamento de dados e diversas outras frentes inovadoras mundialmente”, explica Lucas Sanfelici, chefe de divisão de engenharia das linhas de luz.



Graças ao envolvimento das empresas brasileiras, foi alcançado um índice de 85% de nacionalização do projeto Sirius



A PITEC atuou em conjunto com a equipe do CNPEM no desenvolvimento do PIMEGA, um detector de raios X de grande área, com alta contagem de frames e com transferência de dados de alta capacidade, para utilização nas estações experimentais do Sirius. Atualmente, a empresa tem atuação multinacional sob o nome Lumentum.

Outras parcerias tecnológicas

O Sirius teve entre seus objetivos estimular o desenvolvimento da indústria brasileira, por meio da indução de demandas de serviços, matérias-primas e equipamentos. Graças ao envolvimento das empresas brasileiras, foi alcançado um índice de nacionalização do projeto – ou seja, dos recursos investidos dentro do País – de cerca de 85%. Somados, os diferentes tipos de parceria envolvem um universo de mais de trezentas empresas brasileiras, de pequeno, médio e grande portes – sem contar aquelas envolvidas em demandas para as obras civis, que foram gerenciadas pela construtora Racional Engenharia. Em meio a este universo, mais de quarenta empresas trabalharam em desenvolvimentos tecnológicos especialmente para o Projeto Sirius. Além da PITEC, as empresas WEG, FCA e Termomecânica são algumas das parceiras envolvidas no Projeto Sirius.



CBMM E CNPEM BUSCAM ACELERAR DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS EM SUPERCONDUTIVIDADE

Parceria visa fomentar pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos relacionados a materiais supercondutores com nióbio.

Em 2021, a CBMM, líder mundial na produção e comercialização de produtos de nióbio, e o CNPEM firmaram acordo de cooperação em pesquisa e desenvolvimento tecnológico e científico na área de materiais supercondutores com aplicação de nióbio. “O objetivo deste acordo de cooperação é fazer ciência, desenvolver tecnologias e aplicá-las em todas as escalas, agregando valor a novos produtos de interesse da sociedade.”, comenta James Citadini, Gerente de Engenharia e Tecnologia do CNPEM. “Nós acreditamos que a construção de cooperações contínuas e fortes entre instituições de pesquisa, empresas de transformação, de tecnologia e outras afins é imprescindível para o estabelecimento de trajetórias factíveis de desenvolvimento”, destaca Isadora Costa, Engenheira de Processos e Produtos da CBMM. Este acordo visa propiciar o projeto, desenvolvimento e aplicações da supercondutividade como elemento-chave do desempenho



de equipamentos nas mais variadas áreas, incluindo médica, energia, física de partículas, elétrica e eletrônica, e defesa, gerando componentes de alto valor agregado.

A supercondutividade é a propriedade que permite a certos materiais conduzirem corrente elétrica sem resistência e, portanto, sem perda de energia.

O NIÓBIO

Este elemento pode ser aplicado na estrutura de edifícios e pontes, em veículos, turbinas de avião, foguetes e sondas espaciais, além de tubulações de gás e baterias elétricas. Além disso, é essencial para o desenvolvimento de materiais supercondutores. A supercondutividade é a propriedade que permite a certos materiais conduzirem corrente elétrica sem resistência e, portanto, sem perda de energia. Os supercondutores já são utilizados em aplicações que visam transmissão de energia e motores elétricos muito mais eficientes, máquinas de ressonância magnética e outros equipamentos de diagnóstico médico de alto desempenho, além da confecção de equipamentos para pesquisas científicas, como em magnetos para aceleradores de partículas. No entanto, uma grande limitação para o uso de materiais supercondutores em larga escala é a necessidade de serem mantidos a temperaturas baixíssimas, próximas do zero absoluto (-273.15°C), exigindo sua associação a grandes infraestruturas de resfriamento. Sendo assim, há uma constante busca por materiais supercondutores que operem a temperaturas cada vez mais próximas da temperatura ambiente, o que viabilizaria uma verdadeira revolução tecnológica. E é aqui que ligas de níbio-titânio fazem a diferença, desempenhando papel vital para a operação desses equipamentos.

EMA

Uma das novas estações experimentais abertas no Sirius, denominada Ema, é um dos recursos mais avançados para experimentos que buscam soluções para tecnologias que envolvem a supercondutividade. A estação de pesquisa foi projetada para estudar materiais submetidos a temperaturas extremamente altas, mais de 8000°C, ou extremamente baixas, próximas do zero absoluto; ou também a pressões extremamente altas, equivalentes ao dobro da pressão no centro da Terra. Quando a matéria é submetida a essas condições extremas, ela pode apresentar novas propriedades físicas e químicas, passando, por exemplo, de condutor para isolante, de magnético para não magnético, e vice-versa, ou mesmo apresentar características que não existem em condições normais como é o caso dos materiais supercondutores. Tais condições só podem ser desvendadas por um feixe de raios X de alto brilho, como o produzido pelo Sirius, a partir da combinação de diversas técnicas, como difração, espectroscopia de absorção e espalhamento inelástico de raios X. Nessa linha será possível responder perguntas sobre a estrutura atômica dos materiais e como elas mudam de acordo com as condições de baixíssima temperatura ou altíssima pressão necessárias durante o processo de manufatura de um material supercondutor. “Na linha EMA buscamos entender microscopicamente o efeito de supercondutividade e observá-lo à temperatura ambiente. Esta compreensão poderia afetar todas as aplicações tecnológicas em nossa sociedade”, destaca Narcizo de Souza Neto, Chefe da Divisão de Matéria Condensada e Ciência dos Materiais do LNLS.





CNPEM E CERN FIRMAM ACORDO DE COLABORAÇÃO

Impulsionado pelas soluções tecnológicas desenvolvidas no Brasil para o projeto Sirius, novo entendimento estabelece parâmetros para parceria ampla em pesquisas de interesse mútuo, como as de materiais supercondutores.

A Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear (CERN), um dos laboratórios líderes mundiais em física de partículas, responsável pela operação do Grande Colisor de Hádrons (LHC), o maior colisor de partículas do planeta, e CNPEM firmaram dia 4 de dezembro de 2020 um amplo acordo de colaboração científica e tecnológica. O acordo estabeleceu condições legais para colaboração em pesquisas e compartilhamento de recursos em qualquer área de interesse mútuo, em especial nas tecnologias aplicadas à física de aceleradores, ímãs e materiais supercondutores. Estes conhecimentos são de enorme valor para o desenvolvimento de novas tecnologias, tanto no campo da ciência quanto em diversos setores da indústria. “A parceria do CNPEM com o CERN permite o desenvolvimento de projetos conjuntos em diversas áreas, em especial a de supercondutividade. Como todo projeto de alta tecnologia, haverá um grande envolvimento da indústria nacional que se beneficiará em áreas como desenvolvimento e construção de criostatos, desenvolvimento e fabricação de fios supercondutores e materiais para operação em condições extremas, fabricação de bobinas, desenvolvimento de eletrônicas rápidas de potência e diagnóstico, entre outros”, comenta James Citadini, Gerente de Engenharia e Tecnologia do CNPEM. O CERN trabalha em estudos de viabilidade

para um Futuro Colisor Circular (FCC), uma infraestrutura quatro vezes maior, com cerca de 100 quilômetros de extensão, voltada a pesquisas sobre constituintes fundamentais da matéria. Projeto que demanda recursos humanos e fornecimento de materiais certificados sob os mais elevados padrões tecnológicos. “Estou muito satisfeito em assinar este acordo de colaboração”, disse Frédérick Bordry, Diretor de Aceleradores e Tecnologia do CERN. “Por 30 anos, o Brasil tem sido um forte parceiro nas atividades científicas do CERN. A assinatura deste novo acordo aumentará nossa colaboração em pesquisa científica, treinamento, inovação e no compartilhamento de conhecimento na área de tecnologia de aceleradores. O CNPEM e o Brasil têm muitas competências e talentos comprovados nesta área e estou convencido de que isso trará muitos benefícios mútuos, além de motivar também os parceiros industriais.”



O CERN, Organização Europeia para Pesquisa Nuclear, é uma organização internacional anfitriã do Grande Colisor Hadron, o acelerador de alta energia para pesquisas em física de partículas.

Em dezembro de 2020, CNPEM e CERN firmaram convênio para colaboração em física de aceleradores. Nosso objetivo é desenvolver expertise no CNPEM em tecnologia de ímãs supercondutores. Com o Brasil prestes a ingressar no CERN como Estado Membro Associado, esta é uma parceria natural entre um laboratório de aceleração nacional e uma infraestrutura de pesquisa global que amplia as instalações dos Membros.



Nos últimos anos, estudamos ímãs de alto campo para aprimorar as capacidades do Sirius para mais linhas de luz. Fiquei impressionado com a energia e competência da equipe reunida no CNPEM, composta por físicos e engenheiros juniores. Em menos de um ano, eles dominaram todos os aspectos desse desafio, com a entrega de um design consistente.

A Associação do Brasil ao CERN abrirá oportunidades para brasileiros em nosso laboratório e permitirá que empresas nacionais se tornem nossos fornecedores. O talento da comunidade CNPEM, que agora testemunhamos em primeira mão, é um presságio extremamente bom para este futuro emocionante!

Salvatore Mele

Conselheiro Sênior de
Relações Internacionais



QUAIS AS DIFERENÇAS ENTRE O SIRIUS E O LHC, DO CERN?

No CERN, feixes de prótons são acelerados em direções opostas para que se choquem entre si.

Os aceleradores de partículas Sirius, do CNPEM, e o LHC, do CERN, possuem algumas semelhanças, mas são bastante diferentes. Em ambos os tipos de aceleradores, partículas são conduzidas dentro

de câmaras metálicas ao longo de uma trajetória circular, e têm seu percurso guiado por ímãs. Assim, alguns dos componentes que compõem esses aceleradores se assemelham, e é por isso que um acordo entre as instituições que abrigam cada uma dessas infraestruturas abre oportunidades tecnológicas para ambas. No entanto, os objetivos



científicos de cada uma dessas infraestruturas são distintos. No LHC, feixes de prótons são acelerados em direções opostas para que se choquem entre si. Os pesquisadores detectam e analisam essas colisões para estudar a matéria em uma escala subatômica e investigar a estrutura mais fundamental do universo. Já em uma fonte de luz síncrotron como o Sirius,

elétrons são acelerados em uma única direção, sem colidir uns com os outros. Os elétrons devem circular de maneira estável por longos períodos de tempo. Este feixe de elétrons produz um tipo de luz especial, chamado de luz síncrotron. Essa luz é então usada pelos pesquisadores para estudar diversos materiais, na escala das suas moléculas e átomos.



1) Growth
2) Innovation

3) Innovation

4) Innovation

5) Innovation

1) Growth
2) Innovation
3) Innovation
4) Innovation
5) Innovation

Futuro

*CNPEM cada vez
mais longe*



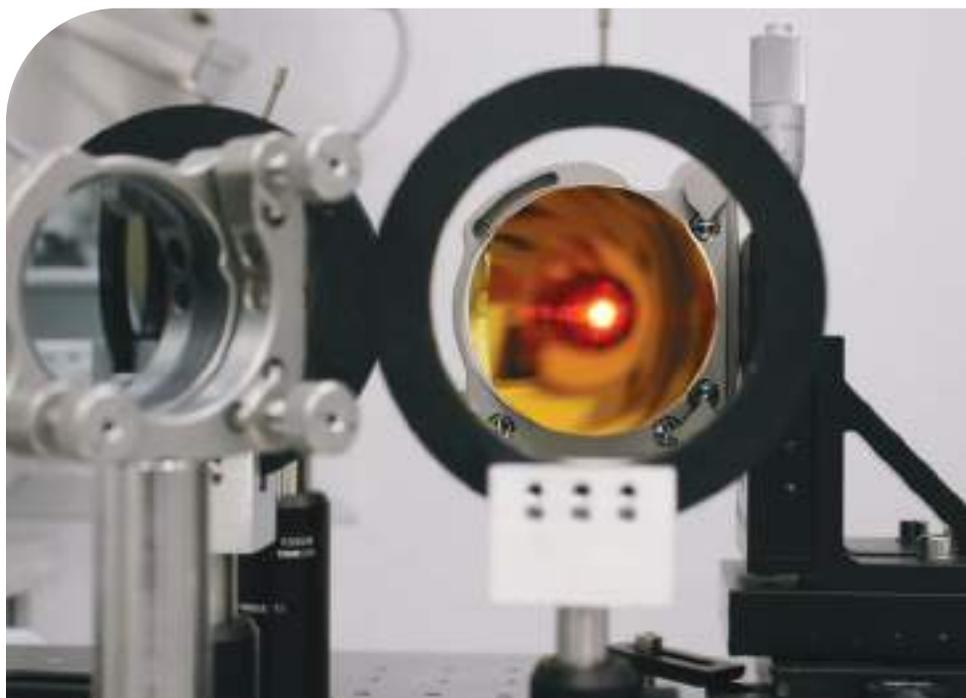


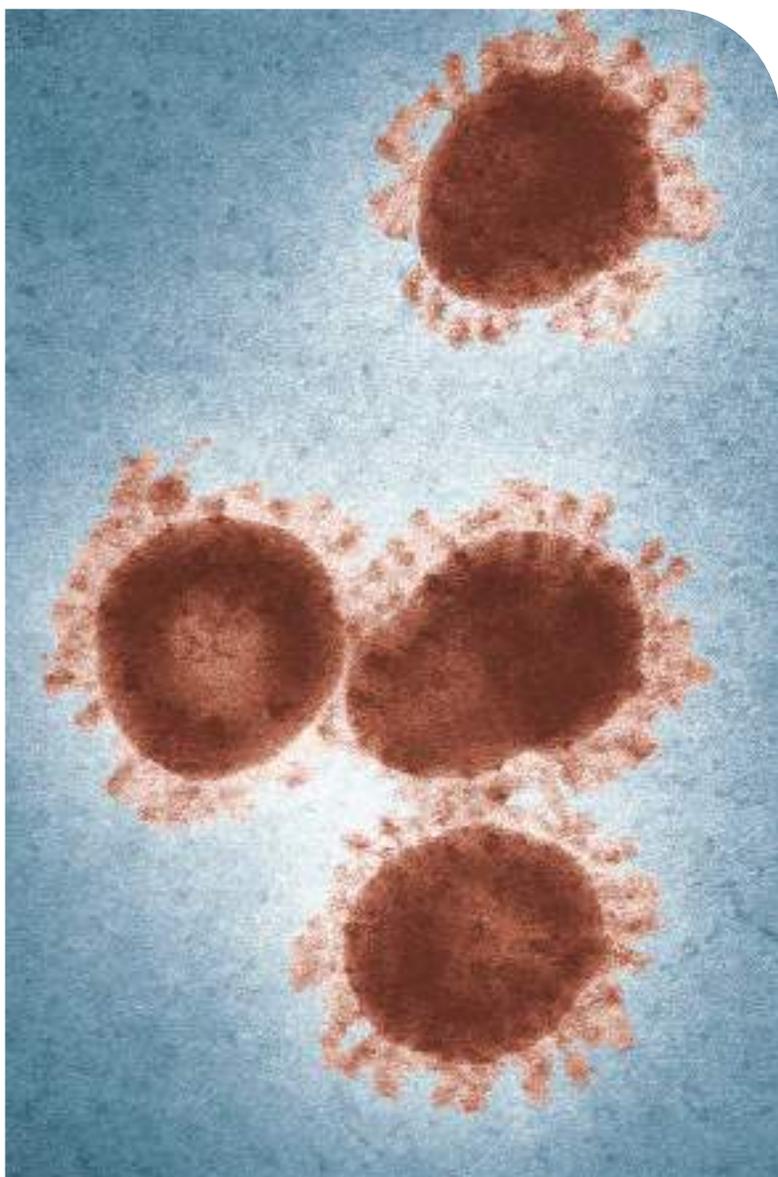
Um dos diferenciais do CNPEM enquanto instituição de ciência e tecnologia é a capacidade de desenvolver e operar grandes infraestruturas de pesquisa,

que oferecem técnicas complexas e singulares para a execução dos mais variados experimentos científicos. Atualmente, o Centro está envolvido em projetos estruturantes – nas áreas da saúde, energias e materiais renováveis –, que compreendem a concepção e operação de sofisticadas instalações de pesquisa. Somam-se aos esforços científicos do Centro diversas iniciativas para divulgação e popularização da ciência e a consolidação da Ilum – Escola de Ciência, um curso de graduação inédito, em período integral, destinado à formação de futuras e futuros cientistas.

NOVAS LINHAS DO SIRIUS

Além de posicionar o País na fronteira da ciência mundial, o Sirius – nova fonte de luz síncrotron brasileira – teve significativo impacto sobre a inovação da indústria nacional, que foi envolvida na construção de grande parte de seus sofisticados componentes. Na chamada fase 1, foram construídas seis linhas de luz, que se encontram em processo de comissionamento. A próxima etapa, já iniciada, viabilizará oito linhas de luz que em breve estarão disponíveis para a comunidade científica e industrial.





LABORATÓRIOS DE NÍVEL DE BIOSSEGURANÇA 3 E 4 (NB3 E NB4)

Iniciativas estratégicas para o CNPEM, a construção dos Laboratórios de Nível Biossegurança 3 (NB3), este adjacente ao LNBio, e do NB4, projeto singular a ser construído e integrado ao Sirius, são instalações capazes de viabilizar a manipulação adequada e segura de agentes biológicos patogênicos. A viabilização destas iniciativas visa a consolidação de competências do CNPEM para enfrentar desafios de longo prazo.



CENTRO DE TECNOLOGIAS PARA SAÚDE (CTS)

O Centro de Tecnologias para a Saúde é um polo de desenvolvimento tecnológico dedicado à biomanufatura de fármacos, insumos farmacêuticos ativos e terapias avançadas. Com o objetivo de fornecer soluções inovadoras e eficazes para a indústria farmacêutica e o sistema público de saúde, o CTS atua como uma iniciativa crucial para suprir as demandas da cadeia de P&D e inovação, impulsionando o desenvolvimento tecnológico do setor e contribuindo para a melhoria da saúde da população brasileira.



BR-FAB – PROJETO INCENTIVARÁ E VIABILIZARÁ INOVAÇÕES EM SENSORIAMENTO, TECNOLOGIAS QUÂNTICAS E NOVOS DISPOSITIVOS

Um ambiente único, com instrumentação avançada e recursos humanos especializados: o CNPEM projeta a implementação de um Centro de Fabricação de Dispositivos para Tecnologias Quânticas, Fotônica e Semicondutores (Br-Fab) no formato de hub aberto, multiusuário e avançado dedicado a processos de micro e nanofabricação. Concentrado em uma nova área com cerca de 1500 m² de salas limpas no campus do CNPEM, esta iniciativa surge da necessidade internacional em promover centros especializados de manufatura de dispositivos semicondutores e da demanda nacional por um laboratório capaz de acolher as mais variadas demandas dos setores da indústria automotiva, telecomunicações, agroambiental, saúde, entre outras, por dispositivos funcionais. Além disso, o Br-Fab proporcionará um ambiente apropriado para iniciativas nacionais de desenvolvimento de dispositivos quânticos para as áreas de computação, sensoriamento e comunicação quânticas. A experiência do CNPEM na gestão de grandes infraestruturas de pesquisa, aliada às demandas do setor produtivo e colaboração com demais atores do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, são elementos-chave para o sucesso da implementação desta nova instalação no país.



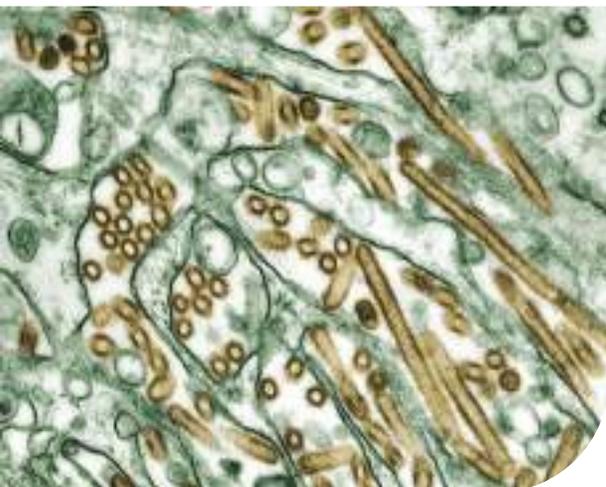
PLATAFORMA DE COMBATE A VIROSES EMERGENTES (PCVE)

O enfrentamento de viroses humanas emergentes, explicitadas pela Covid-19, requer a instituição permanente de competências científicas multidisciplinares. A PCVE surge como reação a problemas de futuro e prevê a implantação de um conjunto de plataformas científicas de vanguarda tecnológica para promover e sustentar uma agenda de pesquisa estratégica dedicada ao diagnóstico, tratamento e prevenção de viroses humanas patogênicas emergentes, e se beneficiará de instalações como os Laboratórios NB3 e NB4.



PLATAFORMA DE BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL (PBI)

Inspirada na biodiversidade microbiana brasileira, uma das mais ricas do planeta, a Plataforma surge para apoiar o desenvolvimento nacional de microrganismos e enzimas, insumos fundamentais para a transformação de biomassa em produtos biotecnológicos de alto valor agregado. Do mesmo modo, a PBI abrirá caminhos para o desenvolvimento de plataformas biológicas estabelecendo pontes entre o avanço científico e as demandas por inovação de empresas de diversos setores, como de biocombustíveis, bioprodutos, alimentos e bebidas.





CENTRO DE VISITANTES

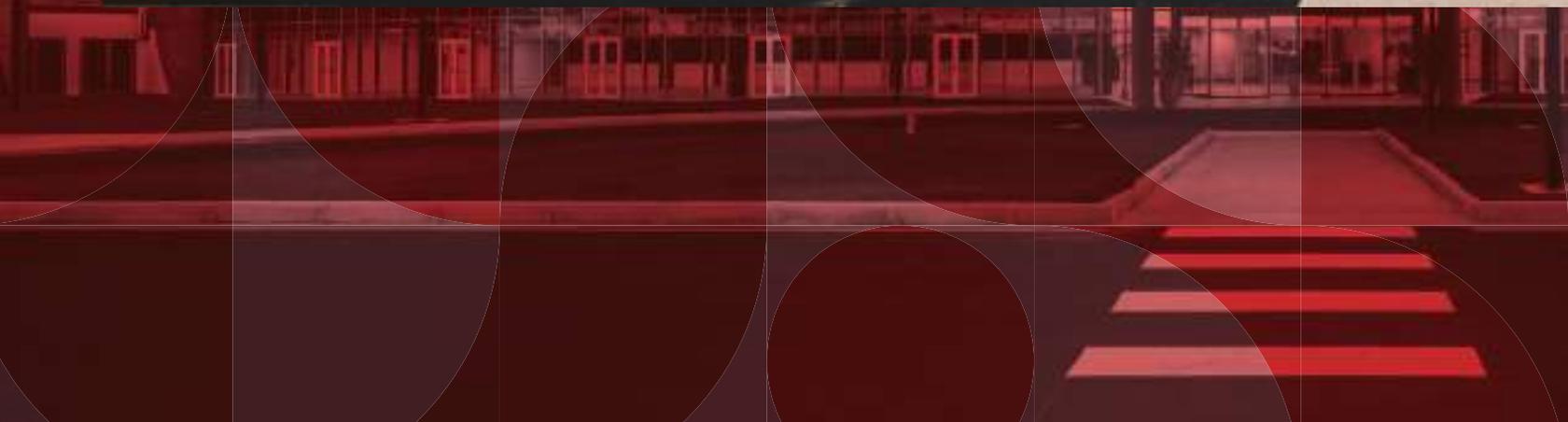
Diante do fortalecimento e da expansão das atividades de pesquisa e desenvolvimento do CNPEM, incluindo o início das operações do Sirius, é notável o aumento do interesse público pela atuação do Centro. Neste cenário, novas iniciativas do CNPEM contemplam a concepção, planejamento e execução de ações de popularização e divulgação da ciência que se somarão aos esforços já empenhados com sucesso pelo CNPEM nesta área. Há esforços para o planejamento inicial de um Centro de Visitantes no campus do CNPEM, inspirado em espaços similares encontrados em instituições de pesquisa do exterior. A ideia tem por objetivo estudar a implementação futura de espaços expositivos; salas voltadas à realização de atividades práticas por grupos escolares, auditório para eventos de divulgação e capacitação de professores.





CENTRO DE VIVÊNCIA ILUM

Um dos principais diferenciais da Ilum, a graduação em Ciência e Tecnologia operada pelo CNPEM, é a integração de seus alunos com as atividades de P&D desenvolvidas no Centro. Tal integração exige a implantação de um centro de vivência com espaço adequado para abrigar e integrar os alunos e pesquisadores durante a estada no campus. Esta é a razão pela qual o CNPEM se prepara para receber um grandioso espaço de convívio, interação e trocas entre os futuros cientistas e a brilhante comunidade que atua no Centro.





Sirius

Fonte de Luz Síncrotron Brasileira





Projeto Sirius: Uma década de trajetória

Em 2022 completou-se uma década desde que o projeto Sirius “nasceu”, nas configurações que o permitem classificá-lo como equipamento de última geração. A partir da recomendação de um comitê internacional de especialistas, em 2012, Sirius foi desenhado para que seus aceleradores produzissem a luz síncrotron mais brilhante do mundo em sua categoria de energia.

Hoje, é possível dizer que nossa comunidade científica dispõe de uma infraestrutura que está entre as mais avançadas já desenvolvidas para a investigação da estrutura microscópica de materiais sintéticos e biológicos.



Também em 2012, nas ações integrantes da Lei Orçamentária Anual, seria incluída pela primeira vez a Ação Orçamentária 13CL, para a construção de uma nova fonte de luz síncrotron - Sirius. O objetivo da ação, conforme descrito no documento, seria "prover a comunidade científica e tecnológica, acadêmica e industrial, de uma ferramenta essencial para manter a competitividade brasileira em áreas estratégicas e portadoras de futuro, como nanotecnologia, biotecnologia e materiais avançados, dentre outras".

Dez anos depois, Sirius está totalmente operacional e conta com seis estações de pesquisa (chamadas linhas de luz) abertas regularmente para a comunidade científica. A primeira chamada de propostas de pesquisa para essas linhas de luz foi aberta em novembro de 2022 e recebeu 334 propostas. Além delas, seis laboratórios de apoio para a preparação de amostras e uma unidade de processamento de dados de alto desempenho também já estão operando regularmente.

Por fim, outras oito linhas de luz estão em diferentes fases de desenvolvimento - algumas delas em etapa avançada de testes ou já



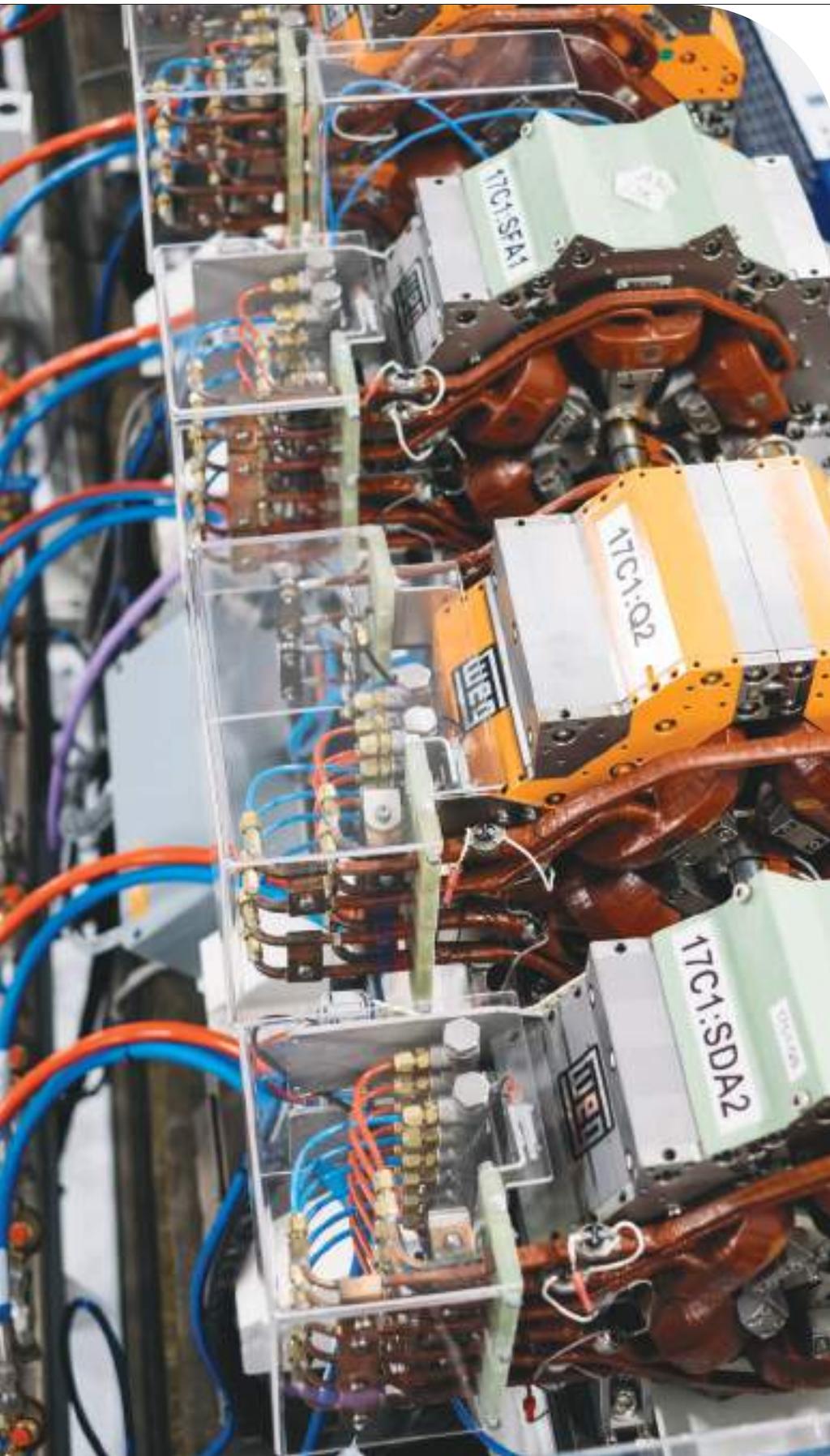
recebendo experimentos de comissionamento – e devem ser abertas para a comunidade científica ao longo dos próximos meses.

Ao longo desses desenvolvimentos, mais de 100 projetos de pesquisa foram realizados nos experimentos de comissionamento do Sirius, e as publicações desses resultados já permitem legitimar, perante a comunidade internacional, que o Sirius está chegando à performance prometida com a conclusão da primeira fase de implantação, com 14 linhas de luz, 350 mA de corrente no acelerador e modo de injeção contínua de corrente.

Hoje é possível observar que as decisões técnico-científicas que foram tomadas desde o início do projeto Sirius, e que guiaram todo o seu desenvolvimento, buscaram torná-lo uma ferramenta ímpar para atacar desafios

estratégicos para o Brasil. Sua energia de operação, de 3 GeV (Giga-elétron-volts), favorece a investigação de materiais biológicos, o que é especialmente interessante para pesquisas nas áreas de saúde e desenvolvimento de medicamentos, além de pesquisas em agricultura e meio ambiente, por exemplo.

Além disso, seu instrumental científico permite realizar experimentos avançados, com a simulação de diversas condições de temperatura e pressão, e oferece múltiplas possibilidades de acompanhar processos físicos e químicos ao longo do tempo, o que é particularmente interessante para pesquisas que buscam o desenvolvimento de novos materiais e de tecnologias para as indústrias de transformação, catalisadores, baterias e novas fontes de energia renovável.



Um projeto estruturante

As diretrizes que nortearam o desenvolvimento do Sirius, viabilizadas pelos investimentos realizados ao longo dos anos pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação, permitem classificá-lo como um projeto estruturante para o País. Além de dotar o País de um instrumental científico único para pesquisas em áreas-chave, Sirius representa uma empreitada singular de ciência e tecnologia também do ponto de vista do incentivo à inovação.

Desde o início de seu desenvolvimento, o projeto Sirius buscou explorar a fronteira tecnológica em parceria com a indústria nacional. O desenho de estratégias para estimular o envolvimento de empresas brasileiras de base tecnológica, por meio da indução de demandas de serviços, matérias-primas e equipamentos, aconteceu de maneira paralela ao próprio projeto, e resultou em um índice de nacionalização – ou seja, dos recursos investidos dentro do País – de cerca de 85%.

Somados, os diferentes tipos de parceria envolveram um universo de mais de 300



empresas brasileiras, de pequeno, médio e grande portes – isso sem contar aquelas ligadas às obras civis. Em meio a este universo, mais de 40 empresas trabalharam em desenvolvimentos tecnológicos de alta complexidade especialmente para o Projeto Sirius, como a fabricante de motores elétricos WEG, responsável pelo fornecimento dos eletroímãs para os aceleradores, ou a Racional Engenharia, parceira no desenvolvimento de tecnologias para construção do prédio do Sirius com requisitos de estabilidade sem precedentes no Brasil.

Sirius também foi um caso de sucesso para a formação de recursos humanos altamente especializados. Se o UVX foi essencial para formar e capacitar pesquisadores para o uso da tecnologia síncrotron, hoje o Sirius busca ampliar ainda mais esta comunidade, abrindo novas oportunidades para a criação e o compartilhamento do conhecimento científico. Sendo uma



infraestrutura aberta à comunidade científica e tecnológica, Sirius irriga o sistema de Ciência e Tecnologia do País, ao atuar em parceria com universidades e centros tecnológicos.

Por fim, Sirius atua como um agente importante na internacionalização da ciência brasileira, com o potencial de se tornar um polo de atração de pesquisas de ponta em nível mundial, ou por meio da promoção de parcerias com instituições de pesquisa estrangeiras.



Instrumento de política científica

O Sirius é uma plataforma de pesquisa multidisciplinar que permite que milhares de pesquisadores de diversas áreas do conhecimento testem hipóteses sobre os mecanismos microscópicos que resultam nas propriedades dos materiais, naturais ou sintéticos, usados em diferentes tecnologias, tais como saúde, meio ambiente, energia e materiais avançados. Assim, ele é um recurso tecnológico habilitador de ciência, que permite ao governo federal orientar os esforços da comunidade acadêmica para as áreas mais importantes para a estratégia de desenvolvimento do país. Sua configuração altamente competitiva abre uma janela de oportunidade para inovarmos na forma de se fazer política científica, por meio de possíveis alinhamentos do uso deste equipamento com as políticas e estratégias científicas de Estado.



Ademais, essa proposta busca garantir que uma fração considerável de projetos executados no Sirius seja liderado por pesquisadores brasileiros aprovados nas chamadas, uma vez que as suas linhas de luz poderão ter alta concorrência em nível internacional. Por fim, a ação tem o potencial de catalisar colaborações entre os próprios membros dos INCTs, que estarão unidos em torno de projetos científicos desafiadores e à altura da singularidade oferecida pelo Sirius para se explorar os limites do conhecimento científico global.

Sirius: Acelerando o futuro da ciência Brasileira



Muitos dos desafios que o Brasil e o mundo enfrentam hoje exigem desenvolvimentos científicos e tecnológicos cada vez mais sofisticados. Seja na criação de fármacos contra novas doenças, no aproveitamento da biomassa como fonte de energia renovável, ou no desenho de novos fertilizantes para uma agricultura mais sustentável, é essencial a compreensão e a manipulação dos mecanismos microscópicos por trás de processos macroscópicos.

Para isso são necessárias ferramentas avançadas, que permitam investigar todo tipo de material, seja biológico ou sintético, com alta resolução espacial para a visualização de detalhes micro e nanométricos. É importante, ainda, investigar materiais em diferentes escalas de tamanho e com alta resolução temporal, para o estudo de fenômenos que ocorrem em frações de segundos. Por fim, tudo isso deve ser investigado nas condições reais em que o material será utilizado, se possível com o detalhamento de diferentes informações, como a concentração e distribuição dos seus elementos químicos e de suas ligações químicas.

Sirius, a fonte de luz síncrotron brasileira, é a maior e mais complexa infraestrutura científica já construída no País, projetada para produzir a luz síncrotron mais brilhante dentre todos os equipamentos na sua faixa de



energia. Por ser uma infraestrutura aberta de pesquisa, Sirius está à disposição da comunidade científica brasileira e internacional, permitindo que centenas de pesquisas acadêmicas e industriais sejam realizadas anualmente,

por milhares de pesquisadores.

Fontes de luz síncrotron são equipamentos científicos de grande porte, que produzem radiação eletromagnética de forma controlada. Esta radiação é



então usada para a investigação da composição e estrutura da matéria em suas mais variadas formas, com aplicações em praticamente todas as áreas do conhecimento.

Sirius contribui para a

solução de grandes desafios científicos e tecnológicos, como o desenvolvimento de vacinas, medicamentos e novos tratamentos para doenças, por exemplo. Na área de agricultura, podem ser pesquisados novos

fertilizantes, espécies vegetais mais resistentes e adaptáveis e novas tecnologias de cultivo. Sirius também permite estudos visando um melhor aproveitamento de fontes de energia renováveis, melhores processos de extração



de petróleo em águas profundas e muitas outras aplicações, com potencial para gerar grandes impactos econômicos e sociais.

Em uma fonte de luz síncrotron, quanto mais intensa e focalizada for a luz produzida, maior será o seu brilho e, portanto, melhor será a qualidade e a variedade das pesquisas que podem ser realizadas. Sirius se destaca por ser uma das mais brilhantes fontes de luz síncrotron no mundo. Por isso, ele permite a realização de experimentos até então impossíveis no Brasil, e em alguns casos impossíveis em todo o mundo.

Além disso, esse alto brilho permite que experimentos que já são feitos hoje sejam aprimorados, seja pela redução no tempo de aquisição de dados, pela melhora da precisão dos resultados das medidas ou pelo aumento do número de amostras que podem ser analisadas em um mesmo intervalo de tempo.

Financiado pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), 85% dos recursos do Sirius foram investidos no País, em parceria com empresas nacionais. Durante o seu desenvolvimento foram estabelecidos contratos com mais de 300 empresas de pequeno, médio e grande portes, das quais mais de 40 desenvolvem soluções tecnológicas para o Sirius, junto aos pesquisadores e engenheiros do CNPEM.

Fontes de luz síncrotron

constituem o exemplo mais sofisticado de infraestrutura de pesquisa aberta e multidisciplinar, e o Sirius é uma ferramenta-chave para a resolução de questões importantes para as comunidades acadêmica e industrial brasileiras. A versatilidade de uma fonte de luz síncrotron permite o desenvolvimento de pesquisas em áreas estratégicas, como ciência dos materiais, nanotecnologia, biotecnologia, ciências ambientais e muitas outras. Essa é a razão pela qual a tecnologia da luz síncrotron se torna cada vez mais popular ao redor do mundo. É também o motivo pelo qual os países com economias fortes e baseadas em tecnologia já contam com uma ou mais fontes de luz síncrotron, ou as estão construindo.

A luz síncrotron e seu potencial

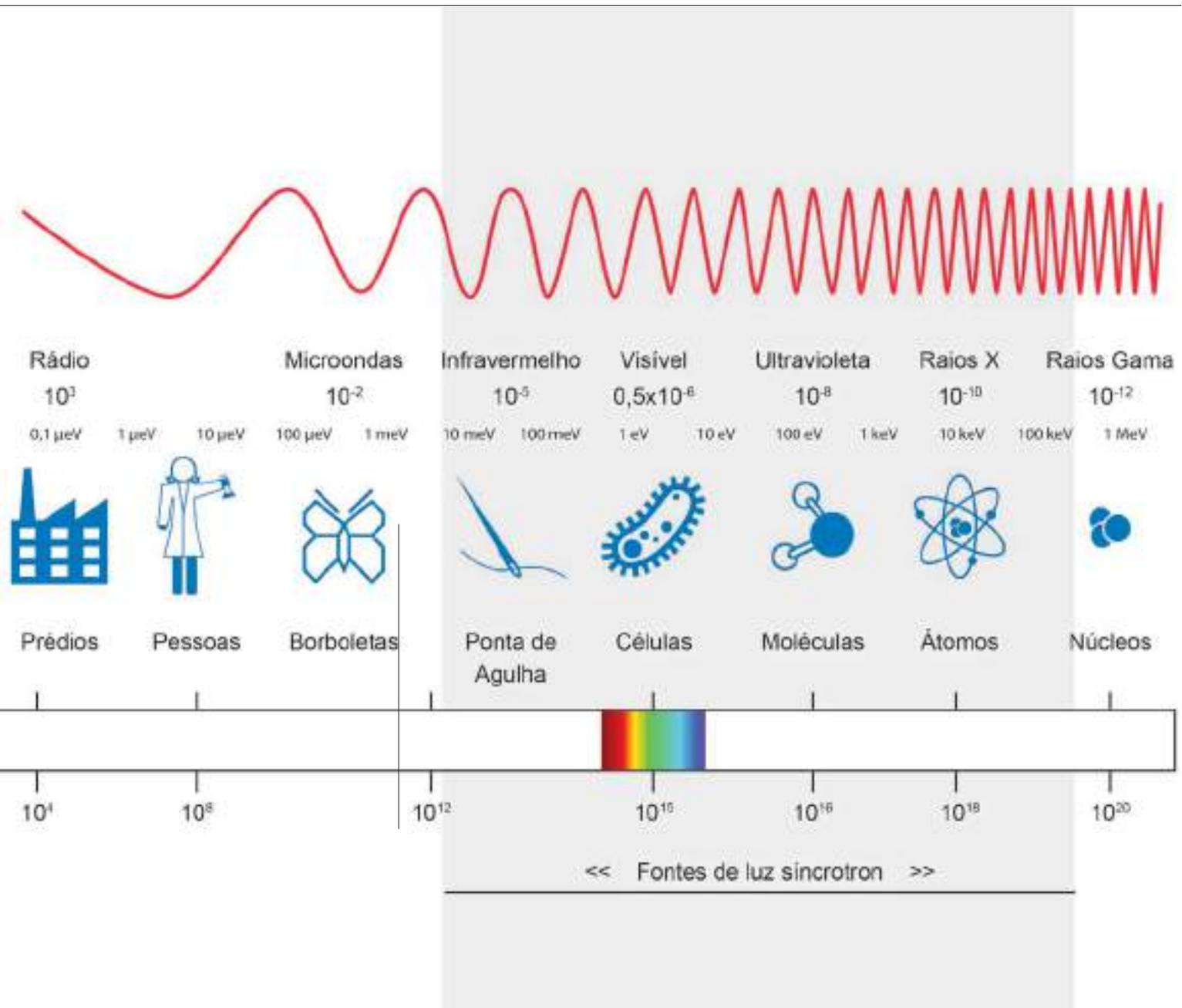
A luz síncrotron é um tipo de radiação eletromagnética extremamente brilhante que se estende por um amplo espectro, isto é, ela é composta por diversos tipos de luz, desde o infravermelho, passando pela luz visível e pela radiação ultravioleta e chegando aos raios X.

Com o uso dessa luz especial é possível penetrar a matéria e revelar características de sua estrutura molecular e atômica para a investigação de todo tipo de material. O seu amplo espectro permite realizar diferentes tipos de análise com as diferentes radiações que a compõem. Já seu alto brilho permite experimentos extremamente rápidos e a investigação de

Tipo de Radiação
Comp. de Onda (m)
Energia dos Fótons

Escala do
comp. de onda

Frequência (Hz)



detalhes dos materiais na escala de nanômetros. Com a luz síncrotron é também possível acompanhar a evolução no tempo de processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem em frações de segundo.

As características desta luz permitem ainda que essas análises sejam feitas enquanto os materiais são submetidos a diversas condições de temperatura e pressão, de vácuo e fluxo de diferentes gases, de campos elétricos e magnéticos, e muitas outras variáveis. Dessa forma, é possível realizar experimentos nas mesmas condições em que as amostras se encontram na natureza – como no interior da crosta terrestre – ou nas condições em que os materiais serão utilizados, como em processos industriais, por exemplo.

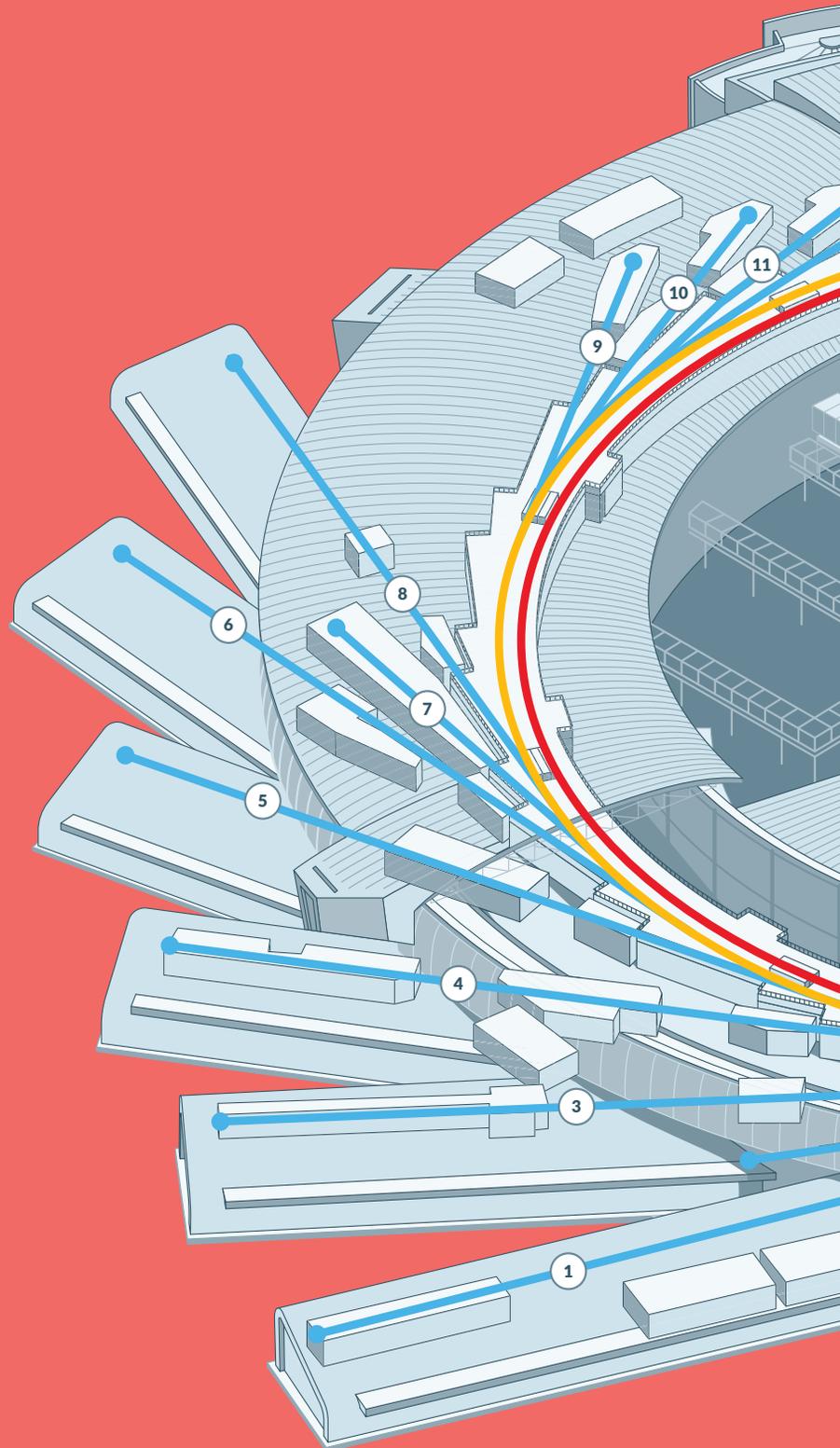


Como funciona o Sirius?

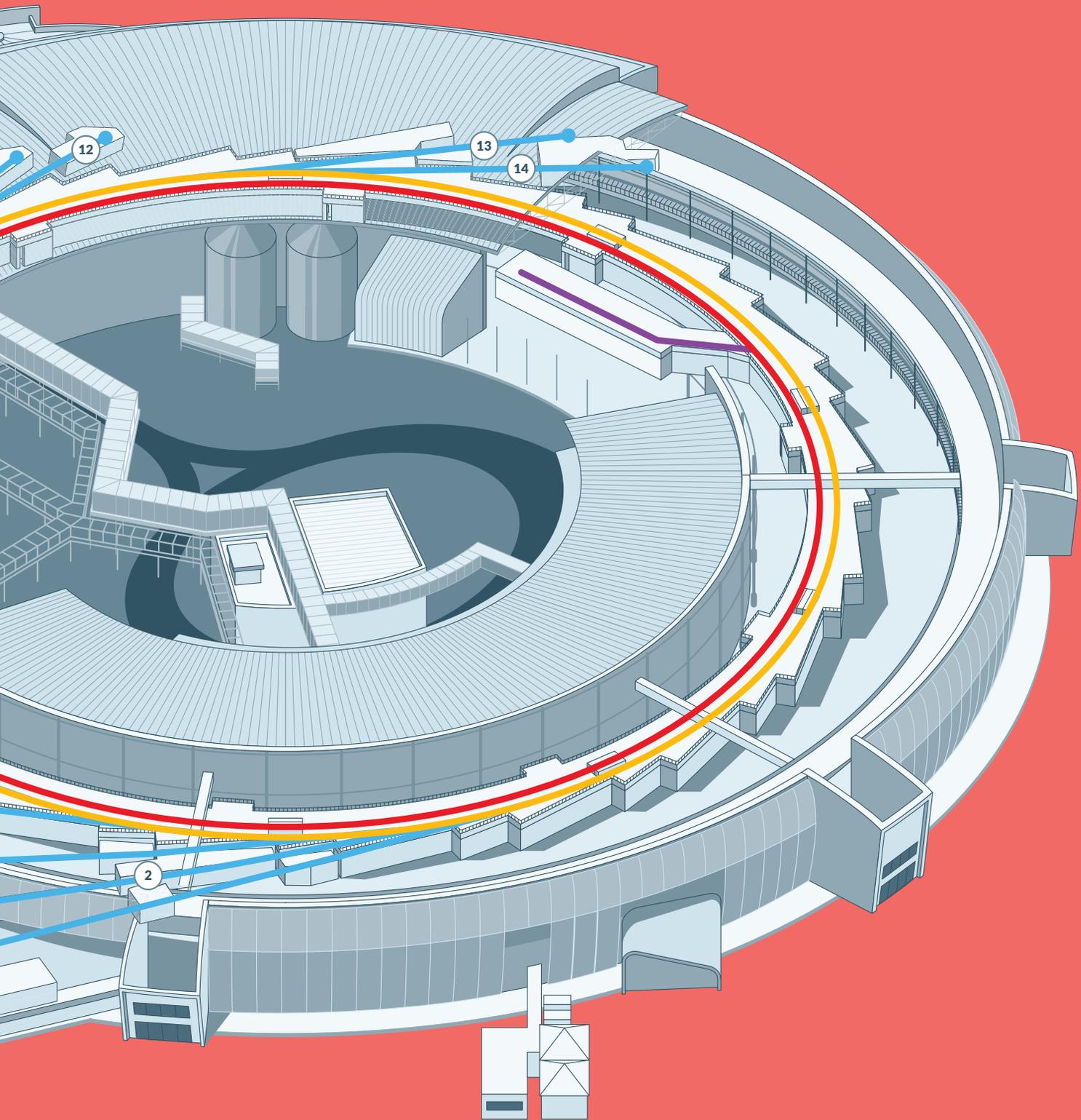
As fontes de luz síncrotron tem em seu coração um conjunto de aceleradores de partículas, especificamente aceleradores de elétrons. Essas grandes máquinas são projetadas para gerar feixes de partículas subatômicas, como os elétrons, e acelerá-las até velocidades altíssimas, muito próximas da velocidade da luz, com movimento controlado.

Em uma fonte de luz síncrotron, os aceleradores de elétrons mantêm essas partículas circulando em órbitas estáveis por várias horas, em ultra-alto vácuo. Durante esse processo, os elétrons têm sua trajetória guiada por eletroímãs. Sempre que os elétrons são desviados pelos campos magnéticos e forçados a fazerem uma curva, isto é, sempre que sofrem uma aceleração centrípeta, eles emitem radiação eletromagnética. Essa radiação eletromagnética é a chamada luz síncrotron.

A luz síncrotron não é emitida em todas as direções, mas sim concentrada na direção tangente à curva feita pelos elétrons. Por isso, ao redor dos aceleradores de partículas são instaladas estações de pesquisa, chamadas linhas de luz, que acondicionam e focalizam a luz síncrotron para que ela ilumine as amostras dos materiais que se quer analisar.



- Acelerador linear
- Booster
- Anel principal
- Linha de luz



- | | | | | | | |
|------------|------------|----------|---------|----------|-------------|-------------|
| 1 Carnaúba | 3 Cateretê | 5 Manacá | 7 Mogno | 9 Sapê | 11 Paineira | 13 Cedro |
| 2 Imbuia | 4 Ema | 6 Sabiá | 8 Ipê | 10 Quati | 12 Jatobá | 14 Sapucaia |



1.

ACELERADOR LINEAR – LINAC

Em um equipamento chamado Canhão de Elétrons, os elétrons são inicialmente emitidos a partir do aquecimento de uma liga metálica, e passam a ser acelerados por campos elétricos oscilantes até velocidades próximas à da luz. Em seguida, essas partículas são transferidas para o Acelerador Injetor, ou Booster.



2.

ACELERADOR INJETOR – BOOSTER

No Booster os elétrons vindos do Acelerador Linear são acelerados até alcançarem a energia necessária para serem transferidos para o acelerador principal, ou anel de armazenamento. Aqui, as partículas dão cerca de 600 mil voltas a cada segundo e ganham um pouco de energia a cada uma dessas voltas.



3.

ACELERADOR PRINCIPAL – ANEL DE ARMAZENAMENTO

Este é o acelerador de elétrons principal. Aqui, os elétrons são mantidos circulando por horas e horas em órbitas estáveis, guiados por ímãs. Sempre que os elétrons são desviados por campos magnéticos e forçados a fazerem uma curva eles emitem a luz síncrotron. Ela é emitida na direção tangente à curva feita pelos elétrons e direcionada para as estações de pesquisa, chamadas linhas de luz.



4.

ESTAÇÕES DE PESQUISA: LINHAS DE LUZ

As linhas de luz são como microscópios complexos, que condicionam e focalizam a luz síncrotron para que ela ilumine as amostras dos materiais que se quer analisar.

A partir do modo como a luz síncrotron é absorvida, refletida ou espalhada pelos átomos do material, é possível avaliar os tipos de átomos e de moléculas que o constitui, seus estados químicos, sua organização espacial e propriedades elétricas, eletrônicas, magnéticas, entre outras características.

As fontes de luz síncrotron comportam diversas linhas de luz, otimizadas para diferentes experimentos, que funcionam de forma independente entre si. Isso permite que diversos grupos de pesquisadores trabalhem simultaneamente em diferentes pesquisas.



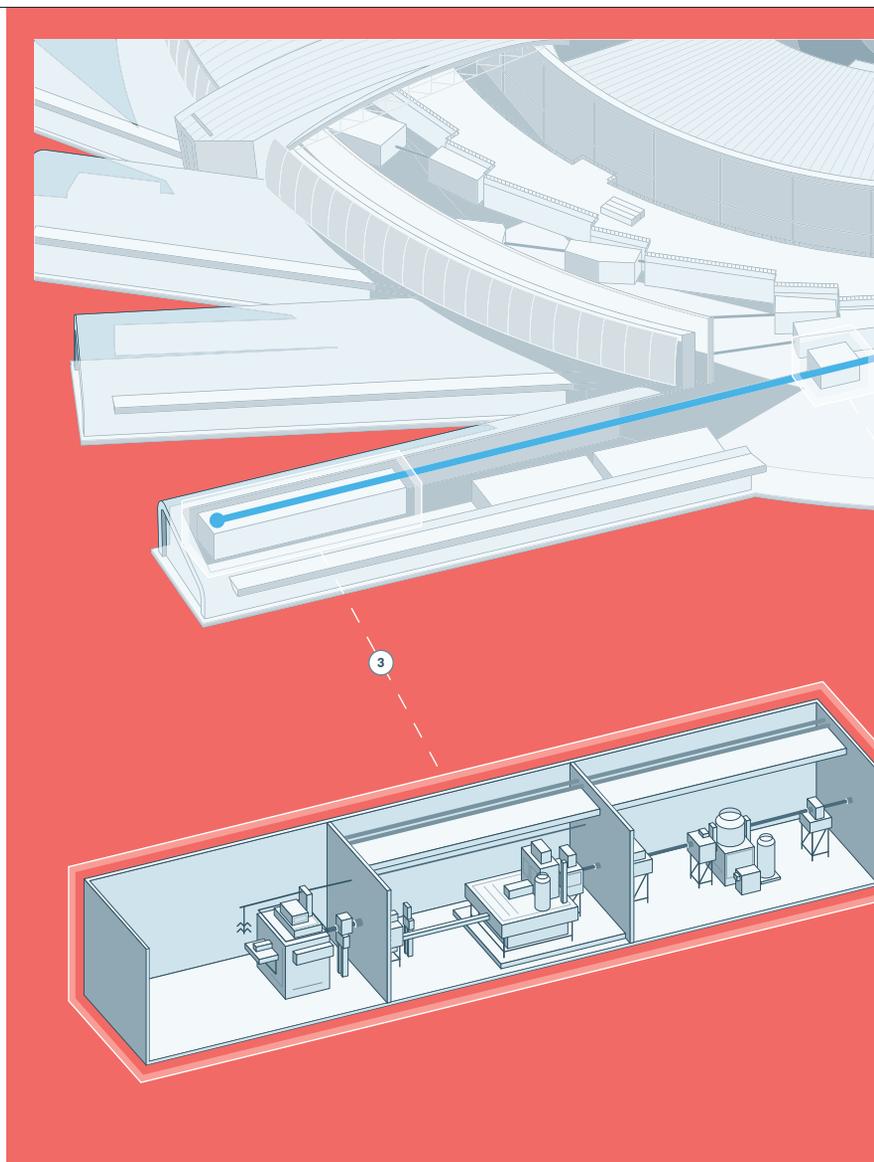
Cabana óptica

A Cabana óptica é composta por um sistema de componentes mecânicos e ópticos usados para filtrar e focalizar a luz síncrotron gerada pelos aceleradores de elétrons, preparando-a com as condições adequadas para a realização de cada experimento científico.

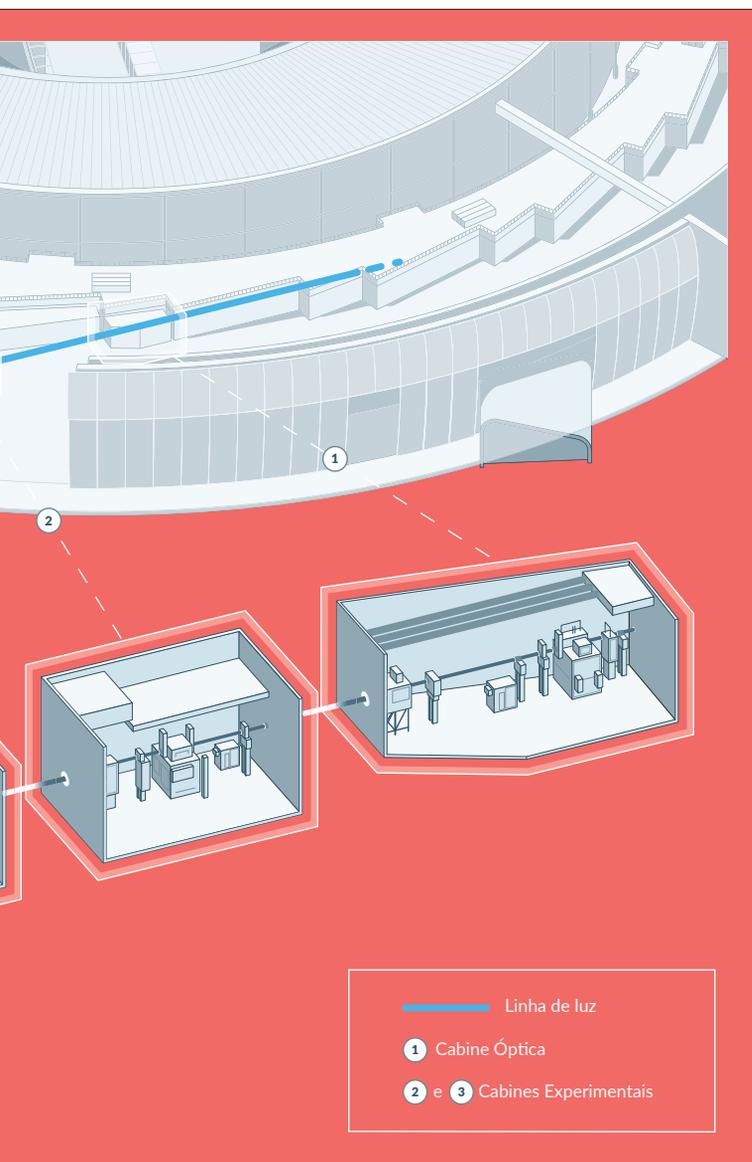
MONOCROMADOR:

Este equipamento filtra a luz síncrotron, deixando passar apenas as frequências do espectro eletromagnético que serão usadas no experimento. O monocromador opera de forma semelhante à passagem da luz visível por um prisma, que a decompõe nas diferentes cores.

ESPELHOS E LENTES: Estes elementos ópticos moldam geometricamente a luz síncrotron para as condições requeridas no experimento, por exemplo, focalizando ou defocalizando o feixe de luz.



Estação de trabalho



Cabana Experimental

Na Cabana Experimental a luz síncrotron, já preparada pela cabana óptica, interage com os átomos e moléculas da amostra do material em análise, o que revela informações sobre sua estrutura.

PORTA-AMOSTRAS: Aqui, as amostras de materiais são posicionadas para que interajam com a luz síncrotron. Durante este processo, as amostras podem ser submetidas a diferentes condições de atmosfera, temperatura, pressão, e campos elétricos ou magnéticos.

DETECTOR: Após interagir com a amostra, a luz síncrotron atinge o detector. Este dispositivo funciona como uma câmera, e juntamente com um conjunto de computadores, analisa de forma quantitativa o resultado da interação entre a luz síncrotron e os átomos e moléculas do material em estudo.

CABANA DE CONTROLE:

É o local em que o pesquisador permanece para controlar e acompanhar os seus experimentos enquanto eles acontecem.

SISTEMAS DE AQUISIÇÃO DE DADOS:

A interação entre a luz e a amostra, captada pelo detector, pode gerar uma grande quantidade de dados. Para extrair o máximo de informação desta interação ao longo dos experimentos, são projetados e desenvolvidos hardware e softwares especiais, buscando processar esses dados de forma rápida, amigável e flexível.





Uma construção única

Sirius tem em seu coração aceleradores de partículas, responsáveis por acelerar feixes de elétrons até velocidades altíssimas, muito próximas da velocidade da luz, e por mantê-los circulando em órbitas estáveis por várias horas em ultra-alto vácuo, enquanto produzem a luz síncrotron. Cada um desses feixes tem, em alguns trechos do acelerador, apenas 1,5 micrômetros de tamanho vertical, ou seja, é cerca de 50 vezes menor que um fio de cabelo.

Esses minúsculos pacotes de elétrons devem percorrer uma trajetória circular de 500 metros de circunferência, por 600.000 vezes a cada segundo, durante horas, sem que sua posição oscile mais que um décimo de seu tamanho. Isso é importante porque quanto mais estáveis e focalizados forem os feixes de elétrons circulando nos aceleradores de partículas, melhor e mais brilhante será a luz síncrotron produzida e entregue para os pesquisadores.

Foram muitos os desafios para a construção das instalações que abrigam o Sirius, desde a estabilidade do piso contra deformações e o cuidado com o isolamento das vibrações internas e externas até a estabilidade térmica dos ambientes e componentes. Todos os aspectos construtivos, da fundação à cobertura, tiveram que levar em consideração exigências de estabilidade mecânica e térmica sem precedentes.

O edifício que abriga o Sirius é parte essencial para o funcionamento desta complexa máquina, motivo pelo qual ele é uma das construções civis mais avançadas já realizadas no País.



1. A fundação da edificação é dividida em duas bases totalmente independentes entre si: a primeira suporta a estrutura do prédio e a segunda suporta o piso da área dos aceleradores e da região experimental.

2. A fundação da área dos aceleradores é composta por cerca de 1300 estacas de concreto, de 15 metros de comprimento, cuidadosamente dispostas sob quase três metros de solo modificado com alto grau de compactação.



3. Os pisos que suportam a área dos aceleradores e a região das linhas de luz são feitos em concreto armado, com 90 e 60 centímetros de espessura, respectivamente.

4. Os pisos são extremamente planos: em toda sua área, de 17 mil metros quadrados, a diferença de altura entre o ponto mais baixo e o ponto mais alto do piso é menor que dois centímetros.

5. O túnel que abriga os aceleradores de elétrons tem comprimento de mais de 500 metros, construído como uma peça monolítica de concreto armado

6. O túnel dos aceleradores tem paredes e cobertura com espessuras que variam entre 80 centímetros e 1,5 metro.

7. A temperatura dentro do túnel dos aceleradores deve ser muito bem controlada com variação máxima de $0,1^{\circ}\text{C}$ para mais ou para menos.

8. Também na área experimental é necessário um bom controle de temperatura, com variação máxima de $0,5^{\circ}\text{C}$ para mais ou para menos.

9. As tubulações de utilidades são superdimensionadas, o que diminui a velocidade de deslocamento de fluidos e a geração de vibrações durante sua propagação.

10. Tubulações de utilidades são também suspensas por molas para diminuir a propagação de vibrações.



Iluminando o futuro do País

As ferramentas de investigação da matéria disponíveis em um equipamento de última geração como o Sirius são capazes de sondar escalas de comprimento e de dinâmica microscópica da matéria, fornecendo conhecimento valioso para a construção de soluções tecnológicas inovadoras para problemas práticos. Essas soluções passam por necessariamente por investigações de questões científicas fundamentais que estão na fronteira do conhecimento que temos sobre a natureza.

Sirius foi projetado e construído para auxiliar na produção de conhecimento científico em áreas estratégicas para o desenvolvimento do Brasil e da América Latina.

Essa combinação de ciência e tecnologia permitirá adquirir, ou mesmo recuperar, a liderança científica e tecnológica do País em algumas das suas maiores vocações.



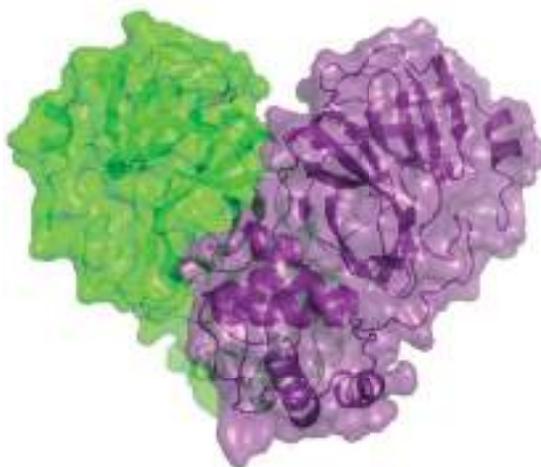
Saúde

Há décadas, as técnicas baseadas na luz síncrotron têm permitido a compreensão de problemas relacionados às ciências da vida e medicina. Neste campo, fontes de luz síncrotron de última geração, como o Sirius, abrem novas oportunidades para os estudos dos seres vivos em diferentes escalas, desde organismos inteiros, órgãos, tecidos até células, organelas e moléculas biológicas ativas, como as proteínas.

Diferentes técnicas experimentais permitem a compreensão de mecanismos moleculares de doenças, viabilizando o desenvolvimento de medicamentos e tratamentos para patologias que hoje afligem o sistema público de saúde.



Microtomografia síncrotron de coração de camundongo para estudo da organização celular, em imagem de Murilo Carvalho. Doenças cardiovasculares são a principal causa de morte no mundo, das quais cerca de 85% acontecem por infarto ou ataque cardíaco e o entendimento do remodelamento e reparo das lesões é fundamental para novos tratamentos.



Proteína 3CL, envolvida no mecanismo de replicação do vírus SARS-COV-2, foi a primeira macromolécula desvendada no Sirius. Viroses humanas emergentes, como a COVID-19, devem continuar a ameaçar a saúde pública global.

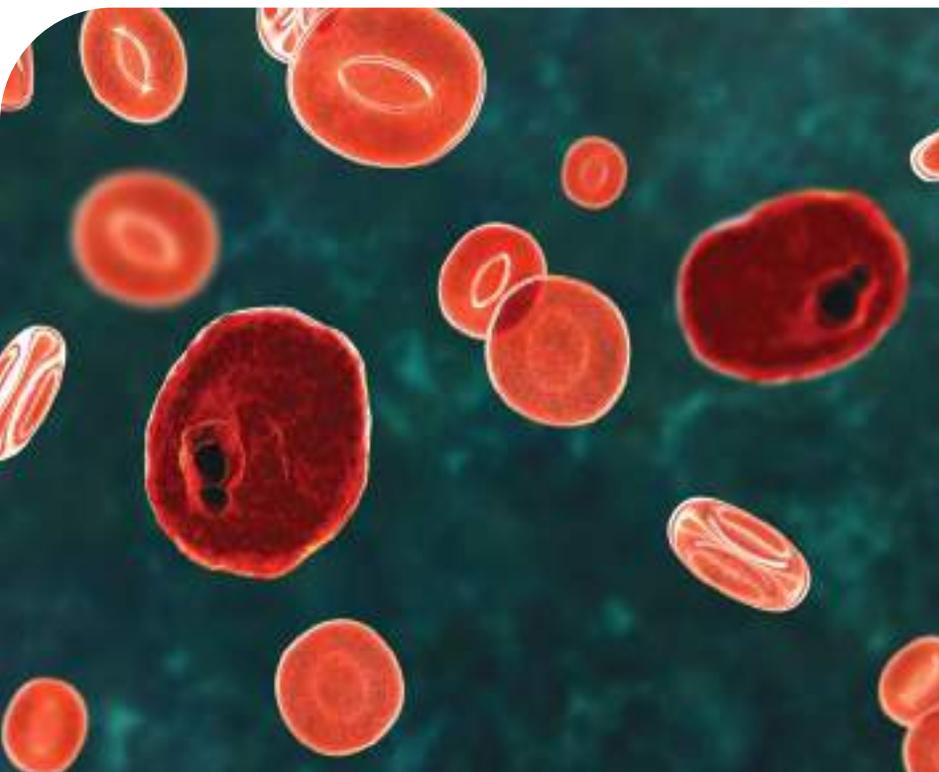
NOVOS MEDICAMENTOS

A partir do momento em que uma molécula relacionada a alguma doença é identificada, seja ela produzida por um agente infeccioso ou pelo próprio organismo humano, ela pode se tornar um alvo terapêutico, isto é, um alvo para a ação de um fármaco. Como em um quebra-cabeças, a molécula do fármaco deve se encaixar à molécula alvo para impedir sua ação em nosso organismo.

Por isso, a busca por um fármaco se torna mais eficiente se conhecermos o formato das moléculas que devem se encaixar. No entanto, nesse jogo da descoberta de novos medicamentos, diferentemente de um quebra-cabeças, as peças não são visíveis a olho nu.

A luz síncrotron é uma ferramenta essencial na investigação da estrutura tridimensional de moléculas, o que permite entender a fundo sua ação no organismo e os processos pelo quais um potencial fármaco deve ligar-se a ela. Dessa forma, é possível descobrir novos fármacos, ou entender o funcionamento de medicamentos já conhecidos e aumentar sua efetividade.

De maneira especial, Sirius é um importante aliado na investigação de ativos farmacológicos a partir de extratos vegetais, em especial aqueles encontrados na biodiversidade brasileira, com o objetivo primário de descobrir e desenvolver novos medicamentos baseados em moléculas encontradas em plantas de diferentes biomas do País.



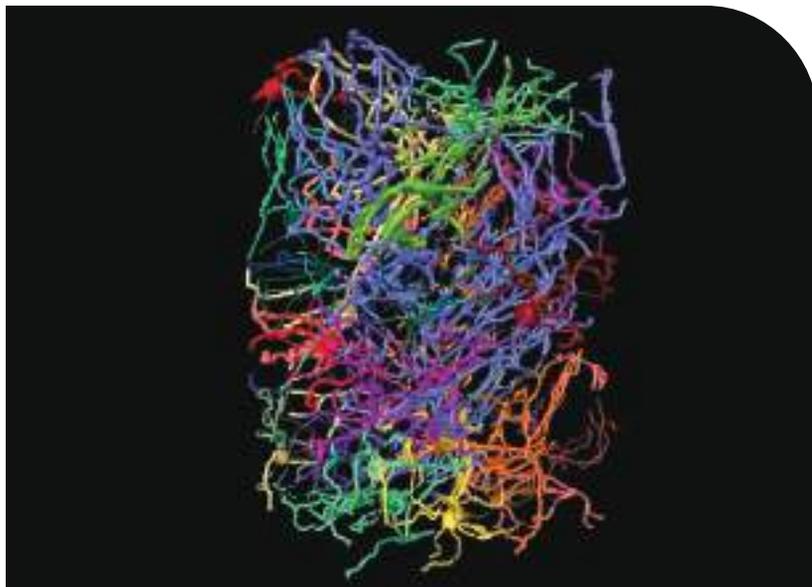
DOENÇAS NEGLIGENCIADAS

A investigação das estruturas intracelulares e da morfologia celular em 3D são recursos-chave para entender os estados fisiológicos relacionados às doenças. Neste sentido, as técnicas disponíveis no Sirius podem abrir novas perspectivas no estudo de células e de metabolismo celular, desde o nível atômico até o nível de tecido, para a compreensão de processos ligados a nutrição, atividade enzimática e à evolução de doenças que afetam o mundo e, principalmente, os países em desenvolvimento.

Um problema importante para a medicina são as chamadas doenças tropicais negligenciadas. Essas são doenças endêmicas de regiões tropicais, que afetam especialmente as populações de baixa renda, e contra as quais há investimento insuficiente em pesquisa, produção de medicamentos e controle de transmissão.

Uma delas é, por exemplo, a Malária. Esta é uma doença infecciosa, febril, potencialmente grave, causada pelo parasita do gênero *Plasmodium*, transmitido principalmente pela picada de mosquitos infectados. Durante o desenvolvimento do parasita nos glóbulos vermelhos, ele passa por várias transformações que permitem sua propagação no hospedeiro e a infecção de outros mosquitos, dando continuidade a seu ciclo de vida.

A luz síncrotron permite o conhecimento da estrutura tridimensional das diferentes fases do desenvolvimento deste e de outros parasitas, o que guia o desenvolvimento de formas de atacá-los, impedindo a transmissão da doença.



Microtomografia síncrotron de córtex de cérebro de camundongo, detalhando o arranjo tridimensional dos neurônios e suas conexões. Diversas doenças neurológicas (incluindo neurodegeneração e doenças do neurodesenvolvimento) alteram o número, tipo celular e conexões das células do cérebro e impactam seu funcionamento. Com esses dados podemos entender a plasticidade do sistema nervoso.

DOENÇAS NEURODEGENERATIVAS

A compreensão do funcionamento do cérebro, de seu desenvolvimento e eventual degeneração, depende da avaliação do número de neurônios, sua organização espacial e a forma como se conectam uns com os outros. No entanto, esse estudo da arquitetura cerebral no nível de células individuais ainda é um grande desafio para a neurociência.

A luz síncrotron produzida no Sirius pode ser usada para a produção de imagens tridimensionais em alta resolução de parte do circuito neuronal, seus pontos de conectividade e a morfologia detalhada de regiões, observadas diretamente no cérebro e com resolução celular.

Esse mapeamento dos neurônios em tecidos saudáveis e doentes deve permitir uma melhor compreensão dos mecanismos celulares envolvidos no surgimento e na progressão de doenças neurodegenerativas e do neurodesenvolvimento, como epilepsia e doença de Parkinson.

Espera-se que, futuramente, o Sirius permita a obtenção de imagens no nível subcelular, ou seja, imagens do interior dos neurônios.

CÂNCER

O câncer é um conjunto de doenças caracterizadas pela multiplicação descontrolada de células, e um dos principais métodos para seu tratamento é a quimioterapia, que utiliza fármacos para bloquear o crescimento dessas células ou destruí-las. A maioria das drogas utilizadas age interferindo na mitose, o mecanismo celular pelo qual novas células são produzidas. Por isso, tanto células cancerosas quanto saudáveis são afetadas, levando a diversos efeitos colaterais.

Mundialmente, esforço considerável tem sido direcionado ao desenvolvimento de novos métodos que minimizem os danos para o organismo. Um desses métodos é a utilização de nanopartículas, aglomerados de poucas centenas de átomos, que funcionam como pílulas que carregam e entregam o medicamento diretamente às células doentes. Nanopartículas desse tipo também oferecem grande potencial no combate a doenças causadas por bactérias – inclusive aquelas que apresentam resistência a antibióticos – e vírus.

A luz síncrotron contribui no estudo de nanopartículas de forma geral, e no desenvolvimento deste e de outros novos métodos para o tratamento do câncer, para o combate a bactérias resistentes e muitas outras novas formas inovadoras de tratamento.

Energia

Os desafios para se alcançar um desenvolvimento sustentável passa pela disponibilidade de energia abundante, limpa e barata. O brilho da luz síncrotron gerada pelo Sirius abrirá novas potencialidades para pesquisas em diversas frentes:

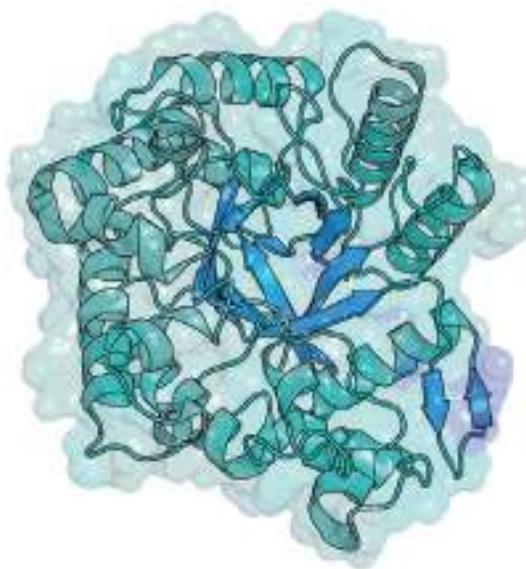
da conversão de biomassa, visando o desenvolvimento de biocombustíveis, ao estudo das propriedades químicas e morfológicas de materiais usados em células solares, baterias e outros dispositivos de transporte e armazenamento de energia.

BIOCOMBUSTÍVEIS

A transformação da biomassa, como a palha e o bagaço da cana-de-açúcar, que são resíduos da indústria sucroalcooleira, em combustíveis e produtos químicos tem o potencial de se tornar uma alternativa viável aos combustíveis fósseis, como o petróleo e o gás natural. Tornar essa transformação eficiente e economicamente viável é um dos grandes desafios deste século.

Para que a conversão da biomassa aconteça, é preciso que os carboidratos que a compõem, como a celulose, sejam quebrados em açúcares menores. Catalisadores são interessantes neste processo porque são facilmente separados do meio em que ocorre a reação química, podem ser reciclados e são também resistentes ao meio agressivo necessário para a transformação da biomassa. Outra alternativa é a utilização de coquetéis enzimáticos produzidos por microrganismos especializados na degradação de biomassa vegetal.

A luz síncrotron auxilia no desenvolvimento tanto de catalisadores como de coquetéis enzimáticos, que promovam elevada conversão do reagente, com seletividade ao produto de interesse e baixo custo.



A beta-mananase é uma enzima que atua na quebra de moléculas de manana, componente presente na biomassa vegetal. Sua utilização na indústria tem se destacado pela sua possível aplicação em bioprodutos, como para obtenção de prebióticos. Imagem obtida por cristalografia de raios-X no Sirius, de autoria de Mario Murakami e Mariana Moraes



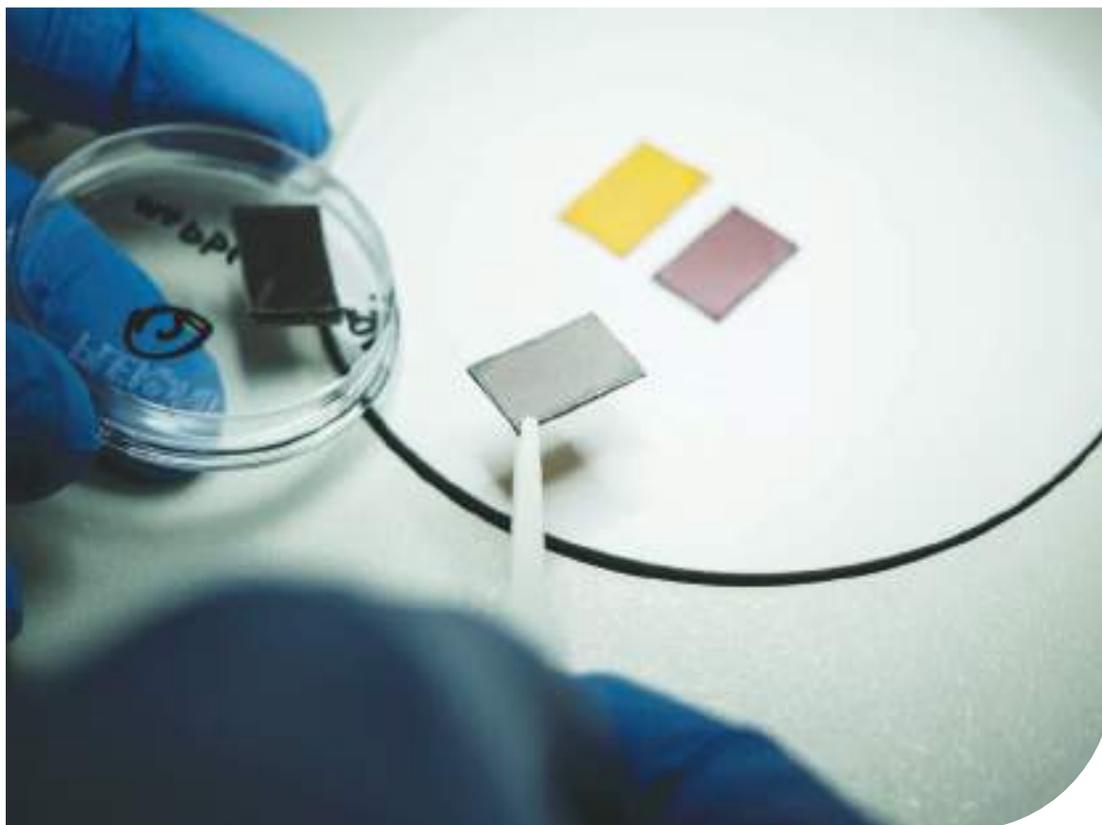
ENERGIA FOTOVOLTAICA

O desenvolvimento de fontes sustentáveis de energia, principalmente a energia solar, tornou-se crucial para a mitigação do aquecimento global, e a perspectiva é que a energia solar se torne uma das principais fontes de energia elétrica até meados deste século, segundo a Agência de Energia Internacional (IEA). A conversão da luz solar em eletricidade é feita através de células fotovoltaicas, combinadas em módulos popularmente conhecidos como painéis solares.

A eficiência na transformação da energia solar em energia elétrica depende de propriedades intrínsecas dos materiais utilizados na confecção das células fotovoltaicas, e aumenta ano a ano com a descoberta de novos e

melhores materiais. Nesse contexto, as células solares de perovskita (PSCs) têm recebido grande atenção devido à alta eficiência alcançada em poucos anos de pesquisa. Além disso, é um material de baixo custo para a produção em escala industrial e pode ser integrado em vários produtos transparentes ou flexíveis, como janelas e roupas.

A luz síncrotron é uma ferramenta única para rastrear propriedades morfológicas e químicas dos materiais usados nas células solares, e oferece múltiplas possibilidades de investigações in situ. Por meio do mapeamento químico desses materiais na nano escala, é possível investigar sua influência no desempenho das células fotovoltaicas para produção de energia solar.



Essas estruturas cristalinas chamadas perovskitas híbridas orgânico-inorgânicas (OIHP) atingiram eficiência superior a 20% em células fotovoltaicas, se comparada à eficiência do silício, material comumente empregado

PETRÓLEO E GÁS NATURAL

Mesmo com a intensa busca de fontes alternativas de energia, a matriz energética mundial ainda é majoritariamente dependente do petróleo. Assim, novos materiais são necessários, não só para aprimorar sua extração e refino, mas também para a utilização mais eficiente dos combustíveis fósseis e para a reciclagem do dióxido de carbono (CO₂) e outras substâncias resultantes de seu consumo.

A exploração de óleo e gás no pré-sal brasileiro necessita, por exemplo, da compreensão das propriedades mecânicas e de transporte dos materiais sob os quais são encontrados o óleo e o gás. Essas importantes reservas petrolíferas estão abrigadas em um conjunto de rochas carbonáticas formadas há mais de 100 milhões de anos, situadas em grande profundidade no litoral do Brasil, abaixo de uma camada de rocha salina no fundo do mar. Essas reservas são compostas por grandes acumulações de óleo leve, de excelente qualidade e com alto valor comercial, que tornam o Brasil autossuficiente em relação ao petróleo.

A luz síncrotron permite análises que fazem a conexão entre as escalas micro e macroscópica, o que é especialmente interessante para a análise de materiais heterogêneos, com propriedades estruturais em múltiplas escalas, como os encontrados nas rochas das reservas do pré-sal.

Além disso, a

tecnologia síncrotron abre novas possibilidades para a realização de experimentos em condições de temperatura e pressão análogas às do interior dos reservatórios de petróleo

- localizados até aproximadamente 7 km de profundidade.



Microtomografia síncrotron de uma rocha do pré-sal fornecida pela Petrobras, em imagem produzida na linha de luz Mogno, do Sirius



IMAGEM: MIKA BAUMEISTER/UNSPLASH

BATERIAS E TELECOMUNICAÇÕES

Parte dos esforços em busca de fontes alternativas de energia elétrica na matriz energética mundial tem sido direcionada para o desenvolvimento de novos sistemas portáteis para armazenar e fornecer energia com aplicações diversas, desde carros e ônibus elétricos até dispositivos eletrônicos portáteis.

No caso das baterias de íon de lítio, líderes atuais de mercado, um dos desafios está ligado à quantidade de ciclos de carga e descarga que elas suportam até perder a eficiência. Experimentos usando luz síncrotron permitem acompanhar reações químicas que acontecem durante o processo de carregamento ou descarregamento de baterias. Com um melhor entendimento do funcionamento das baterias atuais em micro e nano-escala, podemos projetar recursos para aprimorar seu ciclo de vida.

Outro exemplo são a investigação química em micro e nano-escala dos processos químicos de baterias metal-ar, que podem ser a chave para

armazenamento de energia em larga escala, por oferecer cerca de 10 vezes a densidade energética das baterias de íons de lítio. Este tipo de bateria se apresenta como uma tecnologia promissora para armazenamento de energia de forma comercial.

Na área de fotônica, técnicas experimentais baseadas em síncrotron podem ser empregadas para investigar materiais baratos e naturalmente abundantes que possam ser usados no desenvolvimento de nanodispositivos eletrônicos.

A luz síncrotron pode ser usada, ainda, para investigar quimicamente materiais que possam ser aplicados em supercapacitores, uma classe de dispositivos de armazenamento de energia que combina as propriedades de baterias (alta capacidade de armazenamento) com as de capacitores (ultrarrápido carregamento e fornecimento de energia), tolerando um grande número de ciclos de carga e descarga.

Agroambiental

Os desafios para atingir uma produção agrícola mais eficiente e menos poluente, considerando as particularidades geoquímicas dos solos tropicais, estão cada vez mais dependentes de técnicas analíticas avançadas. A luz síncrotron é uma peça-chave na tecnologia agrícola, já que a análise de materiais com composições complexas, como o solo, demanda a combinação de técnicas experimentais com alta resolução espacial e química, que permitam investigar os processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem nos solos, da escala atômica à micrométrica.

As técnicas de análise com luz síncrotron disponíveis no Sirius oferecem muitas possibilidades de pesquisa nas áreas de agricultura e meio ambiente, desde estudos sobre contaminação ambiental, análises de solo e da sua interação com raízes e no mapeamento de nutrientes das plantas. Essas técnicas de caracterização oferecem potencial para levar a ciência nas áreas de agricultura e meio ambiente a outro patamar.



A montagem "rizomicrocosmo" foi projetada por equipes multidisciplinares e será utilizada em diferentes linhas de luz do Sirius para explorar as características de uma fonte de luz de quarta geração em experimentos multimodais e resolvidos no tempo

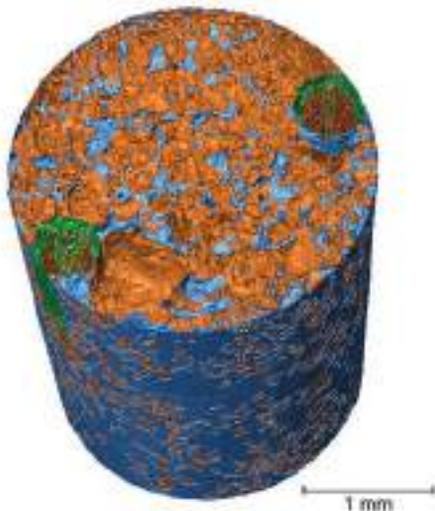


SOLOS

O solo é uma combinação sólida e heterogênea de compostos orgânicos e inorgânicos, imersos em soluções aquosas e em meio a raízes de plantas. Os processos químicos, físicos e biológicos que ali acontecem em nível atômico e molecular controlam o transporte, a disponibilidade e a absorção de nutrientes, assim como o transporte de poluentes e a contaminação do solo.

Técnicas de pesquisa disponíveis no Sirius permitem, por exemplo, a investigação estrutural da região conhecida como rizosfera, em diversas escalas e em alta resolução. Ela também é capaz de revelar como os átomos e moléculas tanto de nutrientes quanto de poluentes “caminham” no solo, e como mudam quimicamente ao interagirem com outras moléculas. Dessa forma, os processos que ocorrem no solo podem ser mais bem conhecidos e controlados, contribuindo para uma produção agrícola mais eficiente e menos agressiva ao meio ambiente.

Ademais, as linhas de luz do Sirius foram projetadas para “iluminar e enxergar” de forma otimizada os elementos químicos que compõem os macronutrientes das plantas e os microrganismos do solo, como carbono, oxigênio, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre.



Tomografia de solo de raiz mostrando partículas de solo em marrom, espaço poroso preenchido com ar e água em azul, duas raízes em verde e xilema de raiz em vermelho. A imagem foi gerada no estágio inicial de comissionamento da linha de luz Mogno, e faz parte de um estudo desenvolvido para entender como a dose de raios X síncrotron afeta o crescimento radicular durante imagens tomográficas *in vivo* (Moraes et al., 2023)



FERTILIZANTES

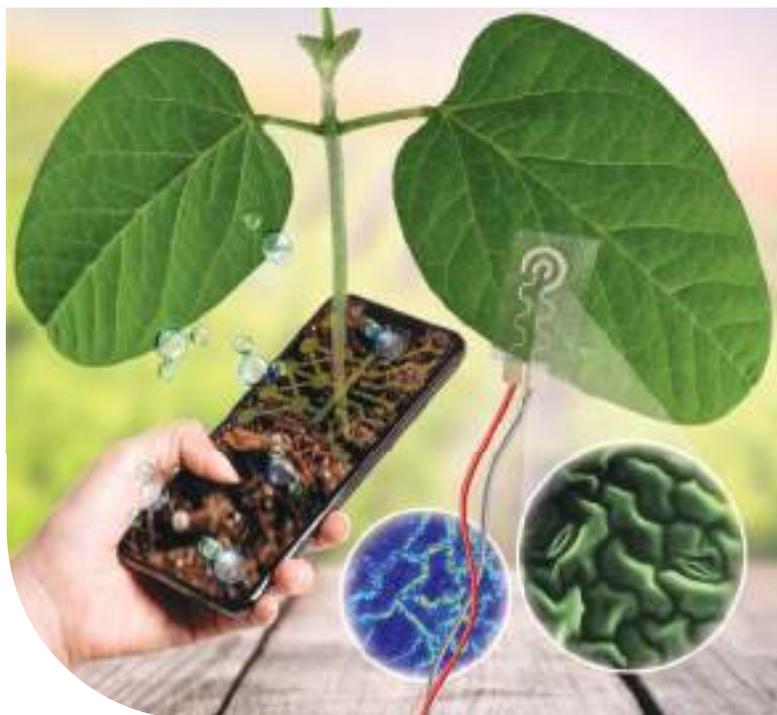
Atualmente há uma intensa busca por fertilizantes que permitam a entrega racional de nutrientes para a agricultura. Alguns deles, como fósforo e potássio, são necessários em grandes quantidades, mas obtidos de fontes minerais limitadas. Já outros – como manganês, cobre ou zinco – são necessários apenas em pequenas quantidades, e sua aplicação excessiva pode ser tóxica para as plantas ou para os microrganismos presentes no solo.

As técnicas experimentais baseadas em luz síncrotron podem auxiliar nesses desenvolvimentos ao possibilitar uma melhor compreensão dos caminhos físico-químicos percorrido pelos nutrientes, desde sua dispersão no solo até sua absorção e incorporação no metabolismo vegetal.

O nitrogênio também é um importante elemento químico para as plantas, componente de proteínas e da clorofila, mas para que ele seja absorvido, deve ser transformado em amônia. Em fertilizantes sintéticos isso é feito por reações químicas que demandam energia e matéria-prima. No entanto, essa transformação acontece naturalmente no solo pela ação de enzimas, chamadas nitrogenases, produzidas por bactérias.

A luz síncrotron permite investigar não só o arranjo 3D dos átomos que compõem essas enzimas, mas também sua interação com outras moléculas e seu mecanismo de ação na quebra do nitrogênio e formação da amônia. A compreensão desse mecanismo é essencial para seu uso industrial na produção mais eficiente e sustentável de fertilizantes.

Por fim, o Sirius pode ser um importante aliado na investigação dos mecanismos de absorção e transporte de nanopartículas por plantas e no desenvolvimento de nanomateriais com propriedades ajustadas para promover uma “fertilização inteligente”.



Sensor vestível desenvolvido no CNPEM aprofunda condições de monitoramento de lavouras de soja e cana

MONITORAMENTO AMBIENTAL

A luz síncrotron pode ser útil, ainda, para o avanço de tecnologias de monitoramento ambiental, com aplicações úteis para agricultura de precisão, para a descontaminação de recursos hídricos, do ar e do solo, ou mesmo para geração de dados visando a construção de políticas públicas para proteção do meio ambiente.

Um exemplo são as pesquisas que investigam dinâmicas químicas e elétricas em células vegetais, e que podem avançar o desenvolvimento de sensores de monitoramento de níveis e fatores de estresse, capazes de orientar o manejo na agricultura de precisão, bem como para estudos de toxicidade e no desenvolvimento de novos insumos agrícolas.

Em pesquisas voltadas para controle e

redução da poluição atmosférica, a luz síncrotron permite investigar materiais particulados dispersos no ar, buscando identificar marcadores ligados a fontes específicas, ou mesmo analisar a composição química de aerossóis atmosféricos em diversas condições ambientais, para melhor compreensão do regime de formação de nuvens e o reflexo disso na precipitação e no transporte de umidade para diferentes regiões.

Além disso, técnicas baseadas em síncrotron oferecem sensibilidade e precisão suficientes para investigar a composição química de rejeitos de contaminação na água e no solo, criando uma espécie de “assinatura química” que permite identificar a extensão da contaminação, como em casos de desastres ambientais.

Novos materiais

Os desafios para se alcançar um desenvolvimento sustentável passa por uma produção industrial mais eficiente e menos poluente, através da criação de catalisadores mais baratos e seletivos, de materiais renováveis mais leves e resistentes – como plásticos, vidros e fibras –, assim como componentes para dispositivos eletrônicos cada vez mais potentes e ao mesmo tempo econômicos.

A luz síncrotron oferece uma enorme variedade de formas de enxergar, em detalhe, as interações dos elétrons entre si e com a luz, as ligações entre elementos químicos e suas interações com outras substâncias. A combinação dessas ferramentas é essencial para o desenvolvimento de novos materiais.

Uma das possibilidades abertas pelas linhas de luz do Sirius nesta área é o estudo da morfologia complexa de materiais porosos e membranas, com impacto em aplicações desafiadoras, que variam desde

separação de proteínas e outras moléculas biológicas, para biossensores, recuperação de catalisadores na indústria química, separação de gases e vapores em refinarias de petróleo, filtragem de partículas poluentes para purificação do ar e outras aplicações.

Por meio de imagens 3D de alta resolução, no Sirius é possível buscar uma melhor compreensão do mecanismo de formação de poros nessas membranas, da morfologia desses micro e nano-poros e dos fenômenos de funcionamento, o que abre caminhos para futuros desenvolvimentos desses materiais.

Por fim, as técnicas experimentais disponíveis no Sirius também permitem obter informações estruturais de materiais durante a aplicação de uma grande variedade de condições térmicas e mecânicas. Isso é de vital importância para a otimização de materiais usados na indústria aeroespacial, sempre buscando o aumento da confiabilidade e a redução de peso sem sacrificar sua performance mecânica.

A luz síncrotron é uma ferramenta estratégica para a compreensão da microestrutura, elementos químicos, interações entre elétrons e outras propriedades essenciais para a pesquisa e o desenvolvimento de materiais

IMAGEM: LÉO RAMOS/REVISTA PESQUISA FAPESP





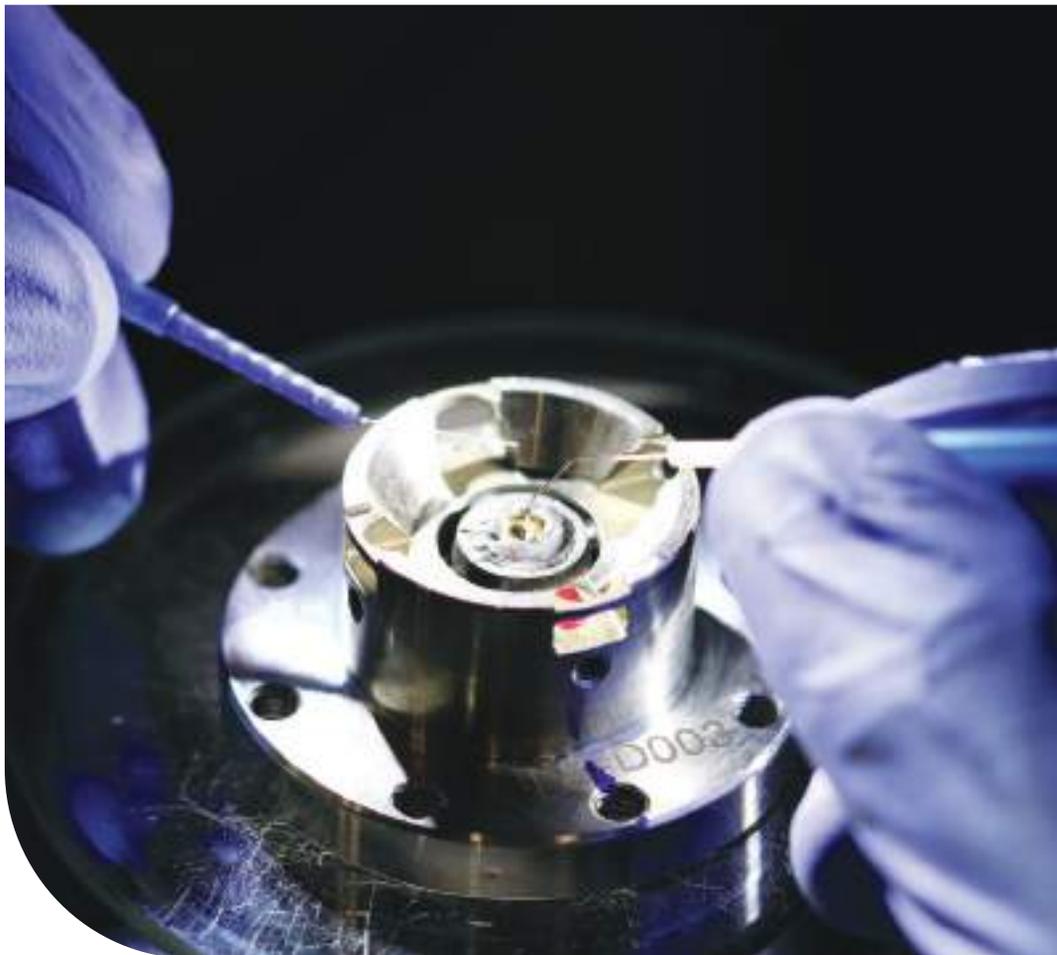
SUPERCONDUTORES

Imagine um futuro com baterias que não precisem de carregamento, carros elétricos a preços mais acessíveis, motores elétricos altamente eficientes e energia elétrica mais barata devido a facilidade em sua transmissão e armazenamento. Conquistar um conhecimento mais aprofundado sobre o fenômeno da supercondutividade é a chave para esta revolução tecnológica, que teria impacto potencial em todo tipo de equipamento elétrico.

Isso porque a supercondutividade é a propriedade que permite a certos materiais conduzirem corrente elétrica sem resistência e, portanto, sem perda de energia. No entanto, uma grande limitação para o uso de materiais supercondutores em maior escala é a necessidade de serem mantidos a temperaturas baixíssimas, muito próximas do zero absoluto (-273.15°C).

Uma melhor compreensão deste fenômeno exige, portanto, o estudo de materiais em condições extremas de temperatura e pressão. Os raios X de alto brilho do Sirius oferecem as melhores condições conhecidas até o momento para esses estudos, que buscam entender microscopicamente o efeito de supercondutividade e observá-lo sob temperatura ambiente.

Célula de bigorna de diamante empregada na linha de luz Ema, do Sirius, para a investigação de materiais submetidos a altas pressões



Processos industriais

IMAGEM: LEO RAMOS CHAVES/REVISTA PESQUISA FAPESP



Célula eletroquímica miniaturizada projetada para atender experimentos in situ e in operando em sistemas eletroquímicos utilizando técnicas avançadas de síncrotron

CATALISADORES

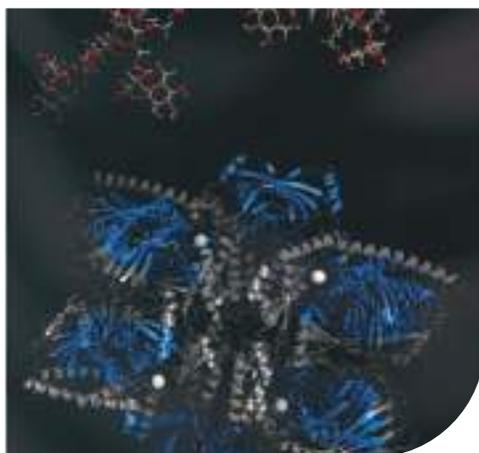
Catalisadores são substâncias facilitadoras de reações químicas utilizadas em praticamente todos os processos industriais que envolvem a transformação de produtos primários. A busca por catalisadores mais eficientes e mais acessíveis tem impacto direto sobre a economia e o meio ambiente, por exemplo, ao baratear processos produtivos e ao proporcionar uma produção industrial mais limpa.

Essa investigação, no entanto, exige que os catalisadores sejam estudados em condições de operação, isto é, simulando as mesmas condições em que serão aplicados nos processos industriais. Essas condições incluem altas temperaturas, altas pressões e a presença de diferentes reagentes.

A luz síncrotron permite estudar essas reações químicas em tempo real, com o acompanhamento das modificações na estrutura tanto dos reagentes quanto dos catalisadores. Isso permite a compreensão detalhada do funcionamento de determinado catalisador, e guia modificações que podem ser feitas para aprimorar seu desempenho, tornando-o, por exemplo, mais barato para ser produzido, mais seletivo ao produto de interesse, e mais ativo a menores temperaturas e pressões.



Pesquisa do LNBR usou luz síncrotron em experimento para elucidar processos inéditos do metabolismo de herbívoros envolvidos na degradação eficiente de fibras vegetais



ENZIMAS

A biodiversidade brasileira é uma fonte inesgotável de inspiração científica, e a investigação de microrganismos presentes nos diferentes biomas brasileiros pode levar à descoberta de diversas substâncias com aplicações biotecnológicas.

A investigação do processo digestivo de certas espécies animais é uma das estratégias que têm se mostrado promissora para o desenvolvimento de coquetéis enzimáticos de grande importância industrial e econômica. Isso porque os microrganismos que habitam o intestino de certas espécies

animais desenvolveram, ao longo da evolução, estratégias moleculares altamente eficazes para a degradação e utilização dessa biomassa.

Um equipamento de última geração, como o Sirius, oferece diversas técnicas em favor de uma maior compreensão desses processos digestivos, desde a escala populacional dos microrganismos até o nível atômico e molecular das enzimas.

A luz síncrotron pode auxiliar, por exemplo, no mapeamento de vias metabólicas e compreensão dos processos de quebra das fibras lignocelulósicas por microrganismos especializados na degradação de biomassa vegetal, bem como na compreensão dos processos de transformação de açúcares em energia.

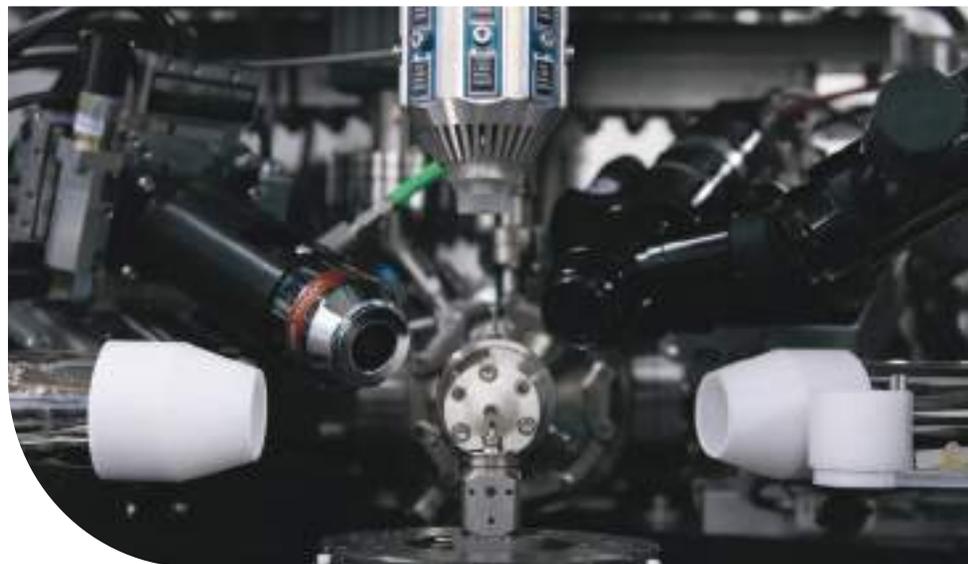
Essas investigações favorecem a descoberta de enzimas para coquetéis usados em processos industriais, e são essenciais para o desenvolvimento de biocombustíveis, bioquímicos e biomateriais com menor custo e maior eficiência.

Benefícios para o setor produtivo

A luz síncrotron é uma aliada do setor produtivo mundial e já beneficiou o desenvolvimento de inúmeros produtos.

A farmacêutica Abbott usou a luz síncrotron no desenvolvimento do Kaletra, um dos medicamentos prescritos para tratamento da infecção pelo HIV. A P&G usou a tecnologia para o desenvolvimento de condicionadores, detergentes, e outros produtos, enquanto a Dow Chemical utilizou a luz síncrotron no desenvolvimento de materiais para melhorar a absorção de fraldas descartáveis.

A luz síncrotron já foi – e ainda é – utilizada no desenvolvimento de baterias mais duráveis, resistentes e baratas para carros elétricos, celulares



e laptops e para o desenvolvimento de novos semicondutores, capazes de aumentar a eficiência de células solares orgânicas para a produção de energia elétrica.

Muitas das maiores empresas dos EUA utilizaram a luz síncrotron em seus produtos. Exxon Mobil, Chevron, General Electric, Ford, HP, GM, IBM, Boeing, Johnson & Johnson, Pfizer, Novartis, Intel e 3M estão entre essas empresas. No Brasil, empresas como Vale, Braskem, Petrobras e Oxiteno também buscaram na luz síncrotron apoio na solução de sofisticados desafios tecnológicos.



História de pioneirismo

A ideia de se construir um equipamento mais moderno é discutido pela comunidade científica desde bem antes de 2012.

Esta história de fato se inicia na década de 80, a partir dos esforços de um grupo de pesquisadores para a construção do UVX, primeira fonte de luz síncrotron do Hemisfério Sul. Inaugurado em 1997, o UVX foi o primeiro projeto de Big Science do País, tendo elevado pela primeira vez o patamar de investimentos federais em C&T e pavimentado os caminhos para o desenvolvimento do que se tornaria o Sirius.

Esta história foi essencial para a formação de recursos humanos altamente especializados no desenvolvimento e construção de aceleradores de elétrons e de instrumentação científica de ponta. Foi também importante para a criação e a formação de uma comunidade científica

apta a utilizar técnicas baseadas em luz síncrotron em suas pesquisas. Este processo de amadurecimento resulta, ainda em 2006, na primeira recomendação para iniciar estudos sobre o desenvolvimento uma nova fonte de luz síncrotron, então chamada "LNLS-II".

Em 2009 são realizados eventos com usuários para se debater características da nova fonte de luz síncrotron, quando é definida a energia dos elétrons em 3 GeV, e alguns dos parâmetros básicos essenciais para o desenvolvimento do primeiro projeto. Em 2010, após concurso interno, o projeto LNLS-2 é renomeado Sirius, a estrela mais brilhante do céu noturno. Mas é somente em 2012 que Sirius é projetado em suas configurações.



NASCE UMA ESTRELA



2012

O **PRIMEIRO PROJETO DO SIRIUS**, classificado anteriormente como de terceira geração, é apresentado a um comitê internacional de especialistas. Convidado para avaliar o projeto, o comitê então recomenda um equipamento mais ousado, que estivesse na vanguarda tecnológica e que pudesse se manter competitivo por muitos anos após sua inauguração. O LNLS aceita o desafio proposto e concentra seus esforços no desenho de um novo projeto. O Sirius é redesenhado e o projeto indica a possibilidade de se chegar à menor emitância do mundo em sua classe de energia. Sirius passa a ser considerado pioneiro entre as fontes de luz síncrotron da quarta geração, ao lado da fonte sueca MAX-IV. Tal aperfeiçoamento demanda revisões nos projetos das obras civis, dos componentes dos aceleradores de elétrons e de suas estações experimentais.

MÃOS À OBRA

2013

Uma **ÁREA DE 150.000 M²**, adjacente ao campus do CNPEM, é desapropriada pelo Governo do Estado de São Paulo para construção do Sirius.



São concluídas as obras de terraplenagem e, em 19 de dezembro, ocorre a **CERIMÔNIA DE LANÇAMENTO DA PEDRA FUNDAMENTAL** das edificações que abrigarão a nova fonte de luz. Em janeiro de 2015 dá-se o início efetivo das obras de construção. Ao final do ano, quase 20 por cento das obras civis estavam completas.



2014



2015

O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação pede a inclusão do Sirius no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), para que possa receber investimentos necessários para a sua **FASE DE CONSTRUÇÃO**. De acordo com o então ministro de Ciência, Tecnologia e Inovação, Aldo Rebelo, "a inclusão no PAC mostra que esse projeto é prioritário para o País, porque será uma das mais avançadas fontes de luz síncrotron do mundo e abre oportunidade para empresas brasileiras atuarem como parceiros em diversas áreas de engenharia."



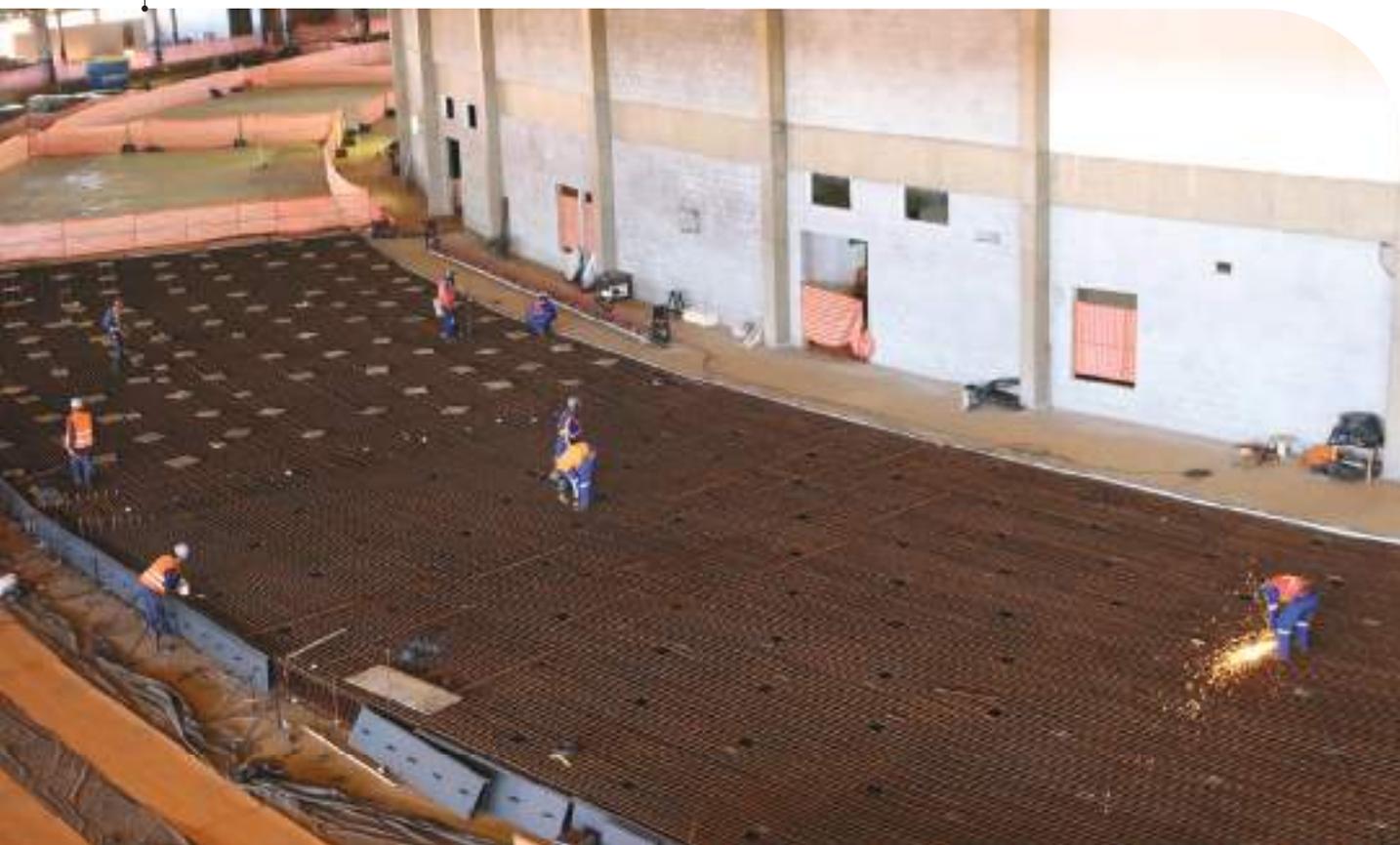
MÃOS À OBRA

As obras civis alcançam 75% de conclusão, com destaque para a execução bem-sucedida da fase mais crítica da construção: a implantação do **PISO ESPECIAL** sobre o qual posteriormente foram instalados os aceleradores e as linhas de luz. Entre 2017 e 2018 acontece a maior parte da fabricação de componentes dos aceleradores de elétrons e das linhas de luz do Sirius por empresas brasileiras, a partir dos projetos desenvolvidos pelas equipes do CNPEM.

São finalizadas as obras civis e dá-se início à instalação dos equipamentos no prédio do Sirius. Primeiramente é realizada a instalação do acelerador linear, e, em 8 de maio de 2018, o primeiro feixe de elétrons percorre com sucesso toda sua extensão. Em seguida, tem início a instalação de componentes do acelerador injetor, chamado de booster, e do anel de armazenamento. Em 11 de novembro, este processo culmina na chegada do primeiro feixe de elétrons na entrada do booster.

2017

2018



FEZ-SE A LUZ



2019

Em 8 de março de 2019, ocorre a **PRIMEIRA VOLTA COMPLETA** de elétrons no booster. Mais tarde, em 22 de novembro, é alcançada a primeira volta de elétrons no anel de armazenamento. Este marco demonstra que milhares de componentes, como ímãs, câmaras de ultra-alto vácuo e sensores funcionavam de modo sincronizado, e que toda a estrutura, incluindo peças de centenas de quilogramas, havia sido alinhada dentro dos padrões micrométricos necessários para se controlar a trajetória das partículas suficientes para a primeira fase de comissionamento. A partir daí estes parâmetros dos aceleradores e linhas de luz vêm sendo constantemente melhorados para atingirem os requisitos de projeto.



Em 14 de dezembro a equipe conseguiu, pela primeira vez, manter elétrons circulando no acelerador principal por várias horas, condição essencial para a produção de luz síncrotron com a qualidade adequada para a realização de experimentos científicos. E, apenas dois dias depois, a equipe do CNPEM obtém as primeiras imagens com raios X gerados pelo Sirius. Tal conquista foi possível com a chegada da luz síncrotron pela primeira vez em uma estação de pesquisa montada provisoriamente para testes, e demonstrou o potencial da ferramenta para a geração de imagens com alta resolução, mesmo que ainda a uma potência milhares de vezes inferior à projetada para a máquina.



FEZ-SE A LUZ

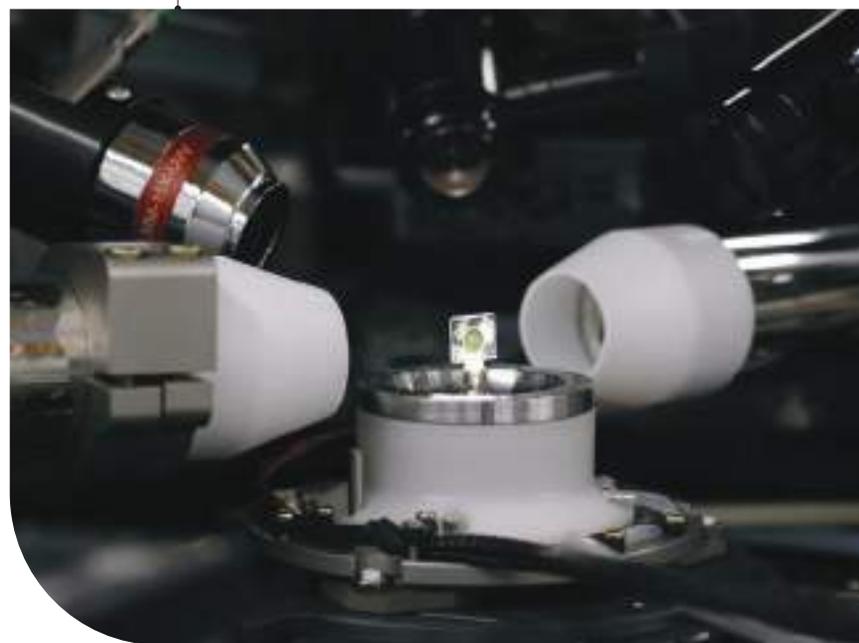


2020

As restrições impostas pela pandemia de COVID-19 limitam o ritmo da construção das primeiras linhas de luz do Sirius, mas não impedem que, em julho de 2020, pesquisadores do CNPEM realizem os primeiros experimentos científicos do Sirius na linha de luz Manacá, para avaliar a qualidade dos resultados gerados pela linha de luz. Uma das primeiras amostras analisadas foi a proteína 3CL do coronavírus SARS-CoV-2, que participa do processo de replicação do vírus dentro do organismo durante a infecção e é imprescindível para seu ciclo de vida. E, em setembro, mesmo em fase de comissionamento científico e realizando experimentos ainda em condições limitadas, a Manacá é disponibilizada para **PESQUISADORES EXPERIENTES EM CRISTALOGRAFIA** de proteínas para que pudessem contribuir para entendimento molecular do coronavírus.

2021

Em outubro de 2021, cinco novas estações de pesquisa – **CARNAÚBA**, Cateretê, Ema, Ipê e Imbuia – passaram a receber propostas de investigação de pesquisadores externos. Concomitantemente à cerimônia de abertura dessas linhas, também foram entregues laboratórios de apoio e a unidade de processamento de dados, equipada com supercomputadores.





2022

Em novembro de 2022, Sirius abre a primeira chamada regular de propostas de pesquisas para as suas seis primeiras estações experimentais: Manacá, Carnaúba, Cateretê, Ema, Ipê e Imbuia. Na chamada são recebidas 334 propostas de pesquisa, das quais 298 são provenientes de instituições brasileiras. As propostas serão selecionadas por um processo que privilegia o mérito científico, avaliado através de sistema de revisão por pares com duplo anonimato. A alocação final de tempo de feixe nas estações de pesquisa será realizada considerando também as distribuições geográficas e a diversidade de áreas científicas.

2023

Atualmente, outras 8 linhas de luz seguem em diferentes fases de montagem e comissionamento, para que sejam abertas à comunidade científica nos meses que se seguem. Paralelamente, a equipe dedica-se a alcançar correntes elétricas cada vez mais altas nos aceleradores de elétrons, necessárias para se produzir luz síncrotron de intensidade suficiente para a realização de experimentos científicos ainda mais avançados.



Antônio Ricardo Droher Rodrigues

(1951 – 2020)

Em janeiro de 2020, faleceu Ricardo Rodrigues, extraordinário cientista e engenheiro, que foi um dos principais responsáveis pelo desenvolvimento das fontes de luz síncrotron brasileiras UVX e Sirius, entre outras realizações.

Ricardo esteve envolvido na criação do que é hoje o CNPEM desde o início, em 1985. A iniciativa dotou o Brasil da primeira fonte de luz síncrotron do Hemisfério Sul, o UVX. Sob sua liderança técnica, uma jovem equipe tornou realidade um sonho que parecia impossível: projetar, construir e operar um grande equipamento científico que impulsionou pesquisas científicas em áreas da física, química, biologia, engenharia de materiais e outras.

Em 2001, Ricardo afastou-se do LNLS e, em 2009 retornou como um dos responsáveis por desenvolver uma nova fonte de luz síncrotron no Brasil, inicialmente uma máquina de terceira geração. Em 2012, quando um Comitê Internacional de Máquina recomendou a construção de um equipamento de quarta geração, na vanguarda tecnológica, coube a Ricardo liderar a equipe que desenvolveu um conjunto de soluções inovadoras, que colocaram Sirius como um dos líderes mundiais entre as fontes de luz síncrotron.

Com o câncer diagnosticado em meados de 2019, Ricardo acompanhou a fase de testes no Sirius, inclusive o experimento-teste para obtenção de uma imagem tomográfica. Assim, pode comprovar o sucesso do projeto, no qual trabalhou até poucos dias antes do seu falecimento.

Ricardo Rodrigues tinha a capacidade de unir entusiasmo, criatividade, conhecimento técnico e científico e encontrar soluções inéditas exigidas para construir equipamentos de alta sofisticação tecnológica. Ainda mais importante, era um formador de pessoas. Aveso a formalidades acadêmicas, Ricardo era reconhecido mundialmente como um criativo solucionador de problemas. Sua trajetória servirá de constante inspiração para os que, no Brasil, se dedicam a ciência, tecnologia e inovação.



Veja mais sobre a história de Ricardo Rodrigues em nosso web-memorial: <https://pages.cnpem.br/ricardorodrigues/>

Linhas de luz

Em uma fonte de luz síncrotron, as linhas de luz são as estações de pesquisa onde são feitos experimentos. As linhas de luz do Sirius são dotadas de instrumentos científicos avançados, projetados para investigar a micro e nanoestrutura dos materiais, em

pesquisas nas mais diversas áreas do conhecimento com impacto em setores estratégicos para o desenvolvimento do País.



Onde a ciência acontece

As linhas de luz são as estações de pesquisa onde são feitos experimentos. Uma fonte de luz síncrotron comporta diversas linhas de luz, que funcionam de forma independente entre si, permitindo que vários grupos de pesquisadores trabalhem simultaneamente em diferentes investigações. Cada linha de luz opera em uma faixa de energia, e é otimizada para a realização de um ou mais tipos de experimentos, a partir de técnicas como espectroscopia, difração, espalhamento, técnicas de imagem, entre outras.

As diferentes técnicas experimentais disponíveis neste tipo de infraestrutura permitem observar aspectos microscópicos dos materiais, como os átomos e moléculas

que os constituem, seus estados químicos e sua organização espacial, além de acompanhar a evolução no tempo de processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem em frações de segundo.

Em uma linha de luz é possível acompanhar também como essas características microscópicas são alteradas quando o material é submetido a diversas condições, como temperaturas elevadas, tensão mecânica, pressão, campos elétricos ou magnéticos, ambientes corrosivos, etc., em uma classe de experimentos denominada *in situ*. Essa capacidade é uma das principais vantagens das fontes de luz síncrotron, quando comparadas a outras técnicas de alta resolução, como a microscopia eletrônica.

Mapa das 14 linhas de luz inicialmente planejadas para o Sirius. Dessas, seis linhas já estão abertas para pesquisa e outras serão disponibilizadas ao longo dos próximos meses



Visão panorâmica das linhas de luz do Sirius

Além de permitir experimentos extremamente avançados, Sirius irá proporcionar toda a infraestrutura necessária para que os pesquisadores realizem suas investigações. Para isso, laboratórios de apoio, instalados ao redor das linhas de luz, atenderão as demandas de usuários quanto ao preparo e condicionamento de amostras, realização de reações químicas controladas e uso de equipamentos eventualmente indisponíveis na instituição de origem do pesquisador.

No Sirius, um conjunto inicial de 14 linhas de luz foi planejado para cobrir uma grande variedade de programas científicos. Dessas 14 linhas de luz, seis já estão abertas à pesquisa, e outras oito estão em diferentes fases de montagem ou comissionamento técnico e científico. Ao todo, Sirius poderá abrigar até 38 linhas de luz, das quais seis serão linhas longas, com comprimento de 100 a 150 metros.

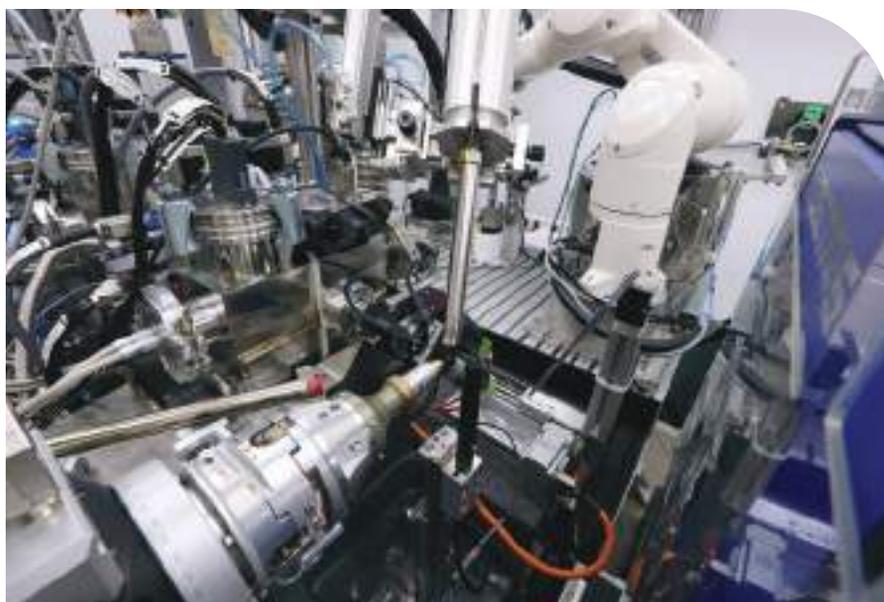
As linhas de luz do Sirius têm nomes inspirados em espécies da fauna e flora brasileiras.

A linha de luz Manacá, dedicada a cristalografia de proteínas, foi a primeira a entrar em funcionamento, em setembro de 2020, como parte do esforço do CNPEM para disponibilizar uma ferramenta de ponta à comunidade científica brasileira dedicada a pesquisas com SARS-CoV-2. E em 2021 outras cinco linhas de luz foram entregues: Carnaúba, Cateretê, Ema, Ipê e Imbuia.



MANACÁ

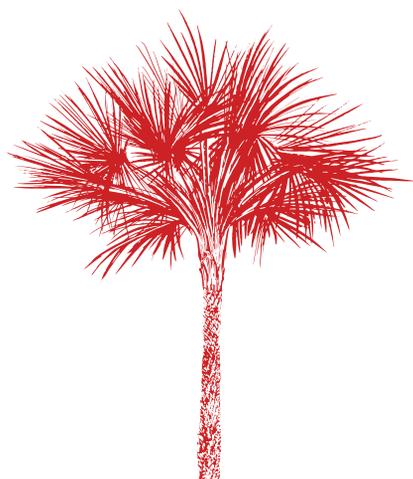
Acrônimo para	MA cromolecular Micro and NA no Cryst AL lography
O que faz	Permite desvendar estruturas 3D de proteínas e enzimas, com resolução atômica. Essas análises revelam a posição de cada um dos átomos que compõem a proteína estudada, suas funções e interações com outras moléculas, como as usadas como princípios ativos de novos medicamentos.
Principais áreas de pesquisa	Desenvolvimento de fármacos, biocombustíveis, defensivos agrícolas, alimentos e cosméticos
Faixa de Energia	5 - 20 keV
Espécie que dá nome à linha	Manacá-de-cheiro é o nome dado à árvore da família <i>Solanaceae</i> , encontrada na Mata Atlântica brasileira. Está sempre rodeada pela borboleta-do-manacá, um inseto cujas larvas só se alimentam das folhas dessa planta.



Quando uma molécula é identificada como alvo terapêutico, a investigação de sua estrutura tridimensional, isto é, a posição de cada um dos átomos que a compõe, permite entender a sua ação no organismo e sua interação com as candidatas a fármaco. Dessa forma, é possível tornar a busca por novos medicamentos mais eficiente.

A linha de luz Manacá, por meio da técnica de cristalografia de raios-X, permite determinar a estrutura de proteínas e enzimas humanas e de patógenos com resolução micrométrica e submicrométrica. Esses conhecimentos podem guiar o desenvolvimento de potenciais novos fármacos ou a compreensão do funcionamento de fármacos já conhecidos para aumentar sua efetividade. Informações sobre a estrutura de proteínas são importantes também para o desenvolvimento de biocombustíveis, defensivos agrícolas, alimentos e cosméticos.

A Manacá é especialmente dedicada ao método de cristalografia em série, que permite a elucidação das estruturas de proteínas mais complexas, que não podem ser desvendadas pela cristalografia convencional.



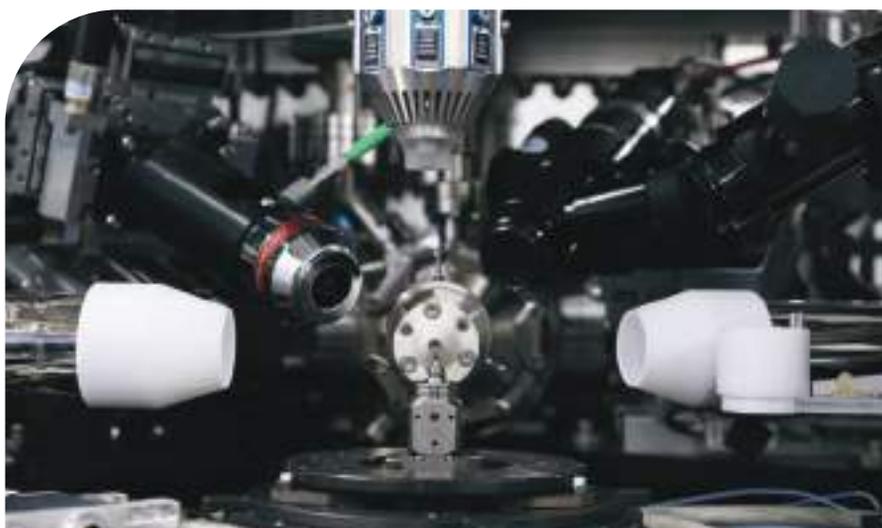
CARNAÚBA

Acrônimo para	Coherent X-rAy NANoprobe BeAmline
O que faz	Micro e nano-fluorescência e espectroscopia de raios X, além de pticografia. Realiza análises dos mais diversos materiais nano-estruturados, visando a obtenção de imagens 2D e 3D de sua composição e estrutura, com resolução nanométrica.
Principais áreas de pesquisa	Ciências Ambientais (geociências, materiais em pressões extremas, petrologia); Ciência de Materiais (catalisadores, magnetismo, semicondutores, eletroquímica, fotônica); Nanotecnologia (saúde, informação); Bens culturais (artes, arqueologia e paleontologia) e Ciências da vida (aplicações médicas e biológicas).
Faixa de Energia	2 a 15 keV
Espécie que dá nome à linha	Carnaúba (<i>Copernicia prunifera</i>) é uma árvore endêmica do nordeste do Brasil, símbolo do estado do Ceará e popularmente conhecida como árvore da vida. O nome provém do tupi karanaíwa, "árvore do caraná".

A Carnaúba é a linha de luz mais longa do Sirius, com cerca de 145 metros de distância entre a fonte de luz e a amostra. A grande distância entre a fonte de raios X e a amostra permite produzir um foco de até 30 nanômetros.

Na Carnaúba podem ser realizadas múltiplas técnicas de caracterização baseadas em absorção, espalhamento e emissão de raios X. Essas técnicas permitirão investigar os mais diversos materiais nano-estruturados e hierarquicamente ordenados, visando a obtenção de imagens 2D e 3D com resolução nanométrica da composição e estrutura de solos, materiais biológicos e fertilizantes, por exemplo.

A linha permite investigar elementos químicos leves, como fósforo e enxofre, que são muito relevantes para as Ciências da Vida e Ambientais, e ainda elementos químicos de interesse tecnológico, como o grupo dos Lantanídeos.





CATERETÊ

Acronimo para	Coherent And TimE REsolved ScatTEring
O que faz	Imagem por difração coerente (pticografia) e espectroscopia de correlação de fótons de raios X (XPCS). Otimizada para a obtenção de imagens 3D de diversos tipos de materiais, com resolução nanométrica.
Principais áreas de pesquisa	Ciências da vida (aplicações biológicas e médicas), biologia estrutural (proteínas, lipídios, macromoléculas); nanotecnologia (energia, alimentação e saúde, fotônica), ciências de polímeros, catálise, reologia e ciências ambientais (geociências, prospecção de petróleo, catálise).
Faixa de Energia	3 – 24 keV
Espécie que dá nome à linha	Cateretê, ou jacarandá branco (<i>Machaerium vestitum</i>), é uma árvore encontrada nas regiões sudeste e sul do Brasil. Seu nome tem origem Tupi e também batiza uma dança brasileira.



A compreensão de problemas relacionados às ciências da vida e medicina passa pela investigação da dinâmica de fenômenos biológicos em diferentes escalas. A linha de luz Cateretê foi projetada para permitir a obtenção de imagens tridimensionais com resolução nanométrica de materiais de diferentes tamanhos, desde uma macromolécula de dezenas de nanômetros até o tecido de alguns milímetros na qual ela se encontra.

Uma das principais características desta linha de luz é o seu feixe de raios X coerente e focalizado em uma região de cerca de 40 micrômetros. Com ele será possível obter imagens de células de mamíferos e suas organelas, em 3D, de forma não destrutiva e em ambiente líquido, semelhante a seu ambiente natural. Esse tipo de imagem, que ainda não foi obtido por nenhum outro método no mundo, possibilitará inferir sobre efeitos estruturais e metabolismo celular.

Na Cateretê são realizados principalmente experimentos de imagem por difração de raios X coerente (CXDI) e espectroscopia de correlação de fótons de raios X (XPCS), mas também de espalhamento de raios X a baixo ângulo (SAXS) e ultrabaixo ângulo (USAXS) com resolução temporal. Essas técnicas permitem investigar questões relacionadas aos principais campos da física, química e biologia, além de estudos com aplicações industriais.



IMBUIA

Acrônimo para	Infrared Multiscale Beamline for Ultra-resolved Imaging Applications
O que faz	Micro e nano-espectroscopia de infravermelho (FTIR). Esta estação experimental é dedicada a experimentos utilizando a luz infravermelha, que permite a identificação dos grupos funcionais de moléculas e a análise da composição química de praticamente qualquer material, com resolução nanométrica.
Principais áreas de pesquisa	Análise de materiais orgânicos e inorgânicos para múltiplas áreas de pesquisa, desde células e fluidos biológicos até grafeno, materiais fotônicos, nanopartículas e aerossóis.
Faixa de Energia	70 a 400 MeV
Espécie que dá nome à linha	Imbuia é o nome popular da espécie <i>Ocotea porosa</i> , típica das florestas de araucárias da região sul do Brasil. Antes abundante, a Imbuia está ameaçada de extinção devido à exploração predatória de sua madeira nobre.



A linha de luz Imbuia, dedicada a experimentos utilizando radiação infravermelha, é uma ferramenta analítica multidisciplinar e altamente sensível, beneficiada pela estabilidade aprimorada de uma fonte de luz síncrotron de quarta geração. A linha foi projetada para a realização de pesquisas de fronteira tanto em novos materiais sintéticos como para o entendimento de materiais naturais, como os biológicos.

Nesta linha de luz poderá ser realizado o mapeamento químico de tecidos e sistemas biológicos de dimensões milimétricas, com resolução espacial em multi-escala, indo de alguns microns a poucos nanômetros. Em especial, ela permitirá a análise química de células animais isoladas, no contexto de reações químicas locais, e a entrega de nanofármacos a organelas ou compartimentos celulares específicos.

Investigações de morfologia e composição química são fundamentais para a compreensão da fisiologia de sistemas biológicos em diversos níveis, e a realização desses estudos em sistemas similares aos fluidos biológicos permite que se obtenha informações representativas do funcionamento desses sistemas em seus ambientes naturais. Para a análise de uma célula sanguínea isolada, por exemplo, o ideal seria usar um líquido que reproduza seu ambiente natural, ou seja, o sangue. Assim os resultados, mesmo que em ambiente de pesquisa, serão representativos para a clínica ou a indústria farmacêutica.



EMA

Acrônimo para	Extreme condition M ethods of A nalysis
O que faz	Difração e espectroscopia de raios X em altas pressões. As técnicas disponíveis nesta linha permitem a investigação de materiais submetidos a condições extremas de temperatura, pressão ou campo magnético. O estudo da matéria nessas condições pode revelar novas propriedades e características que não existem em condição ambiente.
Principais áreas de pesquisa	Desenvolvimento de materiais supercondutores e novos materiais para as áreas de energia, metalurgia, geociências e outros.
Faixa de Energia	3 - 30 keV
Espécie que dá nome à linha	Ema (<i>Rhea americana</i>) é uma ave que não voa, nativa da América do Sul e considerada a maior ave brasileira. Os machos da espécie são responsáveis pela incubação e cuidados com os filhotes.



Quando a matéria é submetida a condições extremas de temperatura, pressão ou campo magnético, ela pode apresentar novas propriedades físicas e químicas, passando, por exemplo, de condutor para isolante, de magnético para não magnético, e vice-versa.

A linha de luz Ema possibilitará a realização de experimentos em amostras de materiais submetidos a condições extremas. O estudo da matéria nessas condições permite investigar novos materiais com características que não existem em condições normais. Este é o caso, por exemplo, dos materiais supercondutores, capazes de conduzir correntes elétricas sem resistência, com o potencial de revolucionar a transmissão e o armazenamento de energia.

As temperaturas e pressões simuladas nesta linha de luz, através de aquecimento por lasers intensos e células de pressão com diamante, poderão chegar a mais de 8000°C e pressões equivalentes ao dobro da pressão no centro da Terra, respectivamente. Os campos magnéticos, que serão aplicados por ímãs supercondutores, poderão chegar a quase 14 tesla. Tais condições só são realizáveis em ambientes de tamanho muito reduzido, e só podem ser desvendados por um feixe de raios X de alto brilho, como o produzido pelo Sirius.



IPÊ

Acrônimo para	Inelastic scattering and PhotoElectron spectroscopy
O que faz	Espalhamento inelástico de raios-X ressonante (RIXS), espectroscopia de absorção de raios X (XAS) e espectroscopia de fotoelétrons (XPS). Esta linha de luz é otimizada para combinar técnicas de análise de superfície e interface de materiais, e sistemas moleculares. Aplica-se ao estudo da composição química, estrutura eletrônica e excitações elementares em sólidos e sistemas moleculares.
Principais áreas de pesquisa	Física da Matéria Condensada e Ciências dos Materiais, com destaque para a investigação de materiais para armazenamento de dados, células eletroquímicas e catalisadores.
Faixa de Energia	100 – 2000 eV
Espécie que dá nome à linha	Ipê é o nome popular de diversas espécies de árvores do gênero Handroanthus. Disputa a posição de árvore-símbolo do País com o Pau-Brasil. De origem Tupi, seu nome significa árvore cascuda.

Quando átomos se juntam para formar materiais sólidos e líquidos, a interação entre seus elétrons pode originar propriedades que são muito diferentes das características individuais de cada elemento constituinte, e que definem como os materiais transportam calor, eletricidade, magnetismo, som, luz etc. O conhecimento preciso dessas interações auxilia o desenvolvimento de novas tecnologias de armazenamento e transporte de informações, eletrônica com alta eficiência energética e muitas outras.

A linha de luz Ipê oferece uma combinação de técnicas voltadas para o estudo da composição química, estrutura eletrônica e excitações elementares em sólidos e sistemas moleculares. Dessa forma, Ipê permitirá sondar como as ligações químicas ocorrem nas interfaces de materiais como catalisadores, células eletroquímicas, materiais sujeitos a corrosão, ou ainda como a corrente elétrica se propaga em diferentes materiais, desde isolantes até supercondutores.

Essa visão ampla da estrutura eletrônica e excitações fornecidas pela linha Ipê pode auxiliar não apenas no entendimento das propriedades dos materiais, mas também orientar o design de novos materiais com funcionalidades sob medida. Além disso, pode ser usado para testar modelos teóricos amplamente utilizados para descrever a estrutura eletrônica de sólidos e moléculas.





Linhas em comissionamento



MOGNO

Acrônimo para	X-ray Micro- and Nanotomography
O que faz	Linha de imagem por micro e nano-tomografia de raios X em zoom contínuo, em que uma mesma amostra pode ser estudada em baixa e alta resolução. A Mogno também será dedicada à aquisição de imagens resolvidas no tempo (4D) a partir de experimentos in-situ.
Principais áreas de pesquisa	Geociências, ciências biológicas, ciências de materiais, da Terra/planetárias, da agricultura, de alimentos, bem como engenharia civil, bioengenharia, pesquisas relacionadas a papel e madeira, química, paleontologia, arqueologia, e herança cultural.
Faixa de Energia	22,39 keV e 67 keV
Espécie que dá nome à linha	Mogno, ou mogno-brasileiro é o nome popular da espécie <i>Swietenia macrophylla</i> , nativa da Amazônia. É uma árvore de madeira castanho-avermelhada, que por ser muito explorada, resiste apenas em regiões de difícil acesso e em áreas protegidas.

O Brasil é um país pioneiro na exploração de petróleo em águas profundas. No entanto, uma grande quantidade desse combustível fóssil está armazenada no espaço poroso de rochas carbonáticas, especialmente na camada do pré-sal. Essas rochas são muito heterogêneas e têm sistemas complexos de poros, que precisam ser bem conhecidos para tornar a exploração de óleo e gás mais eficiente.

A linha de luz Mogno será dedicada à obtenção de imagens tomográficas tridimensionais com resolução micro e nanométrica. Estruturas internas de diversos materiais poderão ser estudados de forma não invasiva, em diferentes escalas espaciais, variando entre centenas de nanômetros e dezenas de micrômetros. Além disso, será possível submeter os materiais a diferentes condições mecânicas, térmicas ou químicas e acompanhar alterações em tempo real. Assim, a Mogno permitirá estudos detalhados de fenômenos complexos como, por exemplo, a passagem de fluidos através dos poros das rochas do pré-sal.

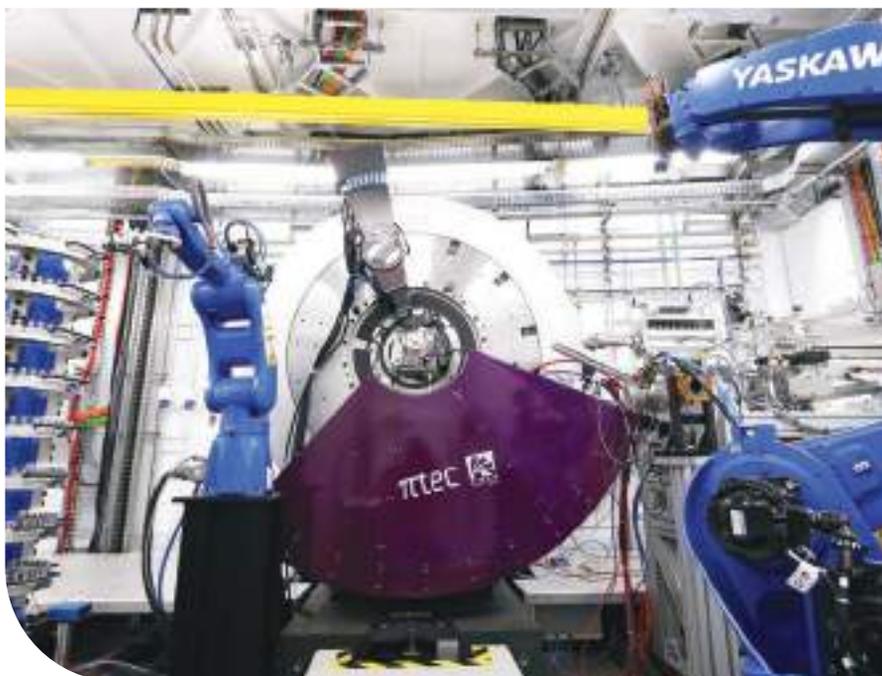
Além disso, diversos outros tipos de materiais poderão ser estudados nessa linha de luz: solos, fósseis, materiais para dispositivos eletrônicos, produtos de reações químicas e amostras biológicas.





PAINEIRA

Acrônimo para	Powder X ray Diffraction
O que faz	Difração de raios X de materiais policristalinos, visando principalmente, a caracterização estrutural de materiais na forma de pó, como cerâmicas, fármacos, minerais, catalisadores e outros.
Principais áreas de pesquisa	Desenvolvimento de novos materiais para energia renovável, tecnologias para o desenvolvimento e o aperfeiçoamento de baterias.
Faixa de Energia	5 a 30 keV
Espécie que dá nome à linha	Paineira é o nome popular de diversas espécies do gênero Ceiba. Suas sementes são envoltas em fibras finas e brancas, chamada de paina, e são aproveitadas no preenchimento de travesseiros e pelúcias.



A busca por fontes de energia limpa, renovável e barata tem se intensificado nos últimos anos, com o crescente consenso de que a elevação na temperatura média do planeta, e a consequente intensificação de episódios climáticos extremos, é causada pela ação humana. No entanto, é imprescindível que essa busca esteja aliada ao desenvolvimento de novos sistemas de armazenamento de energia eficientes e de baixo custo, que sejam capazes de competir com o uso de combustíveis fósseis.

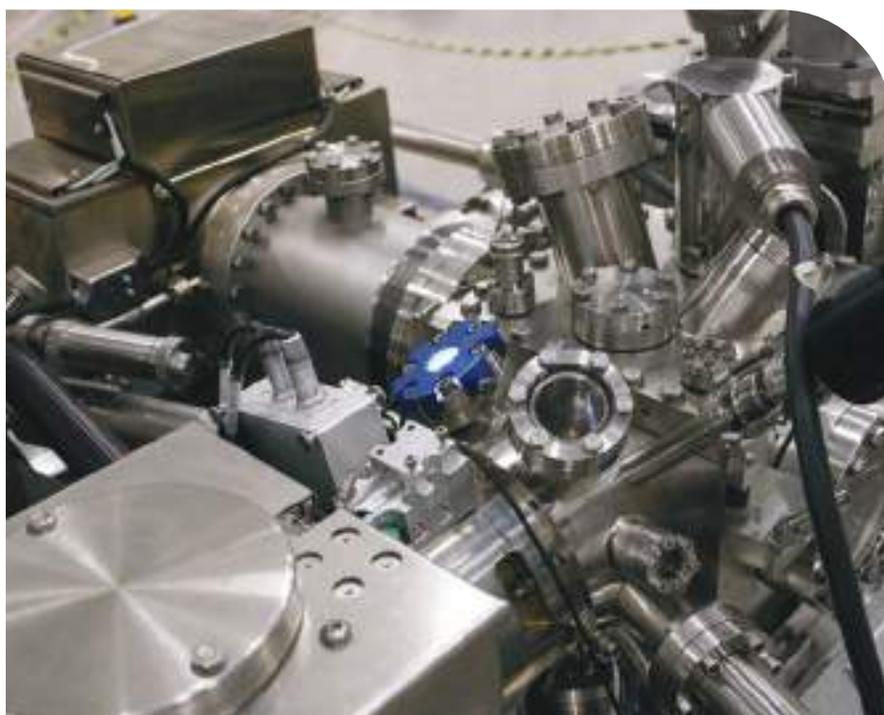
Entre esses novos sistemas de armazenamento estão, por exemplo, as chamadas baterias de lítio-ar. Essas baterias armazenam energia elétrica por meio da reação entre o lítio e o oxigênio e apresentam uma maior capacidade de armazenamento, em comparação com as baterias utilizadas comercialmente, como as de lítio-íon. No entanto, um dos principais desafios para o desenvolvimento de baterias mais eficientes está em compreender a correlação entre a estrutura dos materiais que as compõem e o desempenho desses dispositivos.

A linha de luz Paineira possibilitará, por exemplo, o estudo das mudanças estruturais dos materiais que compõem dispositivos para armazenamento de energia em condições de operação, ou seja, durante os ciclos de carga e descarga da bateria.



SABIÁ

Acrônimo para	Soft x-ray AB sorption spectroscopy and ImA ging
O que faz	Espectroscopia de absorção de raios X (XAS) e microscopia de emissão de fotoelétrons (PEEM).
Principais áreas de pesquisa	Materiais magnéticos, com aplicações diversas.
Faixa de Energia	100 a 2000 eV
Espécie que dá nome à linha	Sabiá (<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i>) é uma árvore encontrada nativamente na Região Nordeste e em parte da Região Norte do Brasil, e que é cultivada pela durabilidade de sua madeira. Suas folhas também são utilizadas como alimento para animais em épocas de escassez hídrica.



Materiais magnéticos são a base de uma grande variedade de tecnologias, de fones de ouvido a discos rígidos para o armazenamento de dados. Essa diversidade de aplicações faz com que materiais magnéticos inovadores sejam ativamente pesquisados, por exemplo, para a entrega de fármacos diretamente até áreas tumorais, para o desenvolvimento de dispositivos eletrônicos mais compactos e que consumam menos energia, ou para a chamada refrigeração magnética, que tem o potencial de substituir a tecnologia baseada em gases nocivos ao ambiente, entre outras.

O estudo de materiais magnéticos passa por compreender aspectos até hoje desconhecidos e fundamentais do magnetismo. Assim, a linha de luz Sabiá será otimizada para a investigação de propriedades estruturais e magnéticas desses materiais, principalmente suas superfícies e interfaces. A Sabiá permitirá medidas magnéticas com sensibilidade à identificação dos elementos químicos que compõem a amostra e que são responsáveis pelo magnetismo.



CEDRO

Acrônimo para	Circular DichROism Beamline
O que faz	Espectroscopia de dicroísmo circular (CD) na região do ultravioleta (UV).
Principais áreas de pesquisa	Análise de biomoléculas como proteínas, ácidos nucleicos e carboidratos, visando principalmente a busca por compostos para novos medicamentos.
Faixa de Energia	3 a 9 eV
Espécie que dá nome à linha	O cedro brasileiro ou cedro-cheiroso (<i>Cedrela odorata</i>) é uma árvore de grande distribuição natural, que no Brasil ocorre na Mata Atlântica, na Amazônia e mesmo na Caatinga. Seu nome deve-se à boa qualidade da sua madeira e ao odor característico, semelhantes ao do centro original, conhecido por cedro-do-líbano.



Proteínas são macromoléculas biológicas formadas por cadeias de moléculas menores, chamadas de aminoácidos. Após sua formação, a cadeia de aminoácidos se enovela e se dobra sobre si, adquirindo um formato, chamado de estruturas secundárias e terciárias, o que possibilita sua função no organismo. A investigação da estrutura tridimensional de uma proteína ou enzima possibilita entender sua ação e sua interação com outras moléculas.

A compreensão de como essas estruturas se comportam no ambiente biológico e de como se dá a formação de complexos proteínas-fármacos viabiliza a solução de diversos problemas médicos e científicos.

A linha de luz Cedro permitirá investigar essa estrutura secundária de proteínas e de complexos proteínas-fármacos, identificar as regiões desordenadas dessas proteínas, bem como analisar as interações de proteínas com pequenas moléculas, o que contribuirá para o desenvolvimento de fármacos. Associado a isso, a linha Cedro permitirá que as medidas sejam realizadas em condições semelhantes às encontradas no ambiente biológico onde essas moléculas são encontradas.



Linhas de luz em montagem



QUATI

Acrônimo para	Quick X-Ray Absorption Spectroscopy for Time and space resolved experiments
O que faz	Espectroscopia de absorção de raios-X de alta qualidade, com resolução temporal e espacial na escala de milissegundos e em condições in situ: XANES (X-Ray Absorption Near Edge Structure), EXAFS (Extended X-Ray Absorption Fine Structure) e XES (Espectroscopia de Emissão de Raios X).
Principais áreas de pesquisa	Catálise, ciência dos materiais, nanotecnologia, meio ambiente e ciências da vida.
Faixa de Energia	4,5 a 35 keV
Espécie que dá nome à linha	Quatis são mamíferos diurnais do gênero <i>Nasua</i> , comuns da América do Sul ao sul da América do Norte. Os quatis são conhecidos pelo fato de as fêmeas viverem em bandos e os machos, que já se tornaram adultos, viverem solitários.

Catalisadores são substâncias utilizadas como facilitadores de reações químicas em praticamente todos os processos industriais que envolvem a transformação de produtos primários. A busca por catalisadores mais eficientes e mais acessíveis impacta não só a economia, mas também o meio ambiente e a qualidade de vida das populações.

Essa investigação, no entanto, exige que os catalisadores sejam estudados nas mesmas condições em que serão aplicados, tipicamente em altas temperaturas e pressões, na presença de diferentes gases, entre outras variáveis. Assim, são necessários equipamentos científicos sofisticados para a realização dessas pesquisas.

A linha de luz Quati permitirá a análise em tempo real de uma enorme variedade de processos físicos e químicos que acontecem na escala temporal de milissegundos, tornando possível acompanhar, por exemplo, as modificações estruturais que acontecem nos materiais durante as reações químicas relacionadas ao funcionamento de catalisadores.





SAPUCAIA

Acrônimo para	Scattering A pparat U s for C omplex Applications and In-situ Assays
O que faz	Espalhamento de Raios X a Baixos Ângulos (SAXS).
Principais áreas de pesquisa	Ciências da vida (aplicações biológicas e médicas), biologia estrutural (proteínas, lipídios, macromoléculas) e a um vasto campo de ciências dos materiais, incluindo nanotecnologia, polímeros, catálise, reologia e ciências ambientais.
Faixa de Energia	6 a 17 keV
Espécie que dá nome à linha	Sapucaia é o nome popular da espécie <i>Lecythis pisonis</i> , comum na Floresta Amazônica e na Mata Atlântica. Seu fruto é duro e contém pequenas castanhas, muito apreciadas por macacos, sendo a provável origem do ditado “Macaco velho não põe a mão em cumbuca”.



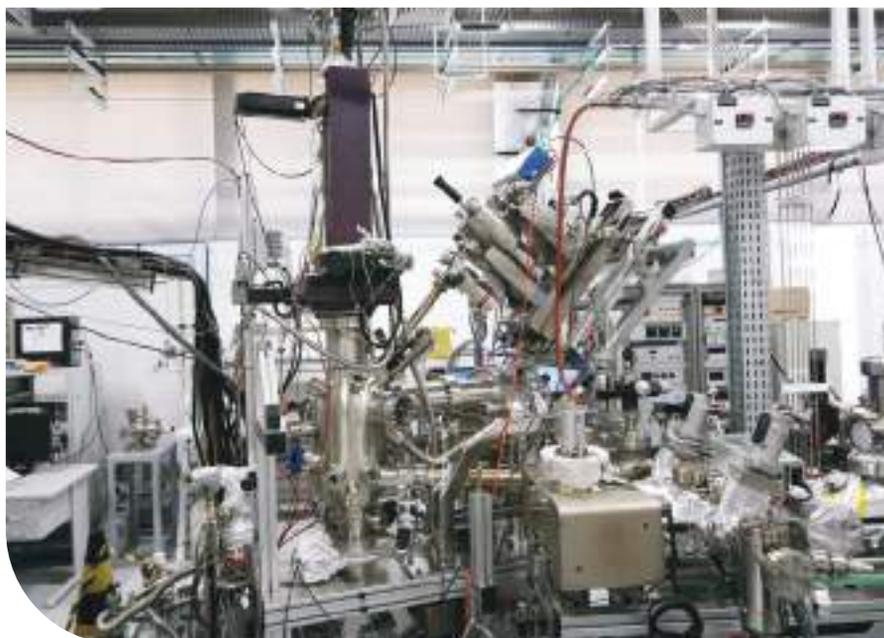
Nanopartículas, por seu tamanho extremamente reduzido e propriedades adaptáveis a todo tipo de aplicação, têm atraído a atenção das mais diversas áreas de pesquisa. A atuação dessas minúsculas partículas pode ser controlada através de sua composição, tamanho e formato. Por exemplo, nanopartículas podem ser usadas como pílulas que carregam e entregam medicamentos diretamente a células doentes, como em cânceres, ou no combate a vírus e a bactérias resistentes a antibióticos.

A linha de luz Sapucaia permitirá, por exemplo, a investigação sobre a forma, organização e dinâmica das nanopartículas em uma grande variedade de campos de pesquisa da física, química e biologia, além de aplicações industriais.



SAPÊ

Acrônimo para	Angle-resolved PhotoEmission
O que faz	Espectroscopia de fotoemissão resolvida em ângulo (ARPES), com alta resolução em energia e momento dos fotoelétrons, na faixa do ultravioleta de vácuo (VUV).
Principais áreas de pesquisa	Estudo e desenvolvimento de materiais avançados, com ênfase especial em materiais topológicos e materiais 2D, como grafeno.
Faixa de Energia	8 a 70 eV
Espécie que dá nome à linha	O sapê é o nome popular da gramínea <i>Imperata brasiliensis</i> cujos caules, após secos, são utilizados na construção do telhado de casas rústicas. Seu nome deriva do termo tupi ssa'pé, "o que alumia", em referência à sua fácil queima.



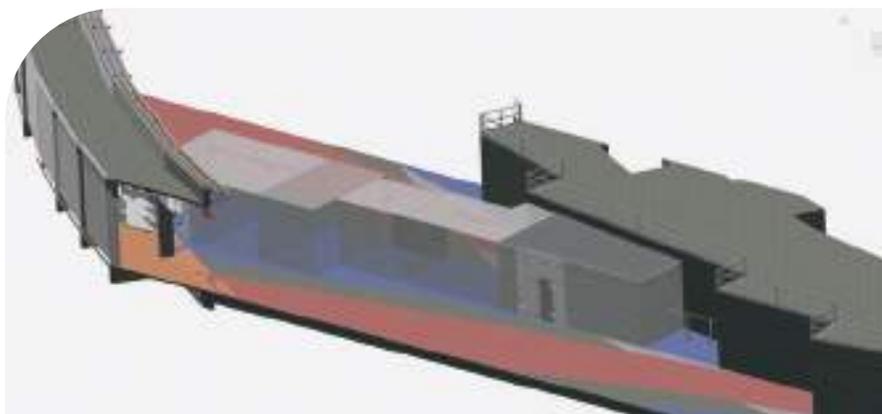
O desenvolvimento dos dispositivos eletrônicos cada vez mais potentes e eficientes exige a contínua miniaturização de seus componentes. Para isso, é necessária a constante busca por materiais que possuam propriedades estruturais, eletrônicas e ópticas adequadas.

Um exemplo desses novos materiais são os chamados isolantes topológicos. Esses materiais têm a característica especial de serem isolantes elétricos em seu volume e, ao mesmo tempo, condutores elétricos em superfícies com baixa resistência elétrica. Além disso, esses materiais permitiriam a construção de transistores e bits de memórias quânticas extremamente robustos, ajudando a alavancar a computação quântica que levaria a uma revolução na velocidade de processamento de dados.

A Linha de Luz Sapê se dedicará ao estudo da estrutura eletrônica desses isolantes topológicos e de uma grande variedade de outros materiais, permitindo a investigação, por exemplo, de propriedades de supercondutores, do grafeno e estudo de estados eletrônicos de interfaces entre sólidos e filmes ultrafinos.

JATOBÁ

Acrônimo para	Full X-ray Scattering and PDF Analysis
O que faz	Espalhamento total de raios X – técnicas experimentais de difração de raios X, incluindo XRD e micro-XRD, e análise de PDF
Principais áreas de pesquisa	Análise de materiais complexos (amorfos e nano estruturados), com potencial aplicação na área de baterias, dispositivos eletrônicos e processos industriais.
Faixa de Energia	40 a 70 keV
Espécie que dá nome à linha	Jatobá é o nome popular de árvores do gênero <i>Hymenaea L.</i> , comuns de toda América Latina e, em especial, da Floresta Amazônica. Seu nome pode ser traduzido do tupi como “árvore dos frutos duros”.



Materiais chamados complexos têm como característica o fato de que suas propriedades e funcionalidades dependem da organização e interação de suas estruturas em várias escalas de comprimento, desde a estrutura atômica, passando pelas escalas nanométrica, mesoscópica e macroscópica.

Tais materiais têm papel central na sociedade moderna e estão presentes, por exemplo, em baterias, dispositivos eletrônicos, processos industriais e em muitas outras aplicações. O conhecimento da estrutura desses materiais no nível atômico é de particular interesse da ciência, já que as propriedades físicas macroscópicas são reflexo do efeito cumulativo de diversas interações entre átomos próximos, a chamada estrutura local.

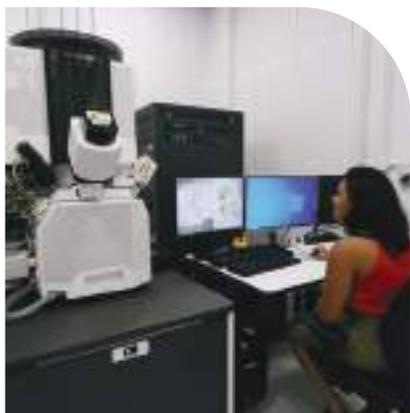
A linha de luz Jatobá será dedicada a experimentos para determinar a estrutura de materiais, desde sua estrutura local (comprimentos de ligação química e distâncias interatômicas) até a forma e o tamanho de nanoestruturas, tanto de materiais cristalinos como de não-cristalinos, tais como líquidos, materiais amorfos e nanopartículas. A linha Jatobá permitirá, ainda, realizar experimentos resolvidos no tempo para analisar a cinética das modificações estruturais que ocorrem nos materiais complexos quando submetidos a estímulos externos.



Infraestruturas de apoio

DA PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS AO PROCESSAMENTO E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Além de permitir experimentos extremamente avançados, Sirius irá proporcionar toda a infraestrutura necessária para que os pesquisadores realizem suas investigações. Para isso, laboratórios de apoio, instalados ao redor das linhas de luz, atenderão as demandas de usuários quanto ao preparo e condicionamento de amostras, realização de reações químicas controladas e uso de equipamentos eventualmente indisponíveis na instituição de origem do pesquisador. Esses laboratórios fazem parte da missão do CNPEM de apoiar o pesquisador antes, durante e depois dos seus experimentos.



Laboratório de Amostras Microscópicas (LAM)

↓
tem como objetivos tanto a preparação de amostras avançadas quanto caracterizações complementares às linhas de luz. Sua infraestrutura está dividida em dois setores: laboratório de microscopia eletrônica e de microscopia óptica.



Laboratório de Ciências Ambientais (LCA)

↓
é adequado para manipulações e preparações químicas de amostras de interesse ambiental a serem estudadas nas linhas de luz do Sirius. O ambiente é classificado como Nível de Biossegurança 1 (NB1), e possui ambientes próprios para manipulações químicas, manipulação de solos e rochas e cultivo de bactérias e outros microrganismos de baixo grau de patogenicidade previamente isolados do ambiente.



Laboratório de Condições Termodinâmicas Extremas (LCTE)

↓
é dedicado ao desenvolvimento de instrumentação científica para experimentos em condições extremas, principalmente aqueles experimentos que envolvem pressão, campo magnético e temperatura. Junto com esses desenvolvimentos, o LCTE fornece suporte aos usuários para a preparação das amostras que serão analisadas em condições extremas nas linhas de luz.



Laboratório de preparações Criogênicas (LCRIO)

↓
O laboratório de preparações criogênicas (LCRIO) tem como objetivo o suporte ao preparo de amostras de materiais moles, principalmente, a baixas temperaturas, de maneira a preservar sua estrutura e composição nativa durante os experimentos de usuários internos e externos, nas linhas de luz do Sirius.



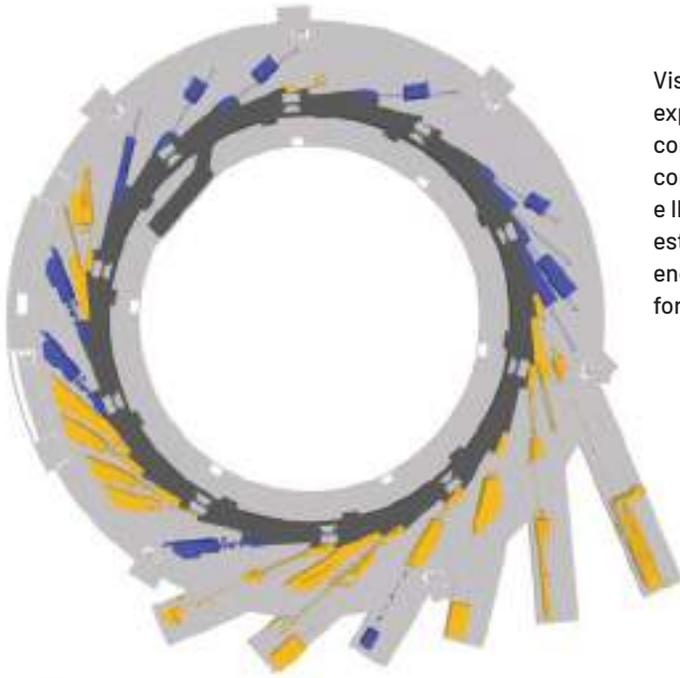
Laboratório Químico

↓
oferece infraestrutura e insumos adequados para a preparação de amostras de materiais que serão analisados nas linhas de luz, além de manipulação de substâncias químicas necessárias para as pesquisas, facilitando sua rastreabilidade e controle geral.



Tepui

↓
A infraestrutura Tepui permite a transferência, armazenamento, e processamento do gigantesco volume de dados obtidos nas linhas de luz. Composta por supercomputadores de última geração, eles possuem centenas de CPUs e milhares de GB de memória RAM. As placas de vídeo usadas estão entre as mais poderosas no mercado, com 40 GB de memória cada, e são usadas para processar informações complexas rapidamente. A capacidade de armazenamento é de 2.000 TB, enquanto a transferência de dados pode operar a velocidades de 400.000 Megabits por segundo, mais de mil vezes superiores às dos computadores pessoais e planos de internet domésticos.



Vista Superior do hall experimental do Sirius após conclusão das linhas de luz compreendidas nas fases I e II. As linhas já construídas estão retratadas em amarelo, enquanto as linhas futuras foram apresentadas em azul

Rumo ao futuro

A ciência é fundamental para enfrentar os grandes desafios que a humanidade tem pela frente, desde o combate a doenças – as novas e as já conhecidas –, passando pelo desenvolvimento de fontes de energia renováveis, combate às mudanças climáticas, e muitos outros. Sirius, a maior e mais complexa infraestrutura científica já construída no País, é um marco importante para a ciência brasileira, que permitirá que cada vez mais pesquisas acadêmicas e industriais sejam realizadas anualmente, por milhares de pesquisadores, em diversas áreas do conhecimento.

É importante ressaltar que o Sirius é um projeto estratégico de Estado, cujo impacto para o Sistema de CT&I é maior quanto mais estações de pesquisa estiverem disponíveis. Sendo assim, seu sucesso depende do investimento

público para manutenção e ampliação de suas linhas de luz. Esse investimento é crucial para proporcionar mais oportunidades de avanço em pesquisas, fornecendo respostas para os grandes desafios que teremos pela frente, com benefícios para toda a sociedade.

Neste contexto, o Sirius apresenta uma oportunidade para repensarmos a forma como a política científica é conduzida no país, incentivando o alinhamento do equipamento com as políticas e estratégias científicas de Estado. Com o Sirius, o Brasil tem a oportunidade de inaugurar um novo capítulo na história da ciência brasileira.

A seguir, conheça as linhas de luz que estão sendo planejadas para a segunda fase do projeto Sirius.



Linhas de luz da fase 2 do Sirius

SUSSUARANA

Synthesis, Strain/Stress, Additive manufacturing, and in-situ high energy material **AN**alysis

A linha de luz Sussuarana será dedicada a estudos de ciência de materiais, metalurgia e aplicações de engenharia. Esta será a linha de mais alta energia no Sirius até agora, o que possibilitará o estudo com técnicas de raios x em materiais de grandes dimensões para ensaios termomecânicos em condições reais de operação, assim como acompanhar rotas de síntese de materiais massivos por compressão/deformação ou manufatura aditiva.



QUIRIQUIRI

Quantum **CR**ystallography and **Q**-space high-Resolution beamline

A linha de luz Quiriquiri será dedicada à cristalografia de raios-X de alta resolução, com ênfase na cristalografia quântica a partir de mapas de densidade de carga. Essa abordagem combina conceitos de cristalografia e mecânica quântica para ampliar a compreensão da estrutura eletrônica de materiais cristalinos e sua relação com suas propriedades físicas, como a condutividade elétrica e absorção óptica.



SERIEMA

Synchrotron Nuclear and Electronic Resonant Inelastic Extreme Methods of Analysis

A linha de luz Seriemá será dedicada ao estudo das propriedades estruturais e eletrônicas de materiais usando técnicas de espalhamento inelástico nuclear e eletrônico ressonante de raios-X. Ela permitirá estudos detalhados de excitações em materiais e a investigação de materiais sob condições extremas, incluindo altas pressões, altas e baixas temperaturas e campos elevados.



PITANGA

Photoemission spectroscopy At Near Ambient Pressure

A linha de luz Pitanga será dedicada à espectroscopia de fotoelétrons de raios X (XPS) em pressão atmosférica ou próxima à pressão ambiente para análise de amostras sensíveis ao ambiente de vácuo, como materiais biológicos, catalíticos e poliméricos. A linha permitirá obter informações sobre a composição, ligação e estrutura eletrônica dessas amostras, fornecendo dados em alta resolução cruciais para uma ampla gama de aplicações em ciência de materiais, química e biologia.





TATU

Terahertz and fAr-infrared
Tip-enhanced Ultramicroscopy

A linha de luz Tatu será dedicada à espectroscopia síncrotron em nanoescala e geração de imagens na faixa de ondas longas de infravermelho. Essa faixa de energia é bastante inexplorada para análise espectral em nanoescala, e permitirá uma compreensão mais profunda de uma variedade de fenômenos na física, como aqueles envolvendo condutividade óptica, mapeamento de dopagem de nanotransistores, plasmônica de borda em isoladores topológicos e canalização de luz em nanofotônica, por exemplo.



TEIU

TENDER X-Ray Spectromicroscopy
for In-situ Experiments

A linha Teiu será dedicada à microscopia de raios-X, voltada para o entendimento de dinâmicas estruturais, morfológicas e químicas em ciências agroambientais. Operando na faixa dos raios-X tender, a linha cobrirá bordas de absorção de elementos químicos como manganês, fósforo, enxofre e potássio, de extrema relevância na fertilização de solos e nutrição de plantas, além de micronutrientes como Manganês, Ferro e Níquel, permitindo também o entendimento de questões ligadas à poluição e contaminação por metais.



HIBISCO

High-energy Beamline for In-vivo animal **CO**mputed tomography

A linha de luz Hibisco será dedicada a investigar os mecanismos subjacentes das doenças causadas por patógenos de nível de biossegurança 3 e 4, e permitirá testar a eficácia de novas terapias e estudos pré-clínicos em animais de pequeno porte, como roedores. Ela permitirá estudos longitudinais para monitorar a progressão de doenças infecciosas e respostas a tratamentos, e terá sincronização cardiorrespiratória para compatibilizar a aquisição de imagens com a fisiologia animal.



TIMBÓ

Tender x-ray coherent **IM**aging Beamline for ex-vivo **O**rgans and tissues

A linha de luz TIMBÓ será dedicada a micro e nanotomografia raios-X ex-vivo em órgãos e tecidos. Ela permitirá imagens difrativas por raios-X em 3D utilizando iluminação homogênea por raios-X coerentes, na faixa de energia de 2-20 keV, em modos holográficos e de campo distante. A linha trabalhará com um feixe cônico, com campo de visão (FOV) de $10 \times 10 \mu\text{m}^2$, para imagens de alta resolução, a $10 \times 10 \text{mm}^2$, dependendo da distância entre amostra e detector.





SIBIPIRUNA

Soft x-ray bio-Imaging Beamline with Partially coherent Illumination for Resolving cellular Ultra-structure in **NA**nometers

A linha de luz Sibipiruna será dedicada à tomografia de raios X moles para imagens ex vivo, com resolução nanométrica, para investigações na mesoescala de organelas celulares em diferentes estágios do ciclo de vida celular, sobretudo nos estágios seguintes a infecção por patógenos de nível de biossegurança 3 e 4.



ARIRANHA

Advanced Research on Instrumentation and Imaging for Photon Beams

A linha de luz Ariranha será dedicada à pesquisa e desenvolvimento de novos instrumentos para as linhas de luz do Sirius, como sistemas de óptica, optomecânica, diagnóstico, detectores e ambientes de amostra para a pesquisa com luz síncrotron e áreas similares. Ela será equipada com instrumentos flexíveis que permitirão explorar novas técnicas e métodos, além de testar desenvolvimentos de empresas. A linha permitirá caracterização e calibração dos instrumentos, e garantirá resultados confiáveis e competitivos mundialmente.



