

RELATÓRIO ANUAL

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENERGIA E MATERIAIS

PARTE 3

20
24



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



Este relatório foi aprovado pelo Conselho de Administração
em Reunião Ordinária realizada em 26/02/2025

Sumário

Anexo 1- Fichas Sumarizadas e Evidências de Projetos de Infraestrutura e Programas de P&D	3
Projeto Sirius.....	4
Projeto Orion	57
Programa de Desenvolvimento de Tecnologias Habilitadoras	79
Programa de P&D Agroambiental	91
Programa de P&D em Energia Renovável	104
Programa de P&D em Materiais Renováveis.....	107
Programa de P&D em Saúde.....	115
Programa de P&D em Tecnologias Quânticas	122
Ações Transversais de Engenharia e Tecnologia.....	139
Centro de Visitantes e CNPEM Itinerante	163
Atualização dos Indicadores reportados em Relatórios Anteriores	169
Projeto Sirius.....	169
Ações Transversais de Engenharia e Tecnologia.....	176
Plataforma de Biotecnologia Industrial.....	182
Programa de P&D em Energia Renovável	186
Programa de P&D em Materiais Renováveis.....	190
Indicadores Cancelados	193
Projeto Sirius.....	193
Centro de Tecnologias para Saúde	197
Anexo 2 – Indicadores de Projetos Específicos.....	198
Anexo 3 – Ata de Aprovação dos Indicadores de Projetos de Infraestrutura e de Programas de P&D	202
Anexo 4 – Lista de Bolsistas e Pós-Doutores	205
Anexo 5 – Referências de Publicações Científicas, Teses e Dissertações	206
Anexo 6 – Recomendações da Comissão de Acompanhamento e Avaliação (CAA)	267
Anexo 7 – Recomendações de Órgãos de Controle.....	270
Anexo 8 – Informações Complementares.....	271
Anexo 9 – Servidores Públicos Federais, Estaduais ou Municipais cedidos ao CNPEM.....	280
Anexo 10 – Relatório dos Auditores Independentes	281

Anexo 1- Fichas Sumarizadas e Evidências de Projetos de Infraestrutura e Programas de P&D

Esta seção se refere a descrição dos resultados de indicadores e metas com prazos para o segundo semestre de 2024, conforme pactuado nos 44º e 46º Termo Aditivo, que abrange recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT).

Na tabela subsequente, são detalhados os conceitos utilizados na elaboração dos indicadores referentes aos Projetos de Infraestrutura e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

ESTÁGIO	APLICAÇÃO	DESCRIÇÃO	EVIDÊNCIA/INDICADOR	SIGLA
Conceitual	Programas Científicos e de Desenvolvimento Tecnológico; Implantação de novas Infraestruturas de Pesquisa;	Elaboração de projetos, métodos, testes e simulações em estágio inicial/conceitual. Explorar possíveis rotas científicas e tecnológicas para a solução do problema identificado.	Relatório de Projeto Conceitual	CDR
Preliminar	Programas de Desenvolvimento Tecnológico; Implantação de novas Infraestruturas de Pesquisa;	Seleção de melhores alternativas para o desenvolvimento do projeto e previsões de recursos mais acuradas para execução dos projetos.	Relatório de Projeto Preliminar/Básico	PDR
Desenvolvimento Experimental /Projeto Executivo	Programas Científicos e de Desenvolvimento Tecnológico; Implantação de novas Infraestruturas de Pesquisa;	Elaboração do projeto final com documentação necessária para execução e definição de parâmetros de performance para avaliação.	Relatório de Projeto Final	FDR
Instalação/Performance Técnica	Implantação de novas Infraestruturas de Pesquisa;	Instalação de sistemas e equipamentos, comissionamento técnico incluindo validação de parâmetros de performance, calibrações e guias de operação	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto	TIP
Performance /Aplicação Científica	Programas Científicos e de Desenvolvimento Tecnológico; Implantação de novas Infraestruturas de Pesquisa;	Demonstração de desempenho considerando parâmetros chave de performance científico e experimentos com amostras para demonstração final de operação, podendo incluir usuários externos.	Relatório de Performance Científica	TPC

Projeto Sirius

1. Entrega Final do Sistema de Intertravamento

PROJETO	Sirius
ATIVIDADE	Projeto do Sistema de Intertravamento dos Aceleradores do Sirius
META	Entrega Final do Sistema de Intertravamento
INDICADOR	Relatório de Instalação ou Parâmetros de Performance do Projeto (TIP)
PRAZO	Agosto/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	93%
JUSTIFICATIVA	<p>O presente relatório tem a finalidade de descrever as atividades realizadas nos últimos 12 meses de projeto do interlock do Sirius, MPS e PPS, e apresentar as atividades que até o momento não foram concluídas.</p> <p>O ano de 2024 ficou marcado pela instalação da cavidade supercondutora de RF, e com isso tivemos uma readequação nos períodos de túnel aberto para realização de atividades.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>Durante reuniões do comitê de interlock, foi levantado a necessidade de mantermos o sistema de RF liberado para operação com metade do túnel aberto, visando os testes operacionais da cavidade supercondutora de RF instalada durante a parada de junho de 2024. Essa demanda foi executada durante o Sprint 05.</p> <p>Foram necessárias as atividades de instalação de relés de segurança para acionamento/bloqueio dos sinais de liberação do sistema de RF e a instalação da nova caixa de passagem de segurança na sala de RF. E para finalizar a atividade, foi necessário a alteração na lógica de controle dos CLPs (<i>Controladores Lógicos Programáveis</i>) para a operacionalização do sistema de RF.</p> <p>Durante reuniões do comitê foi requerido a liberação de testes funcionais dos moduladores do Linac durante períodos de túnel aberto de forma segura. Para tornar possível a execução dos testes foi necessária dois tipos de intervenção em sistemas do Linac, a instalação do bloqueio do sistema de RF do Linac e montagem provisória de um conjunto seletor de equipamentos por chave para instalação no Linac e alteração na lógica de controle de cada subsistema.</p> <p>As condições especiais de operação do Sirius foram discutidas em várias oportunidades pelo comitê, sendo definido que teríamos inicialmente três. A primeira seria para atender as necessidades da proteção radiológica (RAD), a segunda para medição de temperatura ou campo magnético dos imas onde as fontes de alimentação se manteriam ligadas durante os procedimentos e por último a terceira que possibilitaria testes ou equipamento de RF liberado com colaboradores perto do equipamento.</p> <p>A condição especial 02 referente às fontes de alimentação foi instalada no final de 2023, sendo as demais programadas para instalação durante a parada de junho de 2024. Infelizmente em conversas do comitê, a condição especial referente a proteção radiológica foi cancelada. Já a condição especial de RF</p>

continua necessária, porém não foi possível discutir os detalhes de implantação.

Esse assunto será retomado no início de 2025 para esclarecimento e definições, ficando agendada a implementação para parada longa de 2025 que até o momento está definida para começar em maio.

Atividades do Projeto Orion

Com início das atividades do projeto Orion interligando linhas de luz do Sirius com os laboratórios NB4, apareceu a demanda de criação do sistema de cabeamento para interligação das linhas e controles dos front-ends máquina para a instalação das futuras linhas de luz (Hibisco, Sibipiruna e Timbó).

Atividades do Projeto Sirius

Em vista de padronização e entrega do projeto com todos os setores com características similares, foram confeccionados cabeamento para e interligação das novas caixas de passagem número 6. Instaladas recentemente visando a expansão do sistema de interlock para monitoramento e controle dos novos front-ends máquina para as linhas de luz, representado na figura 1.



Figura 1 – Sistema de cabeamento e nova caixa de passagem.

Visando a criação de uma tabela que contemple as lógicas de operação e sinalização do sistema, em conjunto com a rede de IHMs (*Interface Homem Máquina*), foi desenvolvido a planilha dinâmica de Causa x Efeito. O conjunto de tabelas estão lincados com os CLPs (*Controladores Lógicos Programáveis*) do sistema de interlock trazendo status atualizados das variáveis do sistema com visto na figura 09.

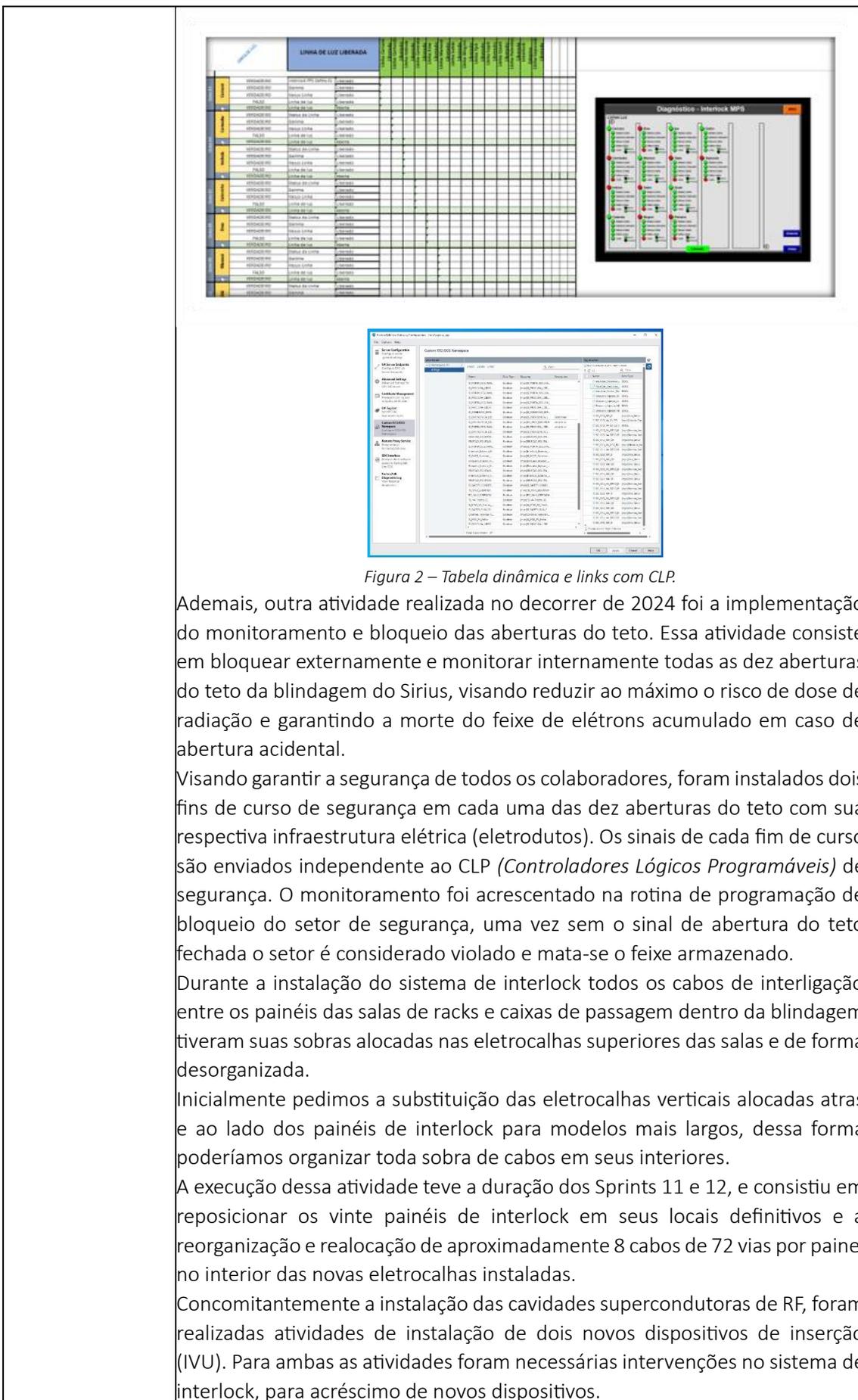


Figura 2 – Tabela dinâmica e links com CLP.

Ademais, outra atividade realizada no decorrer de 2024 foi a implementação do monitoramento e bloqueio das aberturas do teto. Essa atividade consiste em bloquear externamente e monitorar internamente todas as dez aberturas do teto da blindagem do Sirius, visando reduzir ao máximo o risco de dose de radiação e garantindo a morte do feixe de elétrons acumulado em caso de abertura acidental.

Visando garantir a segurança de todos os colaboradores, foram instalados dois fins de curso de segurança em cada uma das dez aberturas do teto com sua respectiva infraestrutura elétrica (eletrodutos). Os sinais de cada fim de curso são enviados independente ao CLP (*Controladores Lógicos Programáveis*) de segurança. O monitoramento foi acrescentado na rotina de programação de bloqueio do setor de segurança, uma vez sem o sinal de abertura do teto fechada o setor é considerado violado e mata-se o feixe armazenado.

Durante a instalação do sistema de interlock todos os cabos de interligação entre os painéis das salas de racks e caixas de passagem dentro da blindagem tiveram suas sobras alocadas nas eletrocalhas superiores das salas e de forma desorganizada.

Inicialmente pedimos a substituição das eletrocalhas verticais alocadas atrás e ao lado dos painéis de interlock para modelos mais largos, dessa forma poderíamos organizar toda sobra de cabos em seus interiores.

A execução dessa atividade teve a duração dos Sprints 11 e 12, e consistiu em reposicionar os vinte painéis de interlock em seus locais definitivos e a reorganização e realocação de aproximadamente 8 cabos de 72 vias por painel no interior das novas eletrocalhas instaladas.

Concomitantemente a instalação das cavidades supercondutoras de RF, foram realizadas atividades de instalação de dois novos dispositivos de inserção (IVU). Para ambas as atividades foram necessárias intervenções no sistema de interlock, para acréscimo de novos dispositivos.

Para a atividade de instalação da cavidade supercondutora foi necessário a passagem de cabos, conectorização, programação e testes de quatro novas válvulas gates instaladas na cavidade. E, conseqüentemente a atualização da tela do sistema de IHMs do Sirius, como podemos ver nas figuras abaixo.

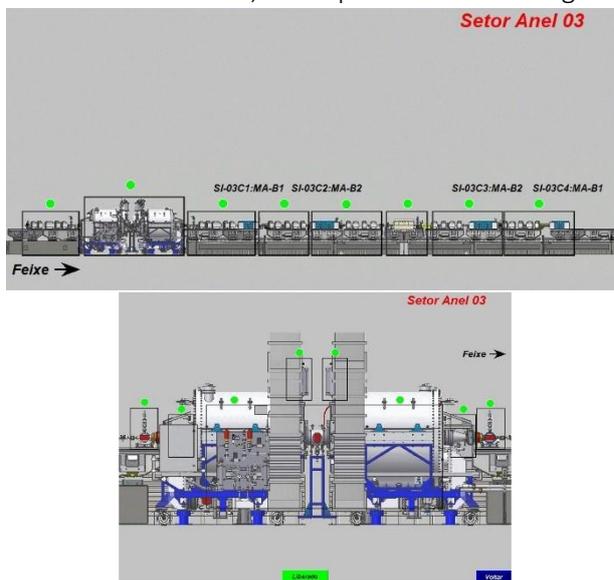


Figura 2 – Telas do setor da cavidade atualizadas nas IHMs.

Considerada desde o início do projeto, a certificação de segurança se faz necessário para documentar todo o processo de segurança implantado no sistema de interlock do Sirius. Esse processo consiste em realizar uma apreciação de risco de todo o sistema e validação de equipamentos, programação e instalações dentro do nível de segurança necessário.

A documentação garante ao CNPEM que todos os padrões legais foram implantados e testados. Essa etapa do projeto ainda não foi realizada devido a não implementação das condições especiais restantes e tempo de túnel aberto para verificações e testes do sistema de interlock. Processo em etapa de contratação e implementação para parada longa de 2025 que até o momento está definida para começar em maio.

O sistema de historiador de dados foi especificado no início do projeto, e consiste em utilizar um servidor de dados para armazenar todas as mudanças de status das variáveis pertinentes dos sistemas de interlock.

A implantação do sistema de historiador não se faz necessário que tenhamos túnel aberto, visto que todas as variáveis estão disponíveis nos CLPs do sistema de interlock. Sua instalação ainda não foi iniciada. Sua previsão de implantação é após a certificação de segurança em 2025.

2. Projeto Executivo-Final e Prototipagens

PROJETO	Sirius
ATIVIDADE	Projeto de novos indutores para fontes Regatron
META	Projeto Executivo-Final e Prototipagens
INDICADOR	Relatório de Desenvolvimento Experimental (FDR)
PRAZO	Dezembro/2024
TERMO ADITIVO	44º

STATUS DA EXECUÇÃO	40%
JUSTIFICATIVA	<p>Este projeto visa desenvolver um indutor para ser instalado nas fontes (Regatron) utilizadas como DC-Link das fontes de alta potência do Anel do Sirius. Também faz parte do projeto a caracterização, teste e aprovação deste indutor para ser efetivamente instalado no Sirius.</p> <p>Após a confirmação de funcionamento, 35 desses indutores precisarão ser fabricados, sendo que 26 serão instalados no Sirius e o restante ficará como reserva.</p> <p>O projeto teve essa porcentagem de avanço, devido à necessidade maior de estudos e profundidade nos temas que o envolvem.</p> <p>A proposta do projeto era fazer o desenvolvimento em parceria com uma empresa externa, porém, devido aos requisitos estritos, apenas uma empresa apresentou alguma solução, contudo depois de alguns meses de estudo. A solução ainda precisa ser avaliada.</p> <p>Visto a dificuldade de conseguir um parceiro para este projeto, foi iniciado o desenvolvimento de um protótipo internamente. A primeira etapa foi a de realizar algumas simulações para validar a ideia de trocar apenas o núcleo do indutor, que é onde está localizado o problema de sobreaquecimento.</p> <p>Em ambiente de simulação foi verificado que parece ser possível trocar apenas o núcleo atual de ferro silício por um núcleo de ferrite. Com isso, foram feitos os desenhos de um suporte de indutor para testar essa hipótese na prática, o que deve ser feito no início do ano de 2025.</p> <p>Esse desenvolvimento interno se mostrou desafiador, e as simulações levaram mais tempo para serem realizadas e chegar em uma conclusão viável, por isso não foi possível a entrega da solução no tempo planejado.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>Quatro empresas foram procuradas para desenvolver um indutor que substitua o modelo atual da Regatron, atendendo requisitos elétricos, mecânicos e térmicos, como corrente de 250 A, indutância $\geq 50 \mu\text{H}$ e temperatura $\leq 60 \text{ }^\circ\text{C}$, além de compatibilidade dimensional e de furação com o original. Apenas duas responderam, sendo que uma não conseguiu atender às especificações, enquanto a outra apresentou uma proposta, ainda em avaliação, após três meses e meio de espera.</p> <p>Visto o número de negativas para o desenvolvimento do projeto, foi iniciado internamente o desenvolvimento de uma proposta para a trocas desses indutores. Os testes iniciais mostraram que o problema desse indutor está nas perdas do núcleo, então a proposta inicial estudada é a de manter o enrolamento do indutor original e trocar apenas o material do núcleo, mudando de ferro silício laminado para ferrite.</p> <p>A Figura 2 mostra o resultado de uma dessas simulações, para um indutor com a mesma bobina, núcleo de ferrite IP6 e gap de 30 mm. Essa simulação foi feita considerando apenas uma espira e corrente de 250 A.</p>

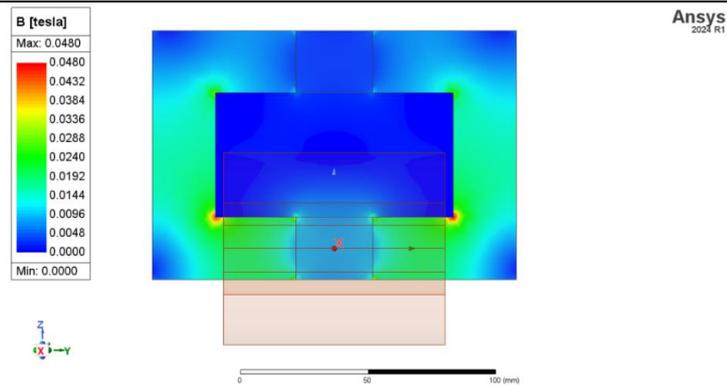


Figura 2 – Simulação do indutor com núcleo de ferrite.

O objetivo dessa simulação é identificar se o indutor iria entrar em saturação quando em operação nominal. Apesar de especificado para 250 A, esse indutor deve ter uma corrente de pico de no máximo 200 A, abaixando assim a densidade de campo magnético para próximo dos 0,4 T.

Outro resultado dessa simulação é a de indutância em função do gap, que está mostrado na Figura 3.

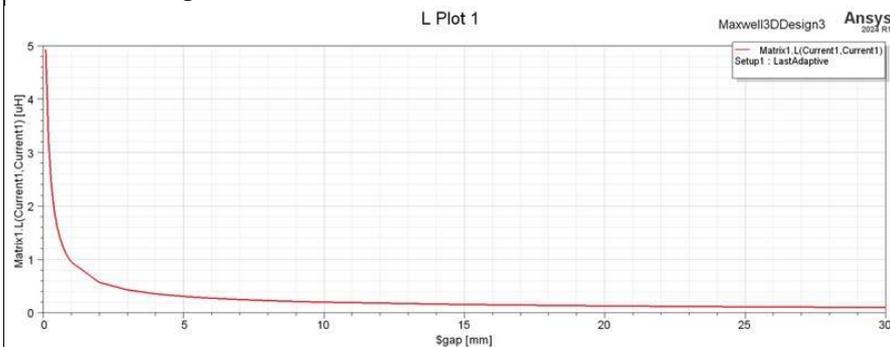


Figura 3 – Indutância do indutor em função do gap.

O resultado da Figura 3 também foi obtido para apenas uma espira. Com 15 espiras é esperado que esses valores aumentem com o quadrado do número de espiras, ou seja, 225.

Ambos os resultados mostram que parece ser possível, adequando o tamanho do gap, montar um indutor com as características esperadas para este projeto. Com isso, foi dada a sequência de projetar um suporte para este indutor, considerando uma forma que possibilite alterar o gap para encontrar a melhor configuração. A Figura 4 ilustra como ficará este suporte.

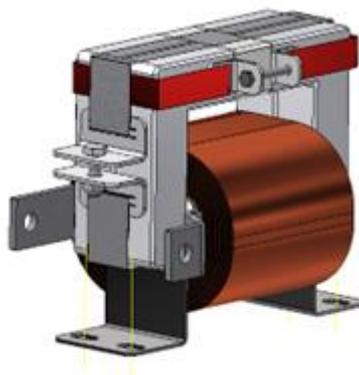


Figura 4 – Suporte projetado para testes com protótipo do indutor.

	<p>Os testes com esse protótipo estão planejados para início de fevereiro. Caso a solução se mostre promissora, não será necessário a fabricação da bobina, o que diminuirá consideravelmente o investimento necessário para o projeto.</p> <p>Dependendo dos resultados dos testes com o protótipo, pode se verificar que seja necessário que o indutor tenha mais espiras e com isso novos enrolamentos precisarão ser fabricados. Para isso, já foi iniciada a procura por fornecedores de cobre que atendam a necessidade para este projeto.</p>
--	--

3. Instalação de equipamentos e início do comissionamento técnico

PROJETO	Estações Experimentais – Laboratórios
ATIVIDADE	Laboratório de Materiais Funcionais (LMF)
META	Instalação de equipamentos e início do comissionamento técnico
INDICADOR	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
PRAZO	Dezembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	50%
JUSTIFICATIVA	<p>A instalação do Laboratório de Materiais Funcionais (LMF) está em fase avançada de execução, com a conclusão de etapas fundamentais para seu funcionamento. O laboratório foi projetado para atender às demandas de experimentos in situ/operando, permitindo ajustes finos nas condições experimentais antes da utilização das linhas de luz da divisão de materiais heterogêneos (DMH). O layout do laboratório foi finalizado, e os projetos de infraestrutura, incluindo distribuição de gases especiais e instalação de equipamentos, estão em andamento. Dois equipamentos essenciais já foram instalados: uma capela do tipo Walk-in para experimentos que envolvem gases inflamáveis e tóxicos, e uma glovebox para manipulação de materiais sensíveis ao ar. A infraestrutura de utilidades foi finalizada, incluindo água, esgoto, ar comprimido e nitrogênio, e a instalação do mobiliário técnico e dos sistemas de gases está programada para o primeiro semestre de 2025.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>O projeto do LMF já passou pelas etapas críticas de design e planejamento, garantindo que o espaço seja adequado para as necessidades dos usuários. O layout foi concluído, contemplando três áreas principais: síntese química, utilização de gases e uma sala para equipamentos de XPS. A atualização do equipamento de XPS, proveniente do antigo síncrotron UVX, está em andamento com a instalação de novos detectores, eletrônica de controle e bombas de vácuo.</p> <p>A instalação de infraestrutura de gases especiais está sendo avaliada, incluindo a reforma externa necessária para os abrigos de cilindros de gases, um fator que pode impactar o cronograma de instalação. Os primeiros equipamentos de laboratório, como balança e banho</p>

ultrassônico, já foram adquiridos, e a aquisição de mobiliário técnico está em andamento para garantir conformidade com as exigências de segurança e resistência química e térmica.

Com o avanço dessas etapas, o laboratório já demonstrou sua importância para a comunidade científica, sendo requisitado para a preparação de amostras destinadas a experimentos nas linhas de luz CARNAÚBA e PAINEIRA. A previsão é que o comissionamento do LMF ocorra em 2025, garantindo que toda a infraestrutura esteja operacional e alinhada às exigências experimentais dos usuários.



Figura 1: Equipamentos instalados no LMF. Capela walk-in e glovebox para uso de gases em altas pressões e manipulação de materiais sensíveis ao ar atmosférico.

4. Projeto e Instalação da Cavidades Supercondutoras

PROJETO	Sirius
ATIVIDADE	Projeto e Instalação da Cavidades Supercondutoras

META	Instalação da Planta Criogênica, Planta de RF e Cavidade Supercondutoras
INDICADOR	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
PRAZO	Dezembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	A planta criogênica do Sirius entrou em operação no início de outubro de 2024, abastecendo as duas cavidades que atingiram o estado de supercondutividade com o hélio líquido, atendendo os pré-requisitos de temperatura e estabilidade de pressão. Após dois meses de operação o conjunto formado por planta criogênica e Cavidades Supercondutoras opera de forma confiável.
EVIDÊNCIAS	<p>No final de março, a planta criogênica foi comissionada e o testes de aceitação concluídos, nos quais os seguintes resultados foram atingidos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O teste de liquefação demonstrou uma vazão de liquefação de 207 l/h por mais de duas horas (especificado: vazão > 183 l/h em modo liquefação por 2 horas) 2. O teste de refrigeração introduziu uma carga térmica de 837,6 W no aquecedor do dewar (especificado: 723 W @ 4,5K) 3. O teste de refrigeração, incluindo o sistema de distribuição, foi realizado com uma carga térmica de 772,0 W. <p>Todas as instalações de Utilidades para operação da Planta Criogênica foram 100% realizadas, inclusive os sistemas de exaustão, monitoramento de O2 e renovação de ar do hall experimental e Sala de Compressores de hélio.</p> <p>A Planta Criogênica entrou em operação em outubro de 2024. As duas cavidades supercondutoras foram resfriadas com hélio líquido e mantem-se em operação. A corrente do anel de armazenamento do Sirius passou de 100 mA para 200 mA, representando um marco importante para a operação da fonte de luz síncrotron.</p>

5. Finalização e Expansão e tratamento do ar comprimido do Sirius

PROJETO	Sírius
ATIVIDADE	Ar comprimido Sirius
META	Finalização e Expansão e tratamento do ar comprimido do Sirius
INDICADOR	Relatório de Instalação ou Parâmetros de Performance do Projeto (TIP)
PRAZO	Novembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	90%
JUSTIFICATIVA	Foi realizada a instalação da tubulação de ar comprimido dentro da sala de compressores, para alimentar os novos equipamentos. Além disso, foi

modificado o sistema de dreno e instalado um novo para os outros compressores.

Todos os equipamentos foram adquiridos e posicionados na sala, estando pendente apenas a infraestrutura mecânica para o segundo secador e a partida técnica dos últimos dois compressores e secador.

O ar comprimido do Sirius se encontra com redundância N+1 de compressores, com um ponto de orvalho suficiente para atender à planta criogênica e outras demandas futuras. Ao final do projeto, teremos 6 compressores e 2 secadores por adsorção em operação no Sirius.

O novo prazo de conclusão dessa instalação precisou ser reprogramado para 30/03/2025 devido ao atraso dos filtros e ao longo lead time dos secadores.

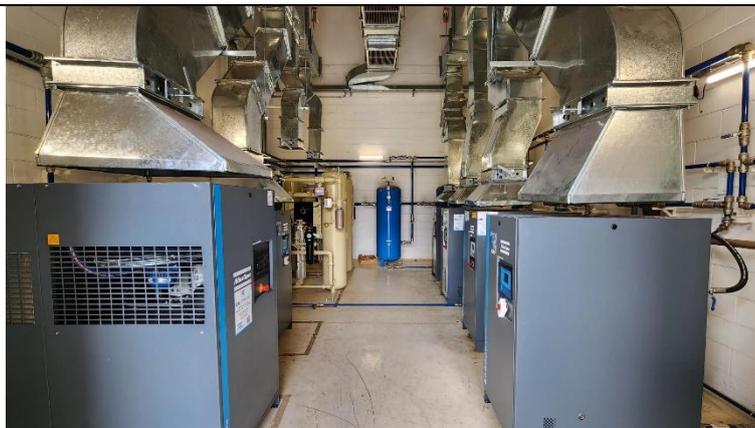
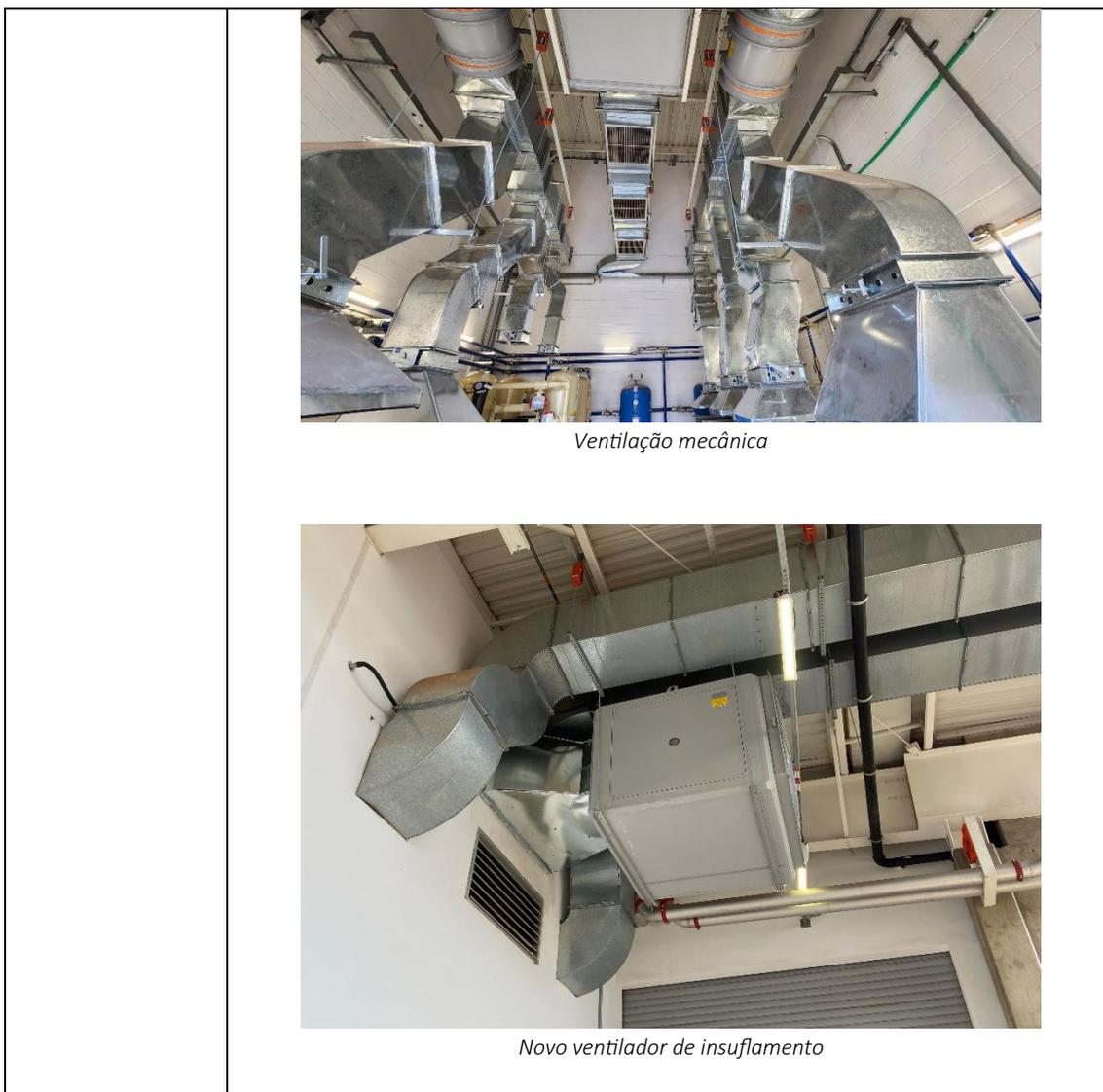


Figura 1 - Sala de ar comprimido

EVIDÊNCIAS



Figura 2 - Secadores por adsorção



6. Implementação Otimização e adequação de ar-condicionado para salas de instrumentação do Sirius

PROJETO	Sirius
ATIVIDADE	Infraestrutura Predial para as Linhas e Aceleradores
META	Implementação Otimização e adequação de ar-condicionado para salas de instrumentação do Sirius
INDICADOR	Relatório de Instalação ou Parâmetros de Performance do Projeto (TIP)
PRAZO	Novembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	10%
JUSTIFICATIVA	O projeto foi finalizado em agosto de 2024, dando início ao processo de concorrência para contratação da instalação. A empresa foi contratada em novembro de 2024, iniciando a revisão do projeto executivo, principalmente, os suportes das infraestruturas de HVAC

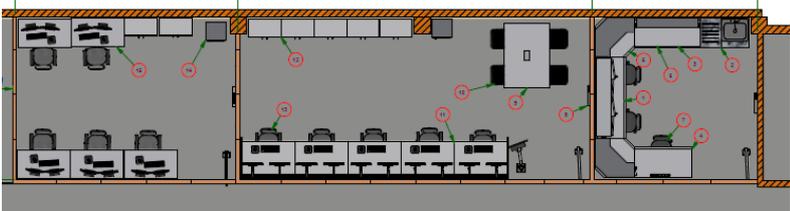
	<p>e Elétrica. Além disso, foi realizado o levantamento e aquisição dos materiais necessários para iniciar a instalação.</p> <p>A mobilização da instaladora foi realizada, a instalação do canteiro de obra foi concluída. Recebemos e armazenamos materiais de elétrica e os equipamentos de climatização. Os demais materiais estão sendo comprados, em sua grande maioria com entregas previstas para começo de 2025. A fabricação dos suportes ocorrerá até janeiro/25, quando iniciam as instalações das infraestruturas de elétrica, automação e climatização. A previsão de conclusão dessa instalação é 30/04/2025.</p>
<p>EVIDÊNCIAS</p>	<div data-bbox="539 562 1286 981" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="746 987 1075 1016" style="text-align: center;"><i>Canteiro de obras finalizado</i></p> <div data-bbox="491 1064 1331 1536" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="683 1543 1139 1572" style="text-align: center;"><i>Recebimento dos fancoletes hidrônicos</i></p>

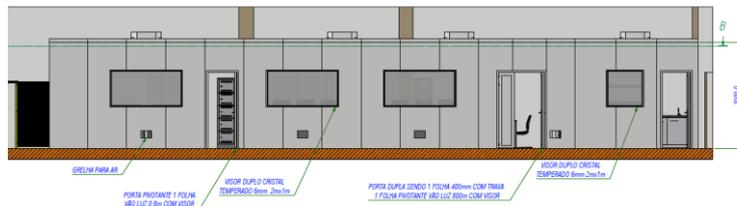
7. Sistema de abastecimento AAB e AD - C6

PROJETO	Sirius
ATIVIDADE	Sistema de abastecimento AAB e AD - C6
META	Projeto Final e Teste de Performance do Sistema de abastecimento AAB e AD - C6
INDICADOR	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
PRAZO	Novembro/2024
TERMO ADITIVO	44º

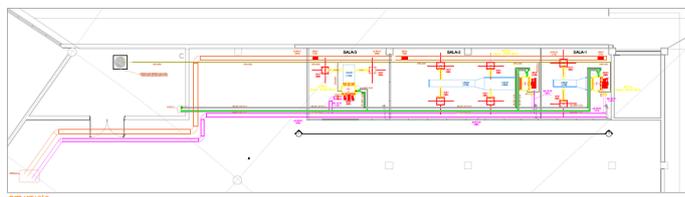
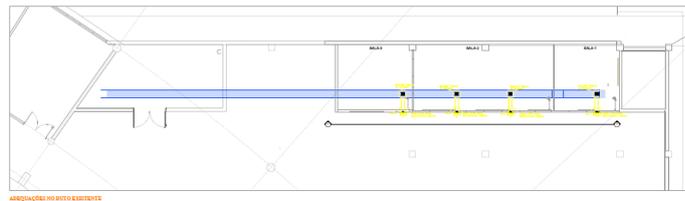
STATUS DA EXECUÇÃO	10%
JUSTIFICATIVA	A meta para a conclusão do TIP foi reprogramada para o primeiro semestre de 2026. Essa alteração no cronograma decorreu da dificuldade em identificar e selecionar fornecedores com experiência em projetos similares, o que resultou em atrasos no processo de concorrência para contratação do projeto executivo. O contrato para o projeto (FDR) foi formalizado em novembro de 2024, com prazo de execução previsto de 6 meses. Dessa forma, o início das instalações (TIP), está previsto para o segundo semestre de 2025, com conclusão prevista para o segundo semestre de 2026.
EVIDÊNCIAS	Não houve desenvolvimentos

8. *Projeto conceitual e executivo Adequações de salas e laboratórios (LCA/LCRIO/ Sábia)*

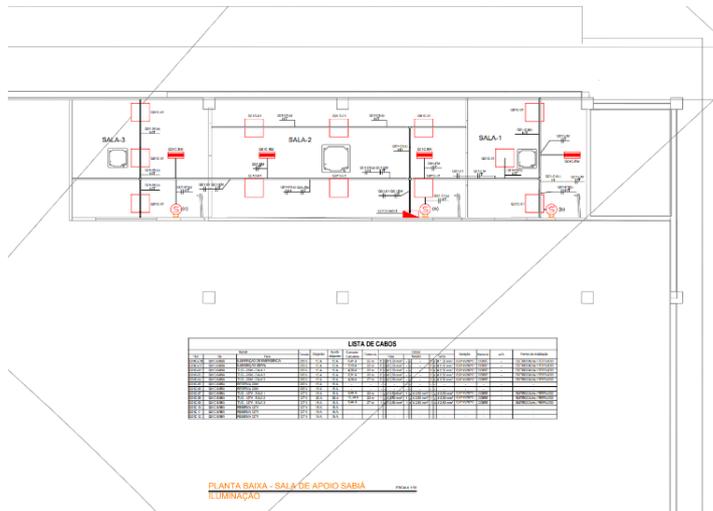
PROJETO	Sirius
ATIVIDADE	Infraestrutura Predial para as Linhas e Aceleradores
META	Projeto conceitual e executivo Adequações de salas e laboratórios (LCA/LCRIO/ Sábia)
INDICADOR	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
PRAZO	Dezembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	66%
JUSTIFICATIVA	Referente a execução das obras da Sala Sabiá, até o momento foram elaborados os projetos executivos e dado andamento no processo de concorrência para a execução das obras. O início desta construção foi postergado para sincronizar com as atividades da parada programada do Sirius, que acontecerá em abril de 2025. Já as salas LCRIO e LCA foram concluídas e entregues em dezembro de 2022. Dessa forma, a execução dos laboratórios de apoio LCRIO e LCA foram 100%, enquanto da sala Sabiá foi 0%, resultando em 66% de conclusão da meta.
EVIDÊNCIAS	<p>Projetos Sala Sabiá</p>  <p>Planta baixa</p>



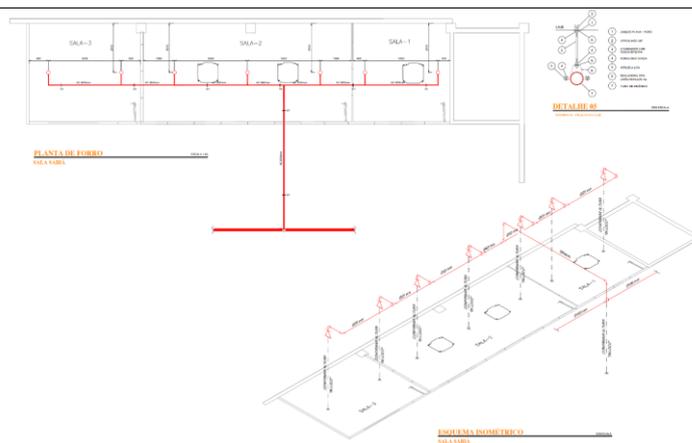
Vista frontal



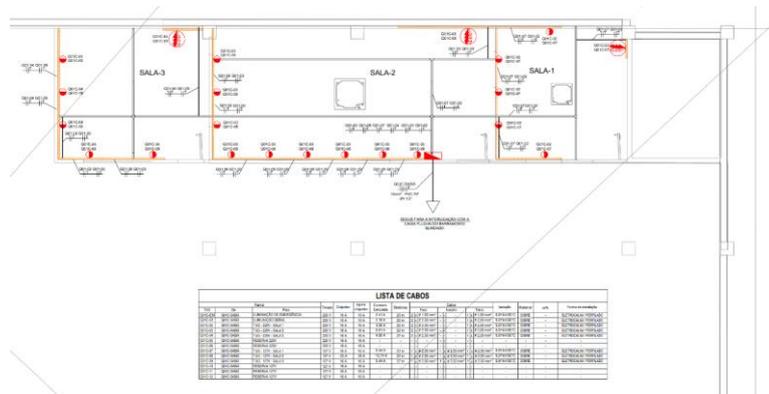
Projeto HVAC



Projeto de Iluminação



Projeto de Rede de Sprinklers



Projeto de tomadas

LCA



LCRIO



9. Infra de instalação para Cavidade Harmônica - Projeto Preliminar

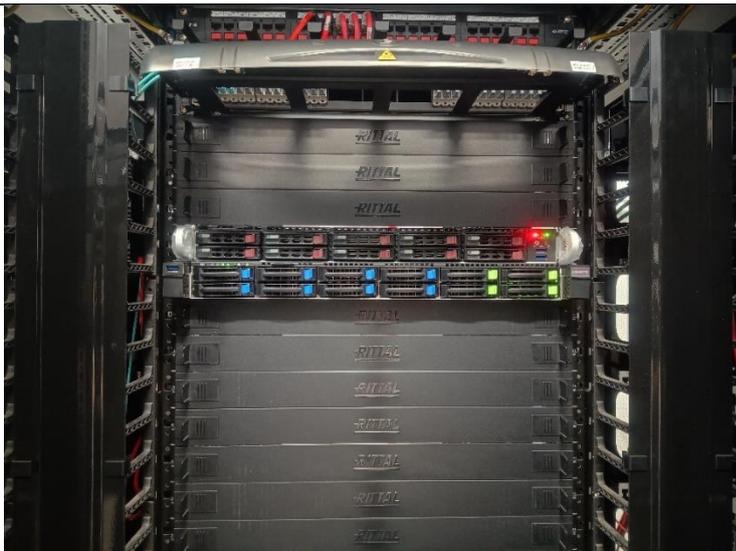
PROJETO	Sirius
ATIVIDADE	Infra de instalação para Cavidade Harmônica
META	Projeto Preliminar
INDICADOR	Relatório de Projeto Preliminar (PDR)
PRAZO	Dezembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	0%
JUSTIFICATIVA	<p>No CNPEM, foram colocadas em operação duas cavidades de RF supercondutoras fornecidas pela RI, integradas a uma planta criogênica fabricada pela Linde, com parte da infraestrutura de interligação fornecida pela White Martins. Trata-se de um projeto complexo e multidisciplinar, cujo comissionamento foi concluído recentemente.</p> <p>Optou-se por postergar a aquisição das cavidades harmônicas, também supercondutoras, para garantir a operação estável da planta criogênica e das cavidades de RF antes de ampliar o sistema. Essa decisão se justifica pelo fato de que, até então, nenhum sistema criogênico baseado na circulação de grandes volumes de hélio líquido havia sido operado no CNPEM, representando um desafio técnico significativo.</p> <p>Além disso, o projeto e fabricação da cavidade 3HC para o Sirius exigiram uma análise criteriosa das opções disponíveis. Inicialmente, houve interesse da empresa RI no desenvolvimento, mas os riscos e custos foram avaliados como muito altos. Diante disso, convergiu-se para uma solução colaborativa com o laboratório SSRF (Shanghai Synchrotron Radiation Facility), estando atualmente em fase de discussão e definição dos parâmetros técnicos do projeto.</p> <p>O atraso de aproximadamente um ano na instalação das cavidades de RF, fornecidas pela RI e atualmente em operação, impactou diretamente a especificação e aquisição das cavidades harmônicas, que se encontram em processo de compra. Inicialmente, previa-se o projeto e a aquisição para o primeiro trimestre de 2024, e a infraestrutura associada para o terceiro</p>

	trimestre do mesmo ano. No entanto, o detalhamento técnico da infraestrutura necessária ainda não foi finalizado, pois depende de informações do fabricante.
--	--

Datacenter Tepui

10. Aquisição, Instalação e Comissionamento técnico

PROJETO	Datacenter Tepui
ATIVIDADE	Aquisição e Instalação
META	Aquisição, Instalação e Comissionamento técnico
INDICADOR	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
PRAZO	Setembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	50%
JUSTIFICATIVA	O projeto está em andamento. Desde a conclusão do FDR em julho de 2024, foram realizados avanços importantes, como a aquisição e entrega de um novo servidor gráfico de alto desempenho. Além disso, já foi iniciado o processo de aquisição de 12 novos servidores gráficos e três nós computacionais para controle de experimentos. Também foi concluída a expansão da infraestrutura elétrica e está em andamento a instalação da rede necessária para os novos equipamentos. A especificação técnica para a aquisição de um novo sistema de armazenamento está em fase final de elaboração. No entanto, o projeto enfrenta desafios relacionados à alta demanda do mercado por GPUs, o que tem impactado os prazos de entrega dos equipamentos.
EVIDÊNCIAS	Até o momento, o projeto avançou significativamente, com a implementação de diversas etapas essenciais para a ampliação do data center. A instalação elétrica dos novos racks foi concluída em outubro de 2024, e um novo servidor gráfico GIGABYTE R143-EG2-AAC2 foi entregue e disponibilizado para testes desde dezembro do mesmo ano. A aquisição de uma lâmina de 36 portas de 100 Gbps para o switch core do Sirius, juntamente com transceivers ópticos de 100 Gbps e 10 Gbps, também já foi realizada, com parte dos materiais entregue em setembro de 2024. Além disso, os processos para aquisição de 12 novos servidores gráficos e três nós computacionais estão em andamento, com previsão de finalização até fevereiro de 2025.



Novo servidor para aplicações gráficas, atualmente empregado em testes e validação



Ativação elétrica de mais três racks no data center do Sirius, realizada em outubro/2024

Engenharia de Subsistemas e Aceleradores

11. Elaboração de projeto conceitual e especificação técnica

PROJETO	Engenharia de Subsistemas e Aceleradores
ATIVIDADE	Upgrade do Sistema de Deposição NEG
META	Elaboração de projeto conceitual e especificação técnica
INDICADOR	Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Dezembro/2024

TERMO ADITIVO	46º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>O projeto de upgrade do sistema de deposição NEG visa otimizar a capacidade de aplicação de filmes NEG para câmaras UHV, incluindo as de seção transversal reduzida, essenciais para experimentos avançados em aceleradores de partículas. As melhorias propostas permitirão a deposição em câmaras de até 4,6 metros e gaps menores, atendendo às necessidades do Sirius e outros projetos futuros. Entre as atualizações, destacam-se o aumento do campo magnético para 800 Gauss, novos sistemas de automação e controle, além de uma infraestrutura para operações mais seguras e eficazes. O plano de implementação prevê a entrega do projeto detalhado dos subsistemas até julho, e em sequência a montagem e integração dos subsistemas, a serem entregues até o fim de 2025.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>O projeto de upgrade do sistema de deposição NEG visa atender os requisitos de deposição em câmaras de vácuo de até 4,6 metros de comprimento e diâmetros reduzidos, garantindo alta eficiência, confiabilidade e segurança operacional. O sistema será composto por soluções otimizadas em magnetismo, fontes de corrente, automação, software e infraestrutura mecânica, com novos equipamentos e adaptações nas instalações do prédio Imãs II. Cada subsistema será detalhado nas subseções a seguir, com análises abordando as especificidades técnicas e análises preliminares realizadas pelas equipes DAT.</p> <p>O Sistema Magnético considerou algumas das mesmas dimensões das bobinas atuais, como diâmetro da bobina, tamanho do fio e número de espiras por módulo. Materiais não-ferromagnéticos estão sendo considerados para demais componentes do ímã, como flanges, carretéis e estruturas para sustentação. Para uma distribuição de 100 espiras por módulo na primeira camada e uma corrente elétrica de 650 A, é possível atingir um campo magnético de 800 Gauss com uma boa homogeneidade ao longo de uma região de aproximadamente 5,8 m. O ímã utiliza-se de fios de cobre com refrigeração interna.</p> <p>O Sistema de Fontes é atualmente atendido por uma fonte constituída de 4 módulos de modelo FAP associados em paralelo, que permitem atingir uma capacidade de até 750 A de corrente de saída. Duas alternativas podem ser realizadas para atender os requisitos do projeto: utilizar uma fonte comercial ou buscar alternativas disponíveis no acervo da DAT. A aquisição de fontes comerciais pode ser a melhor solução, mas também pode romper com a premissa de desenvolver soluções que reduzam a dependência de equipamentos importados.</p> <p>O Sistema Mecânico e Infraestrutura será desenvolvido para atender uma nova exigência de deposição em câmaras de até 4,5 metros. As novas bobinas e sua estrutura serão reprojatadas visando atender a necessidade de deposição em câmaras maiores. O novo local em que será instalado o sistema de deposição NEG necessitará de um poço de maior profundidade. Além disso, será instalado um sistema hidráulico para a refrigeração das bobinas.</p>

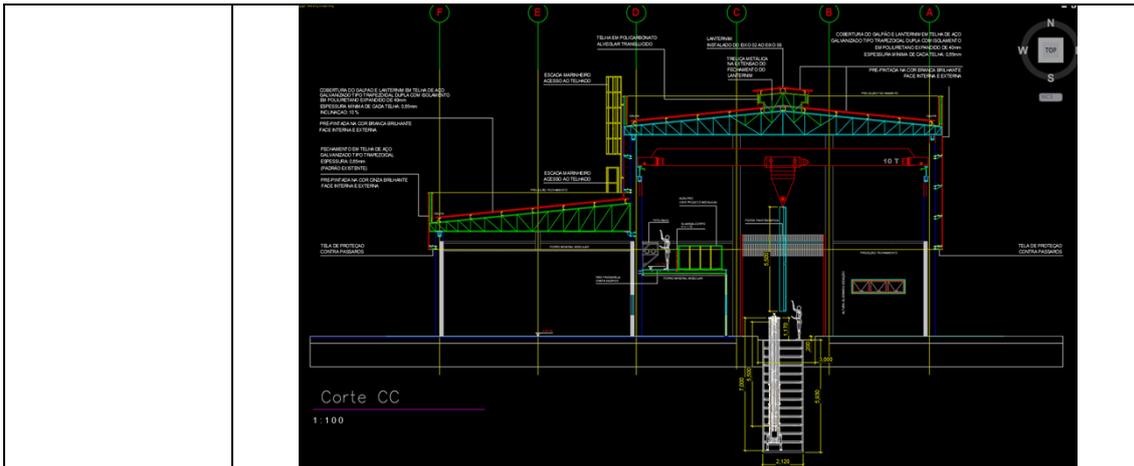


Figura 2: Projeto conceitual esquemático em AutoCAD do novo fosso e bobina no prédio do Imãs II.

O Sistema de Controle compreende hardware e software que permite a operação automatizada do sistema, incluindo monitoramento das variáveis de processo, envio de comandos e malhas fechadas para controle automático. O sistema de automação proposto visa garantir a robustez e a precisão do processo de deposição de filme NEG. Centralizando o controle no PLC, garantimos alta disponibilidade e robustez.



Figura 3 – Diagrama básico com componentes e conectores do sistema de software

O Sistema de Vácuo deste projeto reaproveitará componentes em bom estado e de menor criticidade. As melhorias previstas incluem a substituição das bombas existentes por uma turbomolecular de 300 L/s e uma bomba mecânica primária. Além disso, bombas, sensores e válvulas serão integrados ao subsistema com possibilidade de controle por software.

A Análise de Viabilidade assegura que o novo sistema de deposição NEG será desenvolvido com base no sistema atual, incorporando melhorias para atender aos requisitos técnicos estabelecidos. A viabilidade técnica é assegurada pelo domínio do grupo de vácuo sobre o processo. Do ponto de vista econômico, o projeto será dividido entre o desenvolvimento in-house e a aquisição de equipamentos e serviços externos. A implementação bem-sucedida depende da coordenação eficiente entre as etapas de desenvolvimento, a compra de componentes e a infraestrutura.

12. Elaboração de projeto conceitual e especificação técnica

PROJETO	Engenharia de Subsistemas e Aceleradores
ATIVIDADE	Desenvolvimento de uma nova fonte corretora de alto desempenho
META	Elaboração de projeto conceitual e especificação
INDICADOR	Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Dezembro/24
TERMO ADITIVO	46º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>Atualmente no Sirius ocorrem perturbações no feixe de elétrons do anel de armazenamento devido aos pulsos no Septum. Para corrigir essa influência do Septum foi montado um sistema de correção tipo Feedforward, onde estão sendo utilizadas duas bobinas de correção rápida e fontes de corrente de mesmo modelo das fontes corretoras do SOFB (Slow Orbit Feedback).</p> <p>A implementação gerou bons resultados, mas existem alguns problemas com relação a fonte que está sendo utilizada atualmente. Primeiro que os pulsos de correção são bem rápidos, da ordem de microssegundos, e as fontes do SOFB não tem uma banda muito alta. Outra questão é um problema de jitter que é intrínseco a forma como a fonte foi implementada.</p> <p>A proposta desse projeto é de projetar uma fonte de corrente rápida que consiga atender melhor as especificações dessa implementação. O desenvolvimento desse projeto pode ser subdividido basicamente em duas partes, o conversor de potência e o controlador.</p> <p>Para o conversor de potência, a proposta é utilizar uma topologia do tipo full-bridge, similar a solução adotada nas corretoras do SOFB, porém utilizando transistores de wide-bandgap, que permitem um chaveamento bem mais rápido do que transistores de silício convencionais.</p> <p>Essa nova tecnologia de semicondutores traz os benefícios de permitir aumentar a banda do conversor e aumentar a densidade volumétrica de potência, porém traz também alguns desafios, por exemplo de garantir uma baixa emissão eletromagnética e de que o conversor não tenha alta fuga de correntes parasitas.</p> <p>Para o controlador a proposta é utilizar uma solução com FPGA, que permite o controle de 4 conversores. Estamos prevendo que esse novo controlador tenha as mesmas funcionalidades que os controladores das fontes do SOFB, permitindo que seja possível fazer a substituição no futuro caso seja vantajoso.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>Durante a operação do Sirius é necessário fazer constantemente a injeção de elétrons no Anel de Armazenamento, para isso um dispositivo chamado Septa precisa ser acionado, o que é feito através de um pulso de alta corrente. Esse pulso, por sua vez, acaba gerando interferências no feixe já armazenado, o que pode gerar uma má qualidade do feixe de luz.</p> <p>Para resolver esse problema foi implementado um sistema de controle do tipo feedforward, onde uma fonte de corrente alimenta uma bobina corretora e aplica uma corrente que é suficiente para anular essa perturbação. O formato dessa corrente é o de um pulso de centenas de microssegundos de duração e aproximadamente 100 mA de pico. Ao todo 4 ímãs de corretoras são</p>

utilizados, por isso existem quatro fontes, cada uma com seu pulso de corrente, assim como é mostrado na Figura 1.

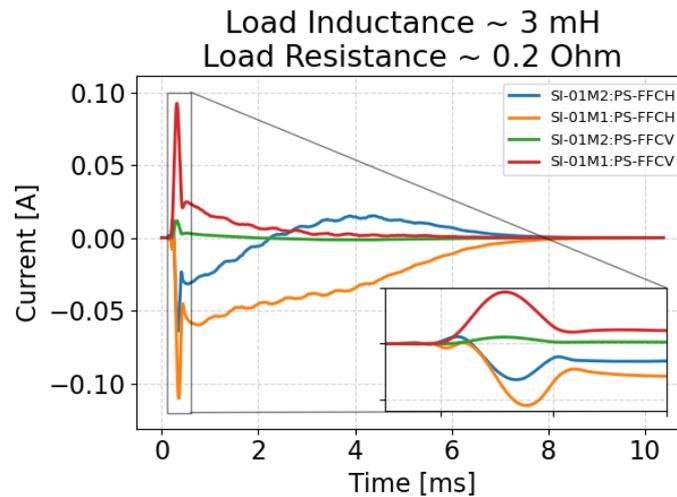
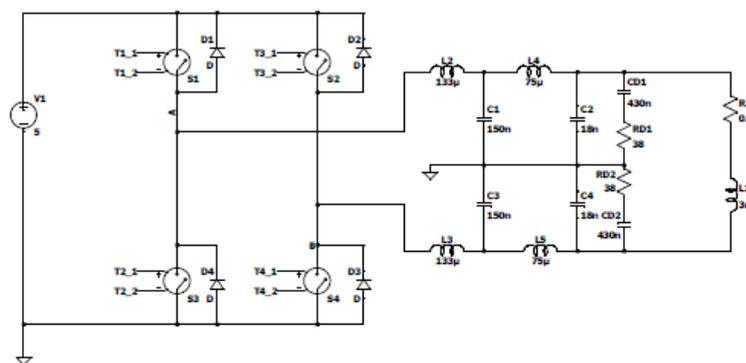


Figura 1- Formas de corrente aplicadas nas bobinas corretoras

As fontes utilizadas atualmente são fontes de corrente de mesmo modelo das utilizadas nas corretoras do SOFB (Slow Orbit Feedback). Essas fontes são lentas, ou seja, não tem uma banda muito alta, por isso existe um problema na execução desses pulsos de corrente tão rápidos, sendo necessário enviar uma referência distorcida para que a fonte se aproxime do que é necessário. Outro problema é que essas fontes apresentam um problema de Jitter na repetição da frequência de injeção (2 Hz).

Considerando esses problemas, esse projeto visa o desenvolvimento de uma fonte de baixa potência e alta banda que permita substituir as fontes atuais que estão sendo utilizadas nessa aplicação.

Tendo como base a topologia das fontes do SOFB, chamadas FBP (Fontes de Baixa Potência), a proposta é a manutenção da topologia de conversor de quatro quadrantes, do tipo ponte H. Para melhorar a atenuação de modo alcançar valores de variação da ordem de dezenas de ppm na corrente, será utilizado um filtro de quarta ordem com amortecimento RC conforme descrito em [8]. O circuito resultante pode ser observado na Figura 2, considerando em um primeiro momento chaves ideais. Para melhor performance da operação, a ponte H será acionada de modo unipolar, garantindo melhor utilização das chaves, aumentando a frequência de saída e consequentemente diminuindo o ripple.



	<p style="text-align: center;"><i>Figura 2 - Topologia eletrônica da fonte FBP proposta.</i></p> <p>As formas de onda das quatro corretoras do Septum foram devidamente escalonadas e inseridas como sinal de referência no modulador PWM (v_signals). O sinal de saída em verde (V(N003, N009)) nas Figuras 5 a 8 seguem o sinal de referência conforme esperado. A fonte de tensão DC de entrada foi colocada como 5V para este teste.</p> <p>Com as simulações iniciais foi possível verificar que a proposta de topologia é adequada para operação como fonte de corretora rápida. As simulações foram feitas com componentes ideais, mas a proposta real é de utilizar chaves de Nitreto de Gálio (GaN), que consegue operar em altas frequências de chaveamento em potências mais baixas.</p>
--	---

13. Projeto Executivo/Final e Prototipagens

PROJETO	Engenharia de Subsistemas e Aceleradores
ATIVIDADE	Implantação de XPS para caracterização de filmes NEG e superfícies para UHV
META	Projeto Executivo/Final e Prototipagens
INDICADOR	Desenvolvimento Experimental/Projeto Executivo (FDR)
PRAZO	Novembro/2024
TERMO ADITIVO	46º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>O indicador está relacionado a um estudo sobre a necessidade de condições de Ultra Alto Vácuo (UHV) em aceleradores síncrotron, como o Sirius, para garantir a vida útil do feixe e minimizar o espalhamento dos elétrons. Para alcançar as pressões de vácuo exigentes, é utilizado o revestimento NEG nas câmaras de vácuo, composto por Titânio, Zircônio e Vanádio. Ademais, análises XPS são realizadas para avaliar a composição química e a eficiência de ativação do NEG, sendo essenciais para o controle de qualidade. Atualmente, a DAT utiliza um XPS modelo PHI 5600, adquirido na década de 1990, que apresenta problemas técnicos devido à sua idade, exigindo manutenções paliativas.</p> <p>Desta forma, o indicador procurou analisar esta necessidade e propor uma atualização e implantação de XPS para caracterização de filmes NEG e superfícies para UHV.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>Condições de Ultra Alto Vácuo (UHV) são necessárias em aceleradores síncrotron para obter a vida útil desejada do feixe e para minimizar o espalhamento dos elétrons e o nível de bremsstrahlung de gás. Especificamente no caso do Sirius, em condições de operação (corrente operacional nominal de 350 mA), espera-se que a pressão dinâmica média seja em torno de 1.10^{-9} mbar.</p> <p>Para alcançar essas pressões de vácuo exigentes, é obrigatório o revestimento NEG nas câmaras de vácuo do Sirius. Este consiste em um filme metálico formado pelos elementos Titânio, Zircônio e Vanádio.</p> <p>Como parte do controle de qualidade dos processos de deposição do revestimento NEG, são realizadas análises XPS para avaliar a composição química na superfície das amostras, bem como para verificar a eficiência de</p>

ativação do NEG. Os resultados obtidos nas amostras são usados para a aprovação da deposição NEG das câmaras de vácuo que serão instaladas e constituem uma etapa essencial no controle de qualidade da fabricação das câmaras.

Atualmente, o grupo de Vácuo, Pressão e Criogenia da Diretoria Adjunta de Tecnologia utiliza um XPS modelo PHI 5600, adquirido no início da década de 1990. Por ser um equipamento antigo, ele não conta mais com suporte técnico ou peças de reposição. Além disso, sua parte eletrônica e de controle já apresentou diversos problemas, exigindo manutenções com soluções paliativas e subótimas para mantê-lo em funcionamento.

Foram identificados alguns parâmetros necessários para o equipamento:

Tabela 1 – Especificação do XPS

Especificação	Requerimento
Resolução em Energia	< 0.5 eV (FWHM) medida no pico de Ag 3d _{5/2}
Sistema de Vácuo	Pressão de fundo inferior a 5x10 ⁻¹⁰ mbar na câmara de análise
Câmara de entrada de amostra	Obter 5x10 ⁻⁸ mbar dentro de 30 minutos
Manipulação da amostra	Inserção de amostra suave e com estabilidade
Fonte de Raios X	Anodo dual (e.g., Mg/Al)
Sistema de refrigeração	Sistema de refrigeração fechado com estabilidade de longo prazo
Fluxo de Fótons	8x10 ¹⁰ photons/s (Mg K α , 300 W, working distance 20 mm)
Interface com o computador	Controle de bombas, sensors e válvulas

Foram levantados, ainda, os itens para a operação do equipamento:

Pacote de Analisador de Energia: para XPS, UPS, AES, SAM, ISS e LEIS. Inclui um analisador hemisférico, detector com alta confiabilidade a longo prazo e baixo custo de manutenção, unidade de controle do espectrômetro, software de aquisição de dados e processamento de dados.

Pacote de Software de Automação: permite o controle remoto de todos os componentes montados no sistema. Tarefas de medição rotineiras e seqüências experimentais avançadas podem ser planejadas e realizadas automaticamente.

Fonte de Raios X para Aplicações em UHV: A fonte de raios X de alto desempenho XR 50 permite medições de XPS em ultra-alto vácuo. Devido ao uso de ânodos duplos, é possível alternar entre duas energias incidentes diferentes sem a necessidade de ventilar o sistema.

Sistema de Refrigeração a Água de Ciclo Fechado: Solução de refrigeração para fontes de luz e evaporação e componentes de vácuo padrão. Adequado para grandes sistemas UHV com vários dispositivos

Manipulador de Amostras XYZP: Manipulador de amostras UHV com 4 eixos, refrigeração a LN₂ e aquecimento por feixe eletrônico, incluindo motorização para todos os eixos.

	<p>Barra de Transferência de Amostras: Movimento linear para transferência de amostras entre o bastão de transferência e a bancada de amostras.</p> <p>Equipamentos de Vácuo para Montagem e Operação do XPS: Equipamentos de vácuo necessários (bombas, medidores, válvulas, janelas de visualização, flanges) para a operação do equipamento XPS.</p> <p>Ponteiro a Laser para Alinhamento de Amostras</p> <p>Câmera de Observação: Câmera digital de alta resolução para visualização do posicionamento da amostra.</p> <p>Instalação, Início e Treinamento: Instalação, início e treinamento fornecidos por especialistas para apresentar as funcionalidades do XPS ao Grupo de Vácuo do CNPEM.</p>
--	--

Linha de Diagnóstico Carcara-V

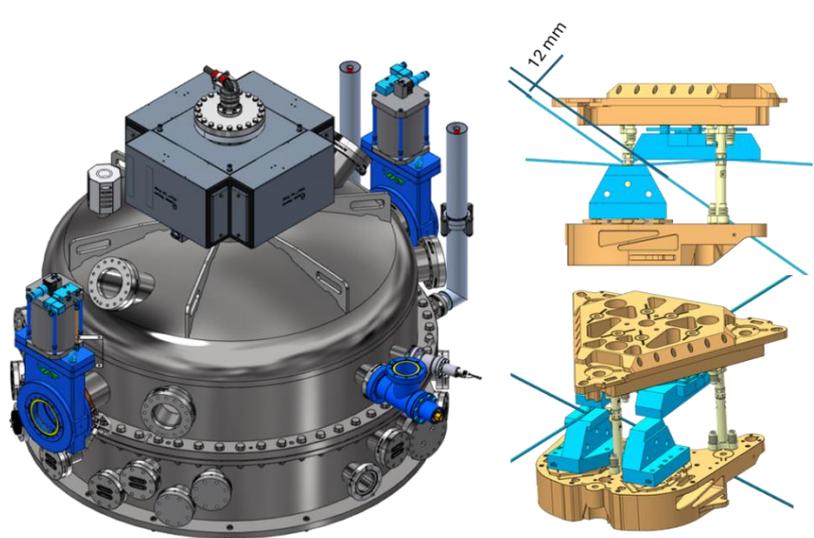
14. Projeto Conceitual e Preliminar

PROJETO	Linha de Diagnóstico Carcara-V
ATIVIDADE	Projeto Preliminar da linha de luz
META	Projeto Conceitual e Preliminar
INDICADOR	Relatório de Projeto Preliminar (PDR)
PRAZO	Dezembro/24
TERMO ADITIVO	46º
STATUS DA EXECUÇÃO	0%
JUSTIFICATIVA	Essa entrega foi postergada em função de outras prioridades dos projetos da Fase 2 do Sirius e Orion.
EVIDÊNCIAS	Essa entrega foi postergada em função de outras prioridades dos projetos da Fase 2 do Sirius e Orion.

Linha de Luz Ariranha

15. Projeto Final

PROJETO	Linha de luz ARIRANHA
ATIVIDADE	Projeto de componentes ópticos
META	Projeto Final
INDICADOR	Relatório de Desenvolvimento Experimental/Projeto Executivo (FDR)
PRAZO	Dezembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	50%
JUSTIFICATIVA	O desenvolvimento do projeto dos componentes ópticos da linha ARIRANHA está em andamento. A especificação dos elementos ópticos foi detalhada, garantindo a viabilidade técnica e operacional da linha. Foram conduzidos estudos para definir as características dos espelhos, monocromadores e demais elementos ópticos, assegurando sua compatibilidade com os parâmetros técnicos exigidos. A modelagem e

	<p>simulações ópticas continuam em progresso para validar a eficiência dos componentes antes das próximas fases de aquisição e implementação.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>O projeto conceitual e técnico dos componentes ópticos está em fase de desenvolvimento, com análises detalhadas de desempenho e compatibilidade em andamento. As simulações ópticas preliminares indicam a eficiência esperada dos espelhos e monocromadores, assegurando a qualidade do feixe de luz para a linha ARIRANHA. Além disso, relatórios de especificação técnica estão sendo elaborados, estabelecendo os parâmetros necessários para a futura aquisição dos componentes. As próximas etapas incluem ajustes no design óptico e novos testes de validação para garantir a adequação total ao projeto da linha de luz ARIRANHA.</p>  <p>Figura 2: Renderização técnica do monocromador de duplo cristal (HD-DCM) da linha Ariranha.</p>

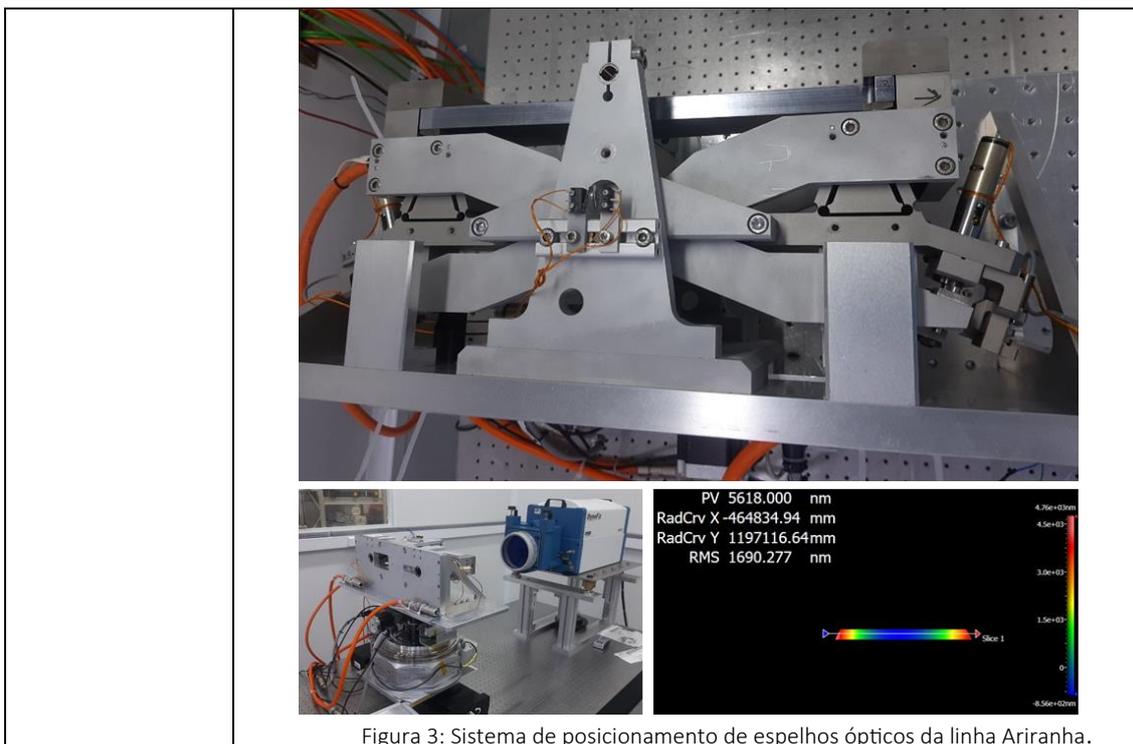


Figura 3: Sistema de posicionamento de espelhos ópticos da linha Ariranha.

Linha de Luz Ema

16. Projeto Conceitual e Preliminar

PROJETO	Linha de Luz Ema
ATIVIDADE	Projeto Preliminar da linha de luz
META	Projeto Conceitual e Preliminar
INDICADOR	Relatório de Projeto Preliminar (PDR)
PRAZO	Outubro/2024
TERMO ADITIVO	46º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	Foram concluídos o levantamento de requisitos técnicos e estruturais, a definição do layout e a especificação da infraestrutura básica da EMA Nano. O projeto preliminar de infraestrutura foi finalizado, assim como a contratação dos serviços de detalhamento das cabanas metálicas. A fabricação e instalação dependem da disponibilidade de recursos para os sistemas experimentais.
EVIDÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> Finalização do levantamento de requisitos e definição do layout da EMA Nano, incluindo Nano Hutch, Shock Hutch, laboratório de suporte e áreas auxiliares. Conclusão do projeto preliminar e contratação dos serviços de detalhamento das cabanas metálicas, com entrega prevista para março de 2025. Definição dos parâmetros de otimização da posição dos espelhos KB e seus componentes ópticos, considerando restrições de espaço e desempenho experimental.

- Estudos de alocação de equipamentos e fluxos de trabalho para otimizar a ergonomia e eficiência da estação experimental.

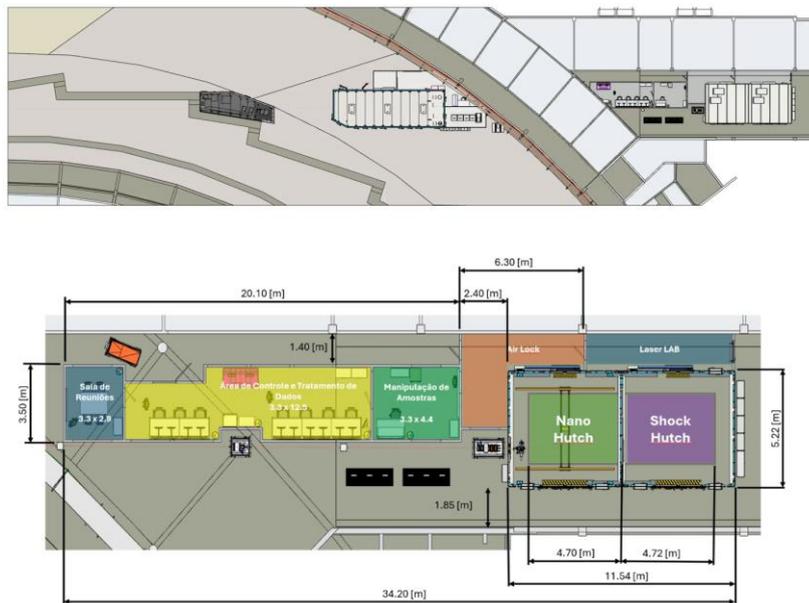


Figura 4: Esquema detalhado da disposição interna da estação experimental EMA Nano.

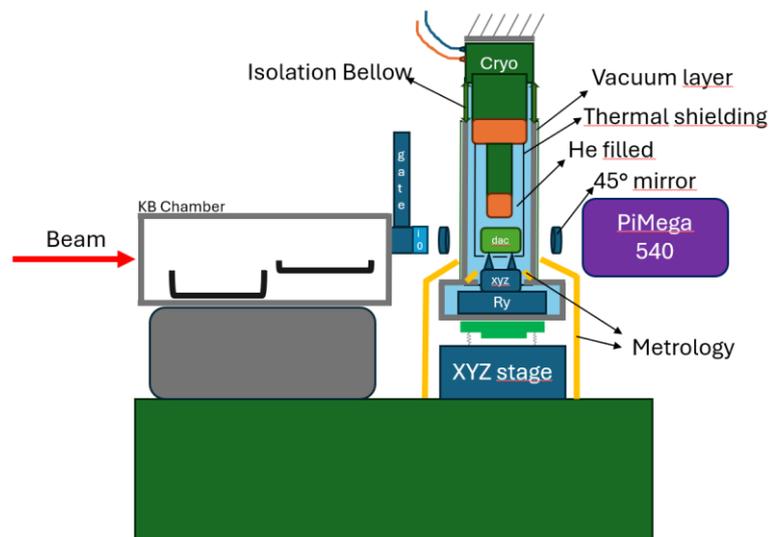


Figura 5: Esquema conceitual do sistema experimental da Nano Hutch

17. Instalação do ondulador tipo delta para obtenção de raios-X de alto brilho, espectro e polarização de acordo com a especificação da linha de luz

PROJETO	Linha de Luz Ema
ATIVIDADE	Ondulador definitivo
META	Instalação do ondulador tipo delta para obtenção de raios-X de alto brilho, espectro e polarização de acordo com a especificação da linha de luz
INDICADOR	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
PRAZO	Outubro/2024
TERMO ADITIVO	44º

STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>A instalação do ondulador definitivo IVU18 na linha EMA foi concluída com sucesso. O dispositivo foi instalado na seção reta do setor 08 do anel de armazenamento do Sirius, substituindo o ondulador temporário APU22. A operação do IVU18 foi validada por meio da verificação de performance magnética, estabilidade do gap, pressão de vácuo e integração ao sistema de controle remoto via EPICS. Todos os parâmetros críticos foram atendidos, garantindo a conformidade com as especificações de projeto e a liberação para uso na linha EMA.</p>
EVIDÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • O ondulador IVU18-2 foi entregue e instalado conforme cronograma, com todas as etapas de testes concluídas com êxito. • Alinhamento fino realizado utilizando laser tracker, garantindo precisão na instalação. • Infraestrutura elétrica, de controle e hidráulica configurada e testada, incluindo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Instalação das bobinas corretoras; ○ Integração com o sistema de intertravamento de segurança. • Procedimento de baking realizado por 11 dias, atingindo pressão final de 4×10^{-10} mbar, abaixo do limite especificado de 1×10^{-9} mbar. • Testes de movimentação do gap concluídos, demonstrando estabilidade dentro do limite de 500 nm pico-a-pico. • Performance magnética validada com: <ul style="list-style-type: none"> ○ Parâmetro $K > 2.1$ para um gap mínimo de 4.4 mm; ○ Conformidade com especificações de erro de fase e integrais de campo. • Interface de controle implementada via EPICS, permitindo operação remota segura do ondulador. • Testes de caracterização concluídos com feixe de elétrons em alta corrente, assegurando estabilidade operacional. • Ondulador IVU18-2 liberado para uso na linha EMA, atendendo integralmente aos requisitos do projeto.

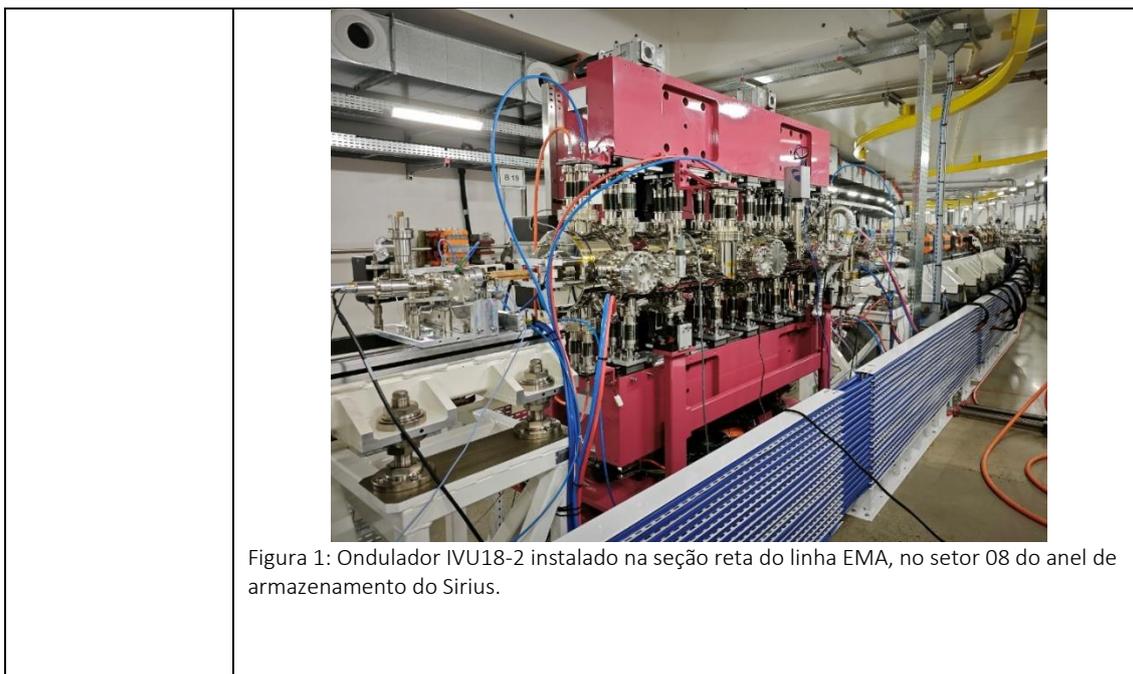


Figura 1: Ondulador IVU18-2 instalado na seção reta da linha EMA, no setor 08 do anel de armazenamento do Sirius.

Linha de Luz Jatobá

18. Projeto, aquisição e instalação de cabanas e utilidades para equipamentos de ótica e experimental da linha de luz

PROJETO	Linha de luz JATOBA
ATIVIDADE	Cabanas e utilidades
META	Projeto, aquisição e instalação de cabanas e utilidades para equipamentos de ótica e experimental da linha de luz
INDICADOR	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
PRAZO	Julho/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	80%
JUSTIFICATIVA	<p>O projeto de infraestrutura e construção da linha de luz JATOBÁ avançou significativamente, com a finalização do planejamento estrutural e da especificação dos sistemas essenciais. A linha JATOBÁ está sendo desenvolvida para atender a estudos de espectroscopia avançada, necessitando de uma infraestrutura robusta e compatível com as exigências do Sirius.</p> <p>Os trabalhos de engenharia estrutural foram concluídos, e a instalação dos componentes principais da infraestrutura está em andamento. A implementação dos sistemas de vácuo, alimentação elétrica e redes de dados segue dentro do cronograma previsto. Testes de integração entre a infraestrutura e os equipamentos científicos já foram iniciados, garantindo que os parâmetros técnicos sejam atendidos.</p>

O planejamento estrutural e as especificações técnicas da linha JATOBÁ foram concluídos, permitindo o início da instalação dos sistemas de vácuo, alimentação elétrica e redes de dados. A estrutura de suporte para os equipamentos ópticos e mecânicos foi implementada, garantindo a estabilidade necessária para os experimentos. Além disso, foram realizados testes preliminares de integração entre a infraestrutura e os equipamentos científicos, assegurando a compatibilidade dos sistemas com os requisitos operacionais do Sirius. O planejamento da fase final de ajustes e otimização já foi estabelecido, prevendo a entrada em operação da linha JATOBÁ conforme o cronograma estipulado.

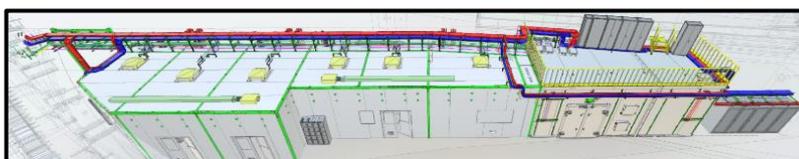


Figura 6: Projeto de infraestrutura da linha JATOBÁ

EVIDÊNCIAS



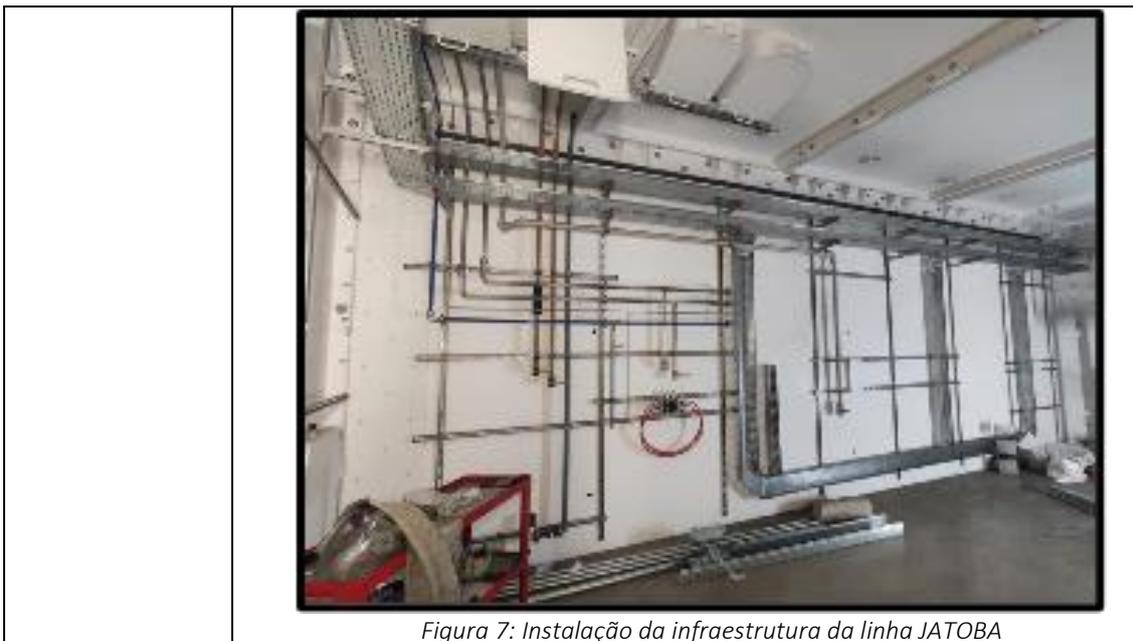


Figura 7: Instalação da infraestrutura da linha JATOBA

Linha de Luz Paineira

19. Instalação do ondulador tipo delta para obtenção de raios-X de alto brilho, espectro e polarização de acordo com a especificação da linha de luz

PROJETO	Linha de Luz Paineira
ATIVIDADE	Ondulador definitivo
META	Instalação do ondulador tipo delta para obtenção de raios-X de alto brilho, espectro e polarização de acordo com a especificação da linha de luz
INDICADOR	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
PRAZO	Outubro/2024
TERMO ADITIVO	44 º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	A instalação do ondulador definitivo IVU18 na linha PAINEIRA foi concluída com sucesso. O dispositivo foi instalado na seção reta do setor 14 do anel de armazenamento do Sirius, substituindo um wiggler temporário. A operação do IVU18 foi validada, incluindo a verificação de performance magnética, pressão de vácuo e estabilidade do gap, garantindo conformidade com os parâmetros de projeto.
EVIDÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • O ondulador IVU18-1 foi entregue e instalado na linha PAINEIRA. • Alinhamento fino realizado com laser tracker. • Infraestrutura elétrica, de rede e controle configuradas. • Conexão ao sistema de vácuo realizada e baking do ondulador concluído com pressão final de 3.5×10^{-10} mbar. • Testes de movimentação do gap (4 mm a 24 mm) executados com sucesso. • Validação de controle via EPICS implementada. • Performance magnética validada com $K > 2.1$ e conformidade com requisitos de erro de fase e integrais de campo.

- Ondulador operacional e liberado para uso na linha PAINEIRA.



Linha de Luz Sapê

20. Projeto, aquisição e instalação de equipamentos experimentais para início do comissionamento técnico

PROJETO	Linha de luz SAPÊ
ATIVIDADE	Estação Experimental
META	Projeto, aquisição e instalação de equipamentos experimentais para início do comissionamento técnico
INDICADOR	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
PRAZO	Setembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	60%
JUSTIFICATIVA	<p>Nesse documento será reportado as atividades desempenhadas para instalação da estação experimental da linha SAPÊ. Todas as atividades envolvem compra de itens, montagem e comissionamento dos sistemas instalados. As atividades realizadas estão listadas abaixo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • compra dos componentes para estação experimental • projeto, especificação e compra de componentes e equipamentos para a câmara de preparação de amostras • compra e instalação de componentes que compõem as câmaras de vácuo que compõe o sistema de suporte da estação experimental. • especificação e compra de componentes e equipamentos está praticamente finalizada com porcentagem de conclusão de 95%. • Estudo do criostato da câmara principal para melhorias e comissionamento em andamento • Desmontagem do manipulador de amostras da câmara principal para melhorias e modificações

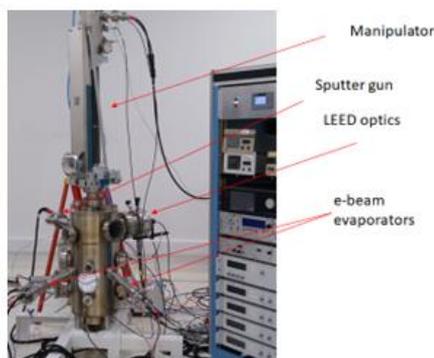
	<ul style="list-style-type: none">• compra e montagem de alguns itens de vácuo na câmara de preparação• Especificação, compra e montagem da maioria dos equipamentos científicos da câmara de preparação• Comissionamento de vácuo da câmara de preparação realizado com sucesso• Manipulador PREVAC desmontado para testes e melhorias no sistema de aquecimento do manipulador da câmara de preparação• Montagem dos suportes das câmaras na estação experimental• Houve alguns atrasos devido à imprevistos e readequação de planos e projetos.• A montagem da estação experimental na cabana experimental será realizada após o comissionamento da ótica da linha de luz devido à necessidade de montagem de um “set up” exclusivo.• Previsão de montagem da estação experimental é final do primeiro semestre de 2025, com porcentagem de conclusão de 60%.
--	---

EVIDÊNCIAS



Figura 1 – Manipulador “Carving” da câmara principal da estação experimental retirado para manutenção, melhorias e comissionamento.

a)



b)



Figura 2 – a) Câmara de preparação da estação experimental da linha SAPÉ com vários dos seus equipamentos já instalados; b) câmara de preparação em “baking” para comissionamento de vácuo

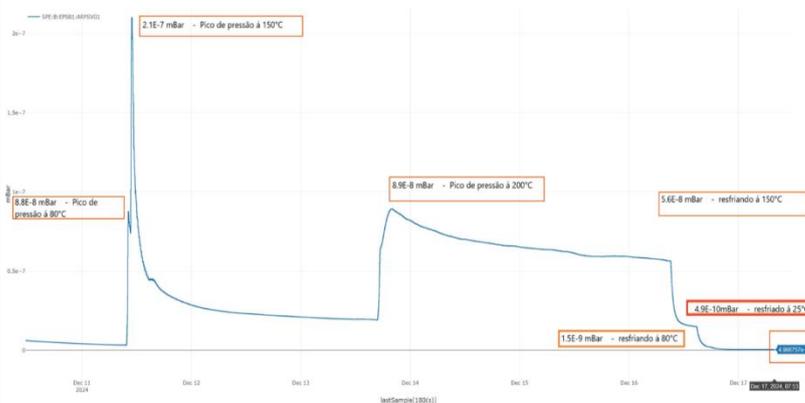


Figura 3 mostra a pressão dentro da câmara de preparação em função do tempo durante o processo de “baking”. A pressão final da câmara já resfriada atinge o objetivo com valor na faixa do UHV, $<5 \times 10^{-10}$ mbar (Gráfico cedido gentilmente pelo grupo IMM).

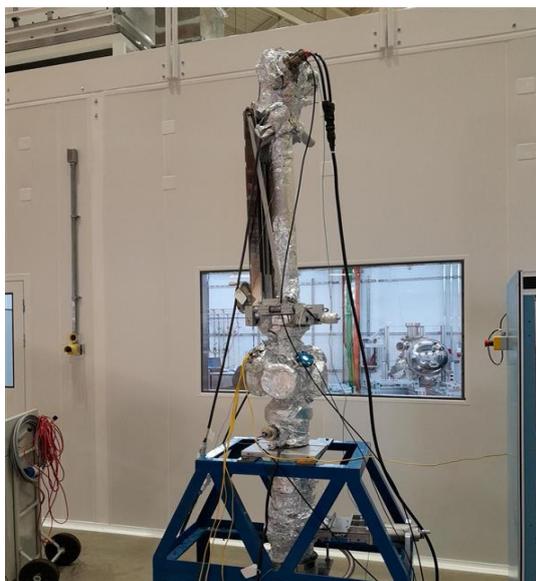


Figura 4 mostra o manipulador da câmara de preparação retirado e montado em uma câmara provisória para testes, calibração e comissionamento no sistema de aquecimento de amostras.

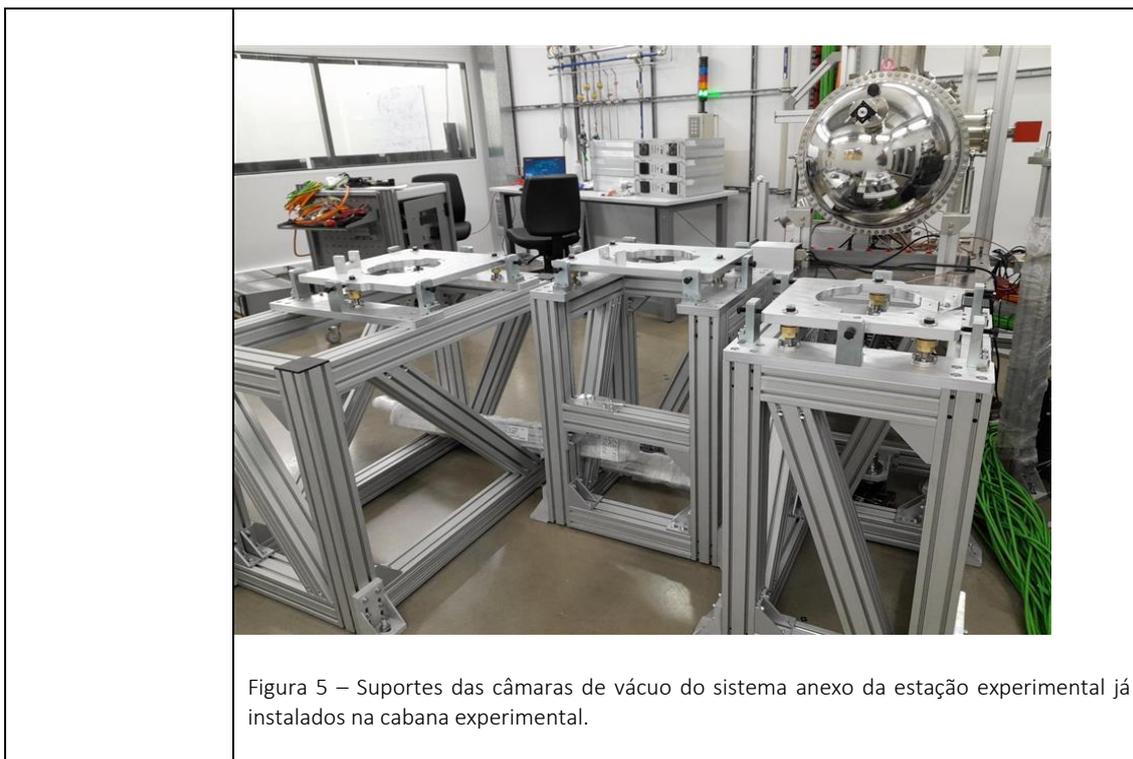


Figura 5 – Suportes das câmaras de vácuo do sistema anexo da estação experimental já instalados na cabana experimental.

21. Projeto, aquisição e instalação equipamentos de ótica para início de comissionamento técnico

PROJETO	Linha de luz SAPÊ
ATIVIDADE	Ótica de raios-X
META	Projeto, aquisição e instalação equipamentos de ótica para início de comissionamento técnico
INDICADOR	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
PRAZO	Setembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	90%
JUSTIFICATIVA	A entrega do projeto de aquisição e instalação de equipamentos ópticos para o início do comissionamento técnico da linha SAPÊ atingiu 90% de sua execução, com foco na instalação dos componentes ópticos e infraestrutura associada. As atividades foram estruturadas em três submetas principais: instalação dos componentes ópticos no frontend da linha SAPÊ, instalação dos componentes ópticos na área de transporte e instalação da infraestrutura de O ₂ para elementos ópticos como M1, M2, M3 e monocromador VLS-PGM. A execução envolveu a compra de materiais, montagem e testes dos sistemas, incluindo fendas, componentes de vácuo, photon shutter, Diagnóstico de Visualização do Feixe (DVF) e espelhos M1, M2 e M3, além da metrologia e comissionamento de vácuo.

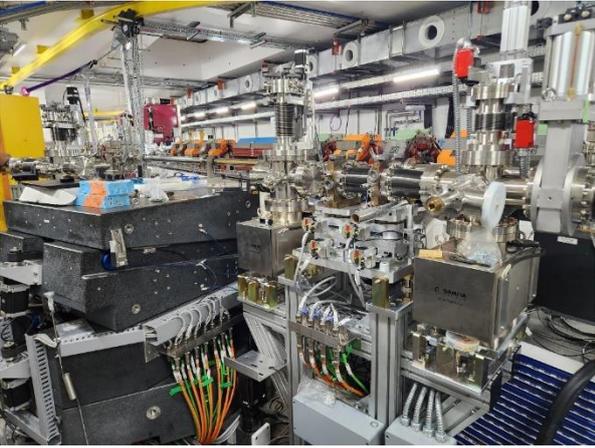
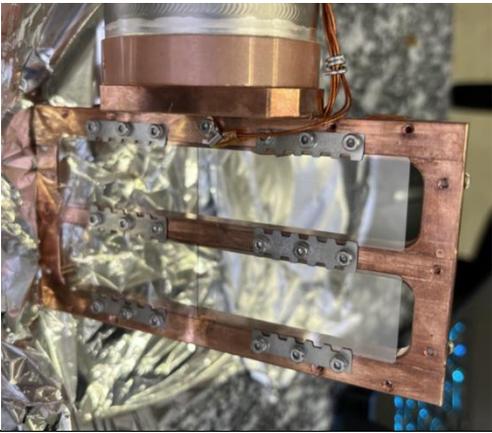
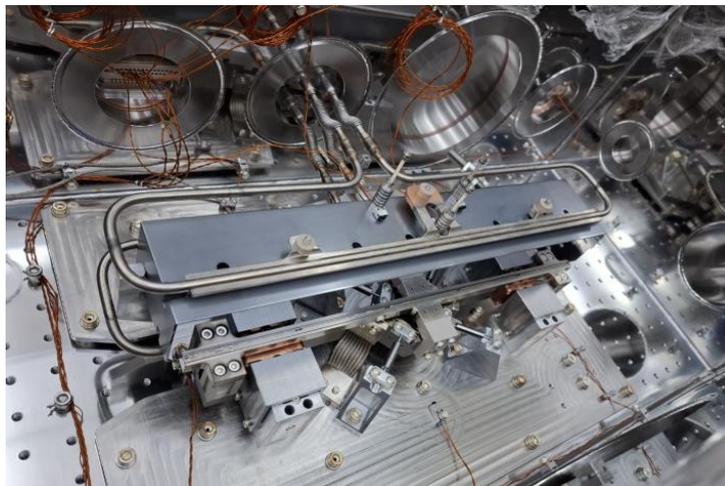
	<p>Na primeira submeta, os componentes foram instalados em diferentes regiões do FOE (First Optical Enclosure), abrangendo fendas, bases de granito, mecanismos de fixação e atuação dos espelhos, além da metrologia e montagem com contato térmico GaIn. A segunda submeta concentrou-se na área de transporte da linha SAPÊ, com a instalação do monocromador VLS-PGM, sistemas de movimentação, limpeza e metrologia dos componentes ópticos. A infraestrutura para fornecimento de oxigênio foi montada para abastecer os elementos ópticos, com a instalação de pontos de abastecimento e redes de distribuição. O comissionamento de vácuo do FOE.2 (espelho M1) está pendente para finalização da instalação e testes nos trechos FOE.1 e FOE.3. Com exceção do sistema de gases, que aguarda a chegada de itens para conclusão, a previsão é que a maior parte das atividades seja finalizada até o final de outubro.</p>
<p>EVIDÊNCIAS</p>	<p>Figura 4 mostra o Trecho FOE.1 com “photon shutter”, fendas e DVF1 instalados. FOE.2: granitos da base de espelho instalados.</p>  <p>Figura 1</p> <p>Figura 2 mostra o detalhe dos sensores instalados no êmbolo do DVF1.</p>  <p>Figura 2</p>

Figura 3 mostra o mecanismo interno de movimentação do espelho M1 já com o espelho instalado e o Galn aplicado.

Figura 3



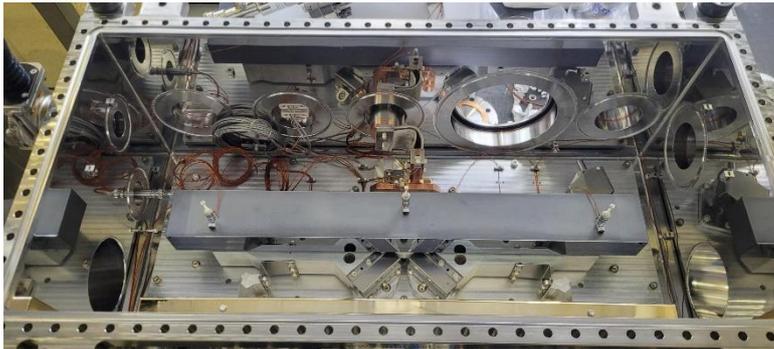
Na Figura 4 pode-se observar a parede de proteção radiológica instalada no trecho FOE.3.



Figura 4

Figura 13 mostra o mecanismo interno com espelho M2 instalado na câmara de vácuo.

Figura 5



A Figura 6 mostra o espelho M2 dentro da câmara de vácuo instalado na base de granito no frontend.



Figura 6

Na Figura 7 podemos observar a foto dos trechos FOE.5 e início TS.1: estação de bombeamento no hall Sirius e chapas de proteção radiológica instaladas.

Figura 7



A Figura 8 mostra o trecho TS.3 Estação de bombeamento e manipulador do DVF instalados

Figura 8



Na figura 9 podemos observar o espelho M3 em posição no trecho TS.6 dentro da cabana experimental.

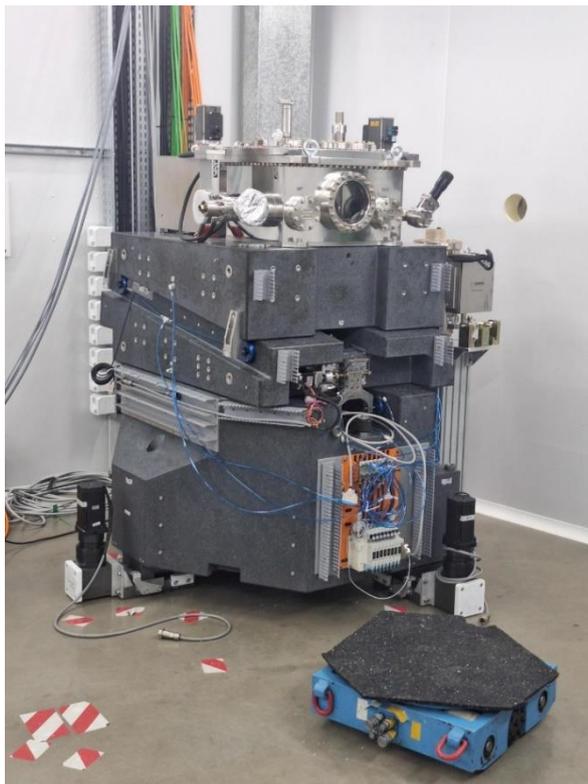


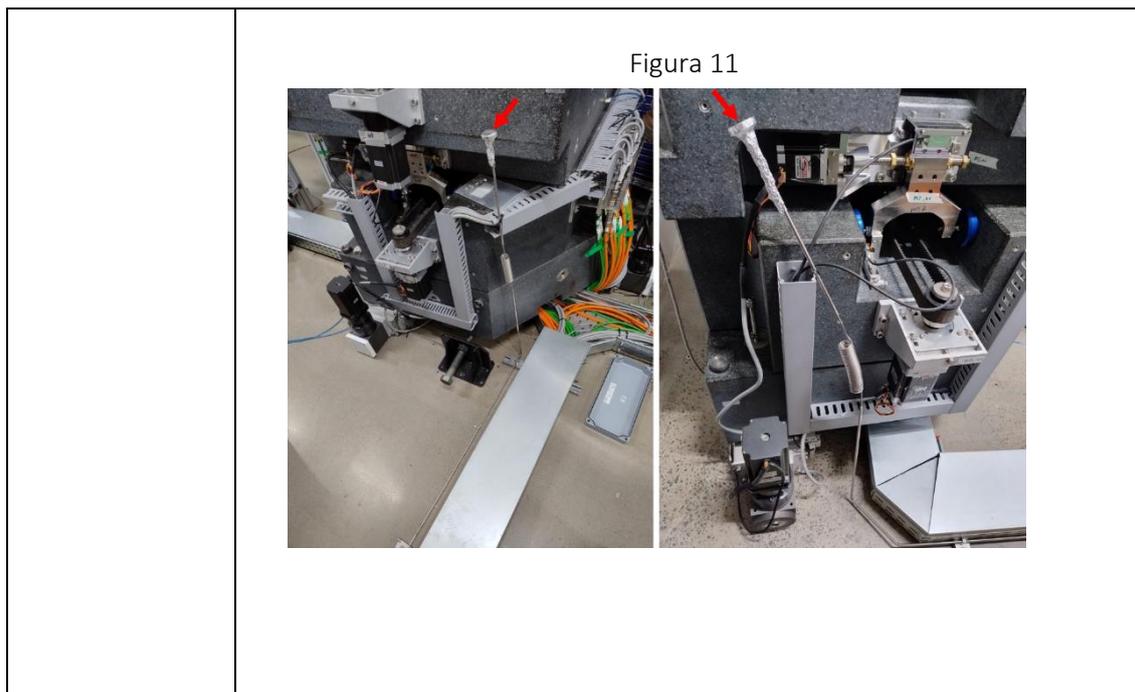
Figura 9

A Figura 10 mostra o SKID de abastecimento de oxigênio dos componentes óticos da linha de luz instalado na parte de fora da cabana experimental.

Figura 10



Na Figura 11 temos os flexíveis da tubulação de oxigênio com flange para conexão as válvulas dos espelhos M1 e M2.



Linha de Luz Sapucaia

22. *Instalação do ondulador tipo delta para obtenção de raios-X de alto brilho, espectro e polarização de acordo com a especificação da linha de luz*

PROJETO	Linha de Luz Sapucaia
ATIVIDADE	Ondulador definitivo
META	Instalação do ondulador tipo delta para obtenção de raios-X de alto brilho, espectro e polarização de acordo com a especificação da linha de luz
INDICADOR	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
PRAZO	Outubro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	A instalação do ondulador definitivo APU22 na linha SAPUCAIA foi concluída com sucesso. O dispositivo foi instalado na seção reta do setor 17 do anel de armazenamento do Sirius, substituindo o ondulador temporário PAPU50. A operação do APU22 foi validada, incluindo a verificação de performance magnética, pressão de vácuo e controle da fase, garantindo conformidade com os parâmetros de projeto.
EVIDÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • O ondulador APU22 1991d foi removido do setor 08 e instalado no setor 17. • Alinhamento fino realizado com laser tracker. • Infraestrutura elétrica, de rede e controle configuradas. • Conexão ao sistema de vácuo realizada e baking do ondulador concluído com pressão final de 7×10^{-11} mbar.

	<ul style="list-style-type: none"> • Testes de movimentação da fase (0 mm a 11 mm) executados com sucesso. • Validação de controle via EPICS implementada. • Performance magnética validada com $K > 1.44$ e conformidade com requisitos de erro de fase e integrais de campo. • Ondulador operacional e liberado para uso na linha SAPUCAIA. 
--	--

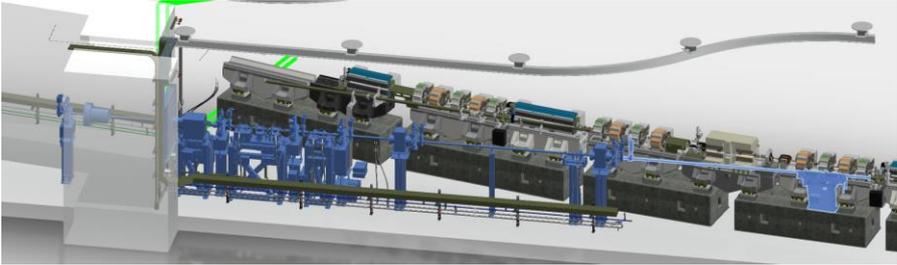
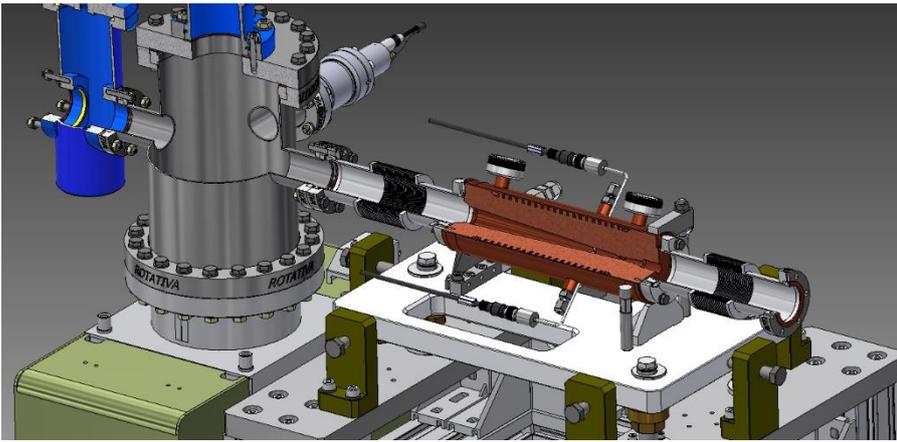
Linha de Luz Sussuarana

23. Componentes Óticos - Projeto Final

PROJETO	Linha de luz SUSSUARANA
ATIVIDADE	Componentes Óticos - Projeto
META	Projeto Final
INDICADOR	Relatório de Desenvolvimento Experimental/Projeto Executivo (FDR)
PRAZO	Dezembro/2024
TERMO ADITIVO	44 ^º
STATUS DA EXECUÇÃO	0%
JUSTIFICATIVA	<p>Devido à necessidade de adaptação ao novo dispositivo de inserção e à reavaliação de toda a ótica da linha, a entrega do indicador em questão foi postergada. A substituição da tecnologia de fonte de radiação (do dipolo de 3,2 T para o Wavelength Shifter de 6,8 T) impôs ajustes substanciais no projeto, exigindo novas simulações, revisões de engenharia e replanejamento das etapas de desenvolvimento.</p> <p>Apesar do atraso, esse processo de revisão proporcionará ganhos expressivos em qualidade de pesquisa e potencial de aplicação industrial, atendendo a requisitos mais exigentes de experimentos com alto fluxo de raios X e energias elevadas. Dessa forma, a decisão de postergar a entrega</p>

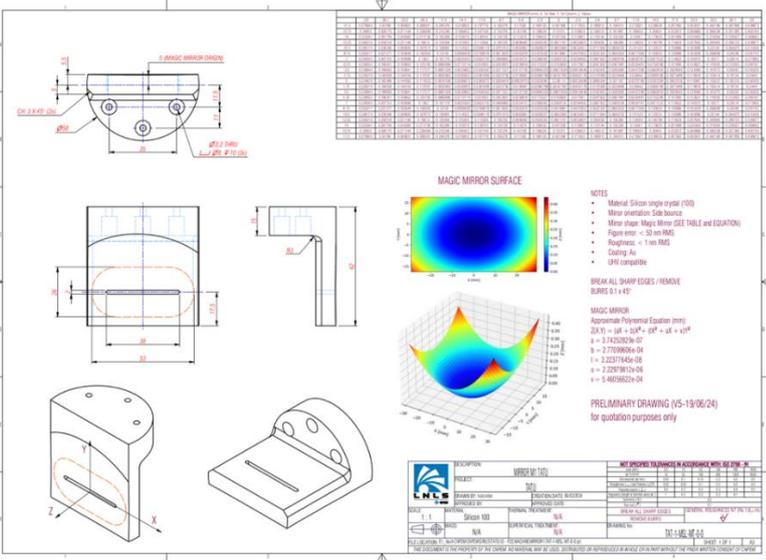
	do indicador, para incorporar a nova tecnologia, mostra-se plenamente justificada pelo ganho de desempenho e pela otimização dos resultados futuros.
EVIDÊNCIAS	Não houve desenvolvimentos.

24. Frontend – Projeto Final

PROJETO	Linha de luz SUSSUARANA
ATIVIDADE	Frontend - Projeto
META	Projeto Final
INDICADOR	Relatório de Desenvolvimento Experimental/Projeto Executivo (FDR)
PRAZO	Setembro/24
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	80%
JUSTIFICATIVA	A meta atingida foi de 80%, desenhos da montagem em 3D está pronto, detalhamento 2D de alguns absorvedores em finalização. O que falta (20%) está relacionado a liberar a emissão de processo de compra, esta etapa estará finalizada em dezembro de 2024.
EVIDÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Desenho em 3d do Front-end em detalhe azul;  <ul style="list-style-type: none"> • Desenho em detalhe do máscara fixa; 

Linha de Luz Tatu

25. Componentes Óticos – Projeto Final

PROJETO	Linha de luz TATU
ATIVIDADE	Componentes ópticos - Projeto
META	Projeto Final
INDICADOR	Relatório Final/Executivo (FDR)
PRAZO	Setembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	Conclusão de especificação e detalhamento dos principais espelhos da óptica primária em vácuo (M1, M2 e M3) de extração de far-IR/THz para a linha TATU.
EVIDÊNCIAS	<p>Conclusão do projeto do espelho M1 o qual possui curvatura híbrida de cilindro e cone combinados em única função. Este espelho é extremamente delicado pois, além de ser o primeiro componente óptico da linha, é responsável por produzir a primeira fonte secundária com reduzidas aberrações. O processo de contratação e fabricação do espelho já foi iniciado junto a empresa Zeiss na Alemanha.</p>  <p>Conclusão do projeto e detalhamento do espelho M2 em forma plana para a manobra do feixe na câmara externa e entrega ao M3. O processo de contratação e fabricação do espelho já foi iniciado junto a empresa Edmund Optics.</p>

NOTES:

- SUBSTRATE MATERIAL: BOROFLUORIDE
- COATING (APPLY ACROSS CLEAR APERTURE)
S1: R(AVG) >96% @ 700 - 2000nm
R(AVG) >96% @ 2000 - 10,000nm
S2: NONE
- FINE GRIND SURFACE
- RoHS COMPLIANT

**FOR INFORMATION ONLY:
DO NOT MANUFACTURE
PARTS TO THIS DRAWING**

SPECIFICATIONS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE
DIMENSIONS ARE FOR REFERENCE ONLY

	S1	S2
TYPE	PLANO	PLANO
CLEAR APERTURE (mm)	84.86 x 60.02	N/A
SURFACE QUALITY	60-80	N/A
SURFACE FLATNESS	N/B	N/A
BEVEL	PROTECTIVE AS NEEDED	PROTECTIVE AS NEEDED

THIRD ANGLE PROJECTION	Edmund Optics®
TITLE	66.68mm, MINOR AXIS PROTECTED GOLD ELLIPTICAL MIRROR
ENGR NO	32091
SHEET	1 OF 1

Conclusão do projeto e detalhamento do espelho M3 em forma elíptica para focalização do feixe fora da câmara (produção da segunda fonte virtual). O processo de contratação e fabricação do espelho já foi iniciado junto a empresa Zeiss.

NOTES:

- Material: Silicon single crystal (100)
- Mirror substrate: Borofloat®
- Mirror shape: Revolution Ellipsoid
- Figure error: < 50 nm RMS
- Roughness: < 1 nm RMS
- Coating: Au
- UVN compatible

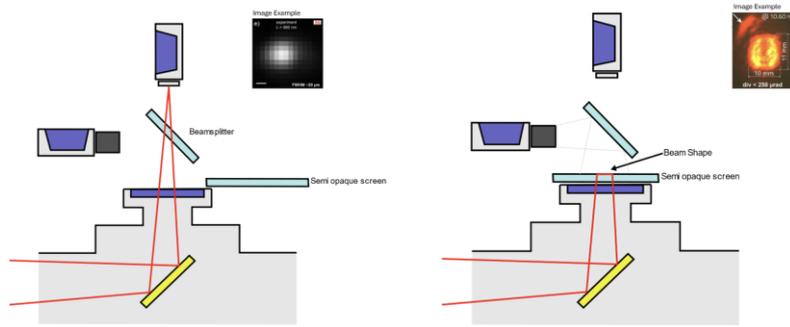
BREAK ALL SHARP EDGES / REMOVE BURRS: 0.1 x 45°

PRELIMINARY DRAWING (V1-25/09/24)
for quotation purposes only

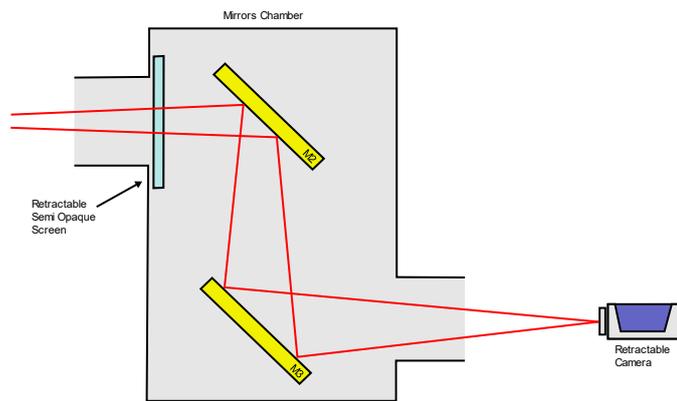
DESCRIPTION	MIRROR M3 (24)	NOT SPECIFIED TO DRAWER IN OCCURRENCE WITH 50 DRAWG. 24
PROJECT	2421	
DESIGNED BY	BRUNO GONCALVES	
CHECKED BY	BRUNO GONCALVES	
DATE	24/09/2024	
SCALE	1:1	
MATERIAL	Silicon	
TOLERANCES	SUPERFICIAL FINISH	
FINISH	N/A	
DRAWING NO.	2421-001-01	
SHEET	1 OF 1	

26. Estação Experimental – Projeto Final

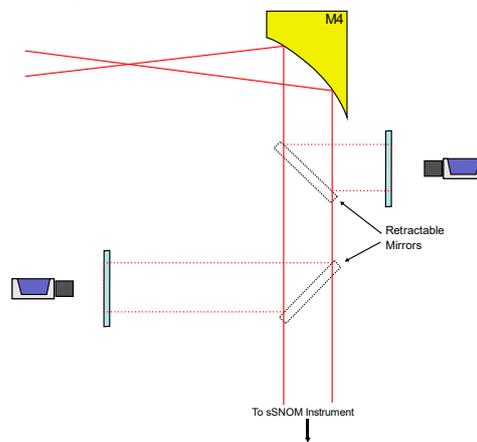
PROJETO	Linha de luz TATU
ATIVIDADE	Projeto de estação experimental
META	Projeto Final
INDICADOR	Relatório Final/Executivo (FDR)
PRAZO	Outubro/2025
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	Conclusão de projeto de estação experimental da linha TATU incluindo definição do caminho óptico, projeto de sistemas diagnósticos de fontes virtuais e feixe paralelo.
EVIDÊNCIAS	<p>A estação experimental da TATU operará um experimento de scattering Scanning Near-field Optical Microscopy (s-SNOM), no qual microscopia de força atômica é combinada com microscopia de far-IR/THz para atingir resoluções espaciais nanométricas na análise de materiais. Conforme ilustrado na figura abaixo, no caminho óptico em vácuo (do espelho M1 à câmara de espelhos M2 e M3) o feixe passará por um sistema de diagnóstico no qual o primeiro ponto focal será avaliado. O feixe então segue para a câmara M2 e M3 para assim ser colimado pelo espelho M4. O feixe colimado entrará em um interferômetro de Michelson no qual um dos braços possui o estágio ponta-amostra (microscópio de força atômica). Após interagir com a ponta e amostra, o feixe é retro espalhado e lido por um conjunto de detectores criogênicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> Projeto de sistema diagnóstico da primeira fonte virtual



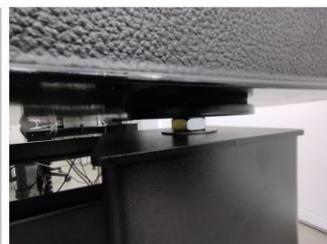
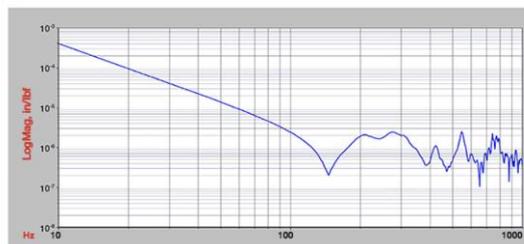
- Projeto de sistema diagnóstico de segunda fonte virtual



- Projeto de diagnóstico de feixe colimado



- Especificação de resposta de frequência da mesa óptica a ser utilizada na estação.



- Projeto de sistema automático de recarga de nitrogênio líquido para detectores de IR

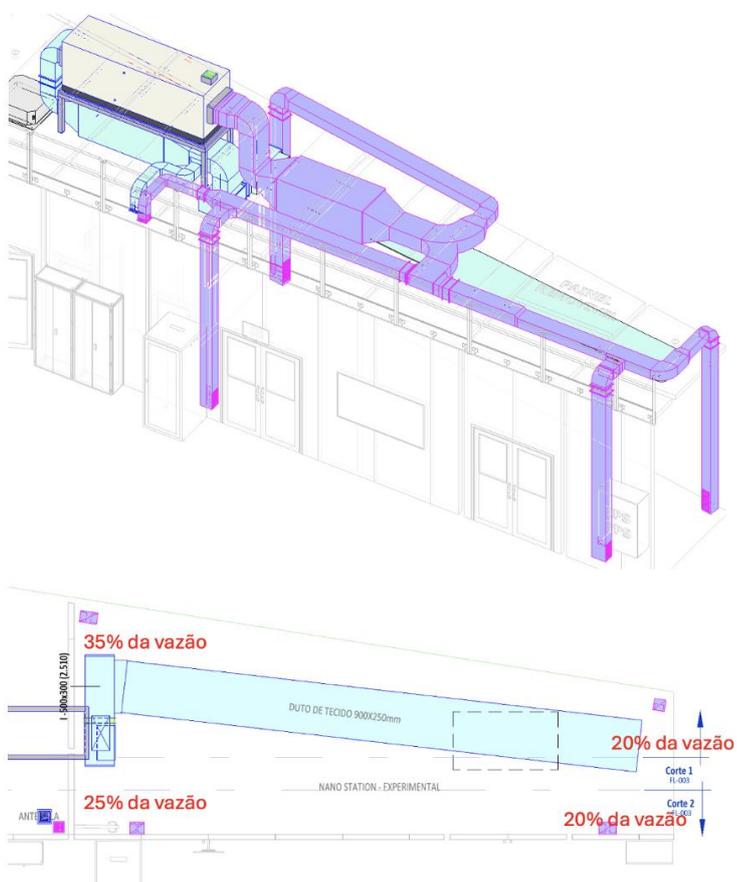


27. Aquisição, instalação e comissionamento técnico

PROJETO	Linha de luz TATU
ATIVIDADE	Construção da infraestrutura
META	Aquisição, instalação e comissionamento técnico
INDICADOR	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
PRAZO	Outubro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestrutura de paredes e teto de estação experimental, sala de controle e salas de suporte entregues. • Sistema de HVAC projetado e contratado, com instalação planejada para ainda este mês. • Mobiliário projetado e contratado com instalação planejada até o fim de 2024.
EVIDÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestrutura de paredes e teto de estação experimental, sala de controle e salas de suporte entregues.



- Projeto de sistema de HVAC concluído



- Instalação de HVAC já iniciada

The image contains three architectural drawings. At the top left is a side elevation of a long, low-profile structure with several rectangular openings. To its right is a photograph of a cardboard box labeled 'MULTIVAC CAIXA DE VENTILACAO CFM 500'. Below these is a plan view of a light blue duct labeled 'DUTO DE TECIDO 900X250mm' with eight red circles indicating suction points, labeled 'PUXADORES (8X)'. The drawing also shows 'Corte 1 FL-003' and 'Corte 2 FL-003'. Below the duct drawing is a bullet point: '• Mobiliário projetado e contratado com instalação planejada até o fim de 2024.' At the bottom is a detailed floor plan of the station with a legend on the right side.

- Mobiliário projetado e contratado com instalação planejada até o fim de 2024.

Linha de Luz Teiú

28. Componentes Ópticos – Projeto Final

PROJETO	Linha de luz TEIU
ATIVIDADE	Componentes Ópticos - Projeto
META	Projeto Final
INDICADOR	Relatório Final/Executivo (FDR)
PRAZO	Outubro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	30%
JUSTIFICATIVA	O projeto dos componentes ópticos da linha TEIU está em andamento. Foram concluídas as etapas iniciais de especificação técnica e modelagem dos elementos ópticos, incluindo espelhos, monocromadores e sistemas de focalização. A análise de viabilidade confirmou a adequação dos materiais e geometrias para garantir a eficiência do feixe de luz síncrotron. Estudos

adicionais de otimização estão sendo realizados para minimizar perdas ópticas e aprimorar a qualidade das imagens geradas.

As etapas de especificação e modelagem dos componentes ópticos foram concluídas, permitindo o desenvolvimento detalhado do projeto. As simulações computacionais indicam que os espelhos e monocromadores projetados atenderão aos requisitos operacionais da linha TEIU. Além disso, estão sendo elaborados relatórios técnicos para subsidiar a futura aquisição dos componentes. Os próximos passos incluem testes de validação do desempenho óptico e a integração dos elementos ao sistema da linha de luz TEIU.

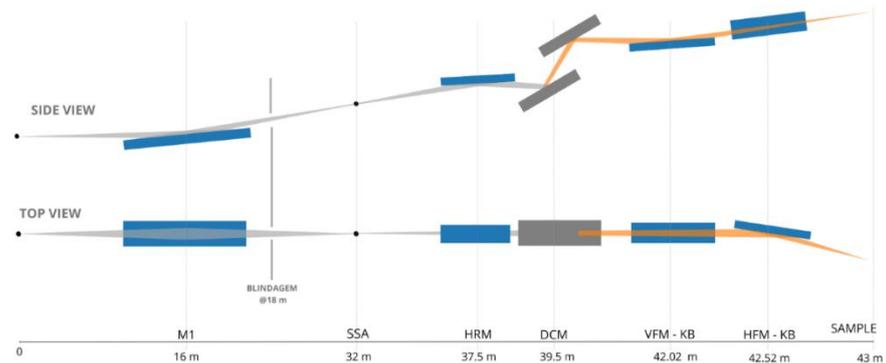


Figura 8 - Definição dos elementos ópticos da linha

EVIDÊNCIAS

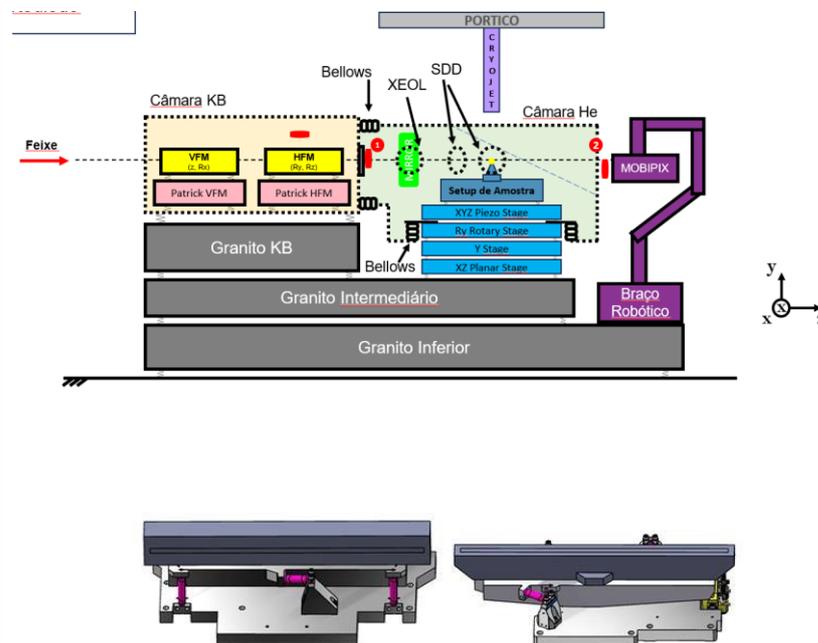


Figura 9 – (a) Esquema conceitual da arquitetura da estação experimental da linha TEIU, indicando a posição dos dois elementos ópticos principais, o VFM e o HFM, (b) desenho esquemático da montagem dos dois espelhos, VFM e HFM, que compõem o sistema de focalização KB.

29. Infraestrutura – Projeto Final

PROJETO	Linha de Luz Teiú
ATIVIDADE	Infraestrutura - Projeto
META	Projeto Final
INDICADOR	Relatório de Desenvolvimento Experimental/Projeto Executivo (FDR)
PRAZO	Setembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	50%
JUSTIFICATIVA	<p>O projeto de infraestrutura e construção da linha de luz TEIU tem avançado conforme o cronograma estabelecido. A finalização do planejamento estrutural e das especificações técnicas permitiu o início da instalação dos sistemas essenciais. A linha TEIU foi concebida para suportar experimentos de alta precisão, demandando uma infraestrutura robusta e compatível com as exigências do Sirius.</p> <p>A estrutura física principal já foi instalada, incluindo os sistemas de suporte para os equipamentos ópticos e mecânicos. A implementação dos sistemas de vácuo, alimentação elétrica e redes de dados segue dentro do prazo previsto, garantindo a integração eficiente dos equipamentos científicos. Testes preliminares foram realizados para verificar a estabilidade estrutural e a compatibilidade dos sistemas, com ajustes programados para a próxima fase do projeto.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>O planejamento estrutural e as especificações técnicas foram concluídos, possibilitando a execução das etapas seguintes. A infraestrutura física foi instalada, com a adequação da estrutura de suporte para os equipamentos ópticos e mecânicos. A implementação dos sistemas de vácuo, alimentação elétrica e redes de dados está em fase de finalização, com integração contínua aos equipamentos científicos. Testes preliminares de estabilidade estrutural e compatibilidade operacional foram conduzidos com sucesso, e ajustes estão programados para garantir o pleno funcionamento da linha TEIU antes de sua entrada em operação.</p>

Projeto Orion

30. Projeto conceitual da instalação aberta de criomicroscopia eletrônica NB1, NB2 e NB3

PROJETO	Orion
ATIVIDADE	Orion
META	Projeto conceitual da instalação aberta de criomicroscopia eletrônica NB1, NB2 e NB3
INDICADOR	Relatório de Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Dezembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>A equipe do LNNano realizou vários esforços de formação de recursos humanos em criotécnicas de preparo de amostras envolvendo High Pressure Freezer, Freeze substitution, Plunge freezing e crioultramicrotomia. Além disso, foi realizada a qualificação de pessoal para aplicação de técnicas de biologia estrutural in situ, envolvendo operação de microscópio de varredura focused ion beam e a obtenção de tomogramas e subtomogramas, bem como seus respectivos processamentos. Em paralelo, houve o planejamento e implantação (entrega prevista março/2025) de um espaço físico próprio para o comissionamento de técnicas, que contará com dois microscópios eletrônicos, um ultramicrotomo e o equipamento de plunge freezing. Foi definido a planta das áreas da Criomicroscopia Eletrônica, que envolvem o laboratório de preparo de amostras e a área dos microscópios eletrônicos NB3, a área compartilhada de preparo de amostras NB2 e a área de processamento de dados e gestão da facility no prédio administrativo do Orion. Além das definições de planta, também foram estabelecidos os fluxos de preparo de amostra, bem como a definição da lista de equipamentos com suas respectivas especificações para os times de engenharia e arquitetura responsáveis pelo desenvolvimento do projeto.</p>
EVIDÊNCIAS	Treinamento da equipe de criomicroscopia Eletrônica do LNNano

Participação em eventos relacionados às novas técnicas a serem



Figura 10: Equipe da criomicroscopia eletrônica do CNPEM em treinamentos durante o ano de 2024. A) especialista no CENABio, UFRJ-RJ; B) pesquisadora no CENABio, UFRJ-RJ; C) especialista no CNB-CSIC, Madrid, Espanha; D) analista no Centro de Microscopia da UFMG, Belo Horizonte-MG; E) treinamento teórico em ambientes de alta contenção biológica no laboratório de treinamento do CNPEM; F) equipes da criomicroscopia eletrônica e biossegurança após treinamento em ambientes de alta contenção biológica no laboratório de treinamento do CNPEM, membros da criomicroscopia com paramentação NB-4; G) equipe da criomicroscopia eletrônica do CNPEM com paramentação NB-3 para treinamento no laboratório de treinamento do CNPEM.

implantadas



Figura 11: Participação da equipe de criomicroscopia eletrônica em eventos durante o ano de 2024. A) equipe no Latin America Bioimaging Meeting, UFRJ, Rio de Janeiro-RJ; B) analista da criomicroscopia e equipes de virologia, biossegurança e comunicação do CNPEM no 34º Congresso Brasileiro de Virologia, Foz do Iguaçu-PR; C) analista da criomicroscopia e equipes de engenharia, virologia, segurança do trabalho e biossegurança no 1º Simpósio de Biossegurança e Bioproteção: Ambientes de Alta Contenção Biológica e 11ª Semana da Qualidade de Bio-Manguinhos, FIOCRUZ, Rio de Janeiro-RJ;

Comissionamento de novas técnicas de biologia celular e estrutural in situ

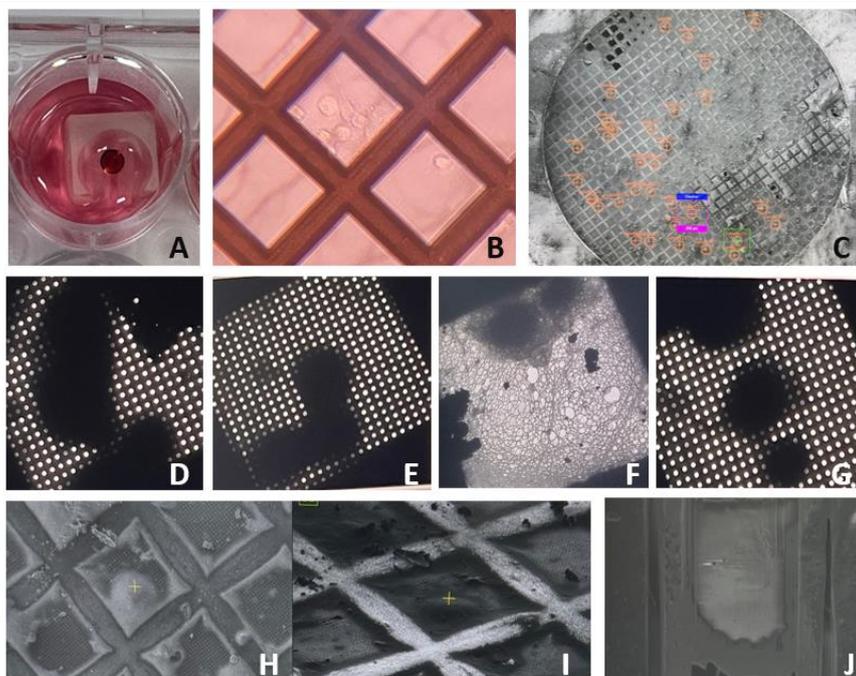


Figura 12: A) Placa utilizada para crescimento das células sobre as grades. B) Grades contendo as células aderidas antes do congelamento. C) Imagem feita no microscópio de varredura (FIB-SEM) da grade contendo as células. D-G) Células congeladas observadas no microscópio de transmissão JEOL 1400 (LNNano). H-I) Células congeladas observadas no microscópio de varredura, em H usando feixe de elétrons e em I usando feixe de gálio. J) Lamela proveniente da célula mostrada em H-I, observada no microscópio de varredura (FIB-SEM), no CENABIO, UFRJ-RJ.

Área para recebimento de equipamentos e comissionamento de novas técnicas



Figura 13 - área em reforma a ser destinada para criomicroscopia eletrônica no "prédio vermelho". A) sala do microscópio eletrônico de transmissão de 120 kV; B) área de preparo de amostras; C) sala do microscópio eletrônico de duplo-feixe FIB-SEM; D e E) corredor de acesso; F) sala do ultramicrotomo.

Planejamento da área NB2 compartilhada para preparo de amostra



Figura 5: área NB2 compartilhada para preparo de amostras para histologia e criomicroscopia eletrônica.

Planejamento da área de criomicroscopia NB3

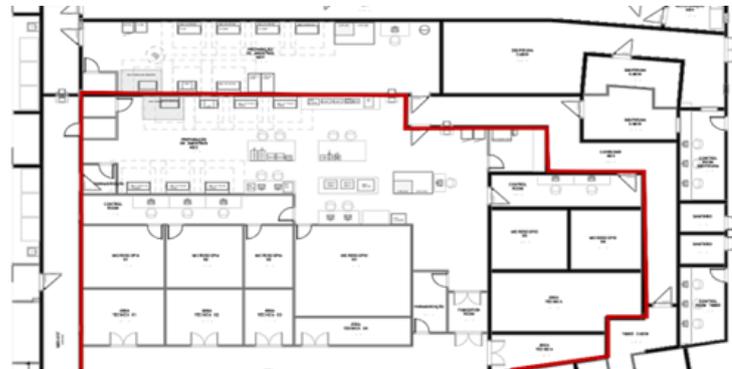


Figura 6: área NB3 da Criomicroscopia Eletrônica, destaque em vermelho.

Fluxos de preparo de amostras de criomicroscopia

Fluxo básico



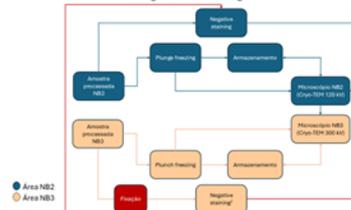
Imagem 2D - Amostras embocadas



● Área NB1
● Área NB2
● Área NB3

Processos de amostra
* O fluxo de amostra a ser analisado pode ser processado em NB1.
* Um segundo encaminhamento irá eliminar o fluxo de amostra em NB2 e aceitar o preparo de amostra em NB1 e NB2.
* A possibilidade de fazer blocos e grades entre NB irá otimizar o armazenamento da NB3.

Imagem 2D - Single Particle



● Área NB2
● Área NB3

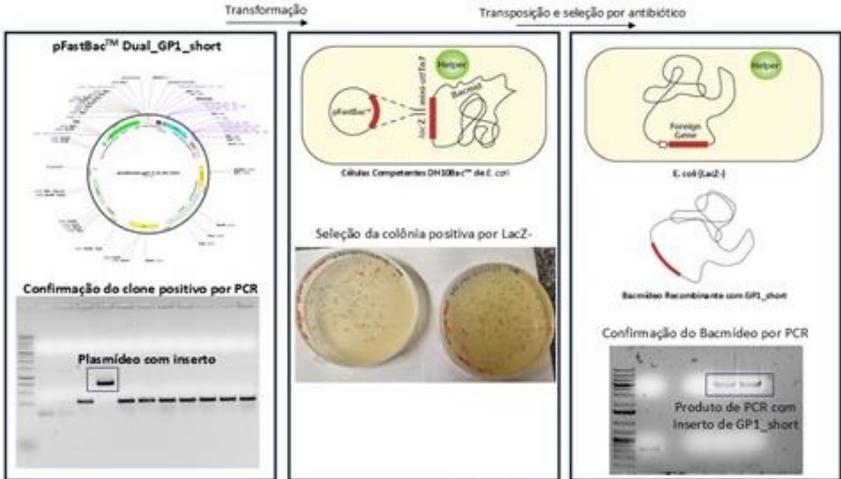
Imagem 3D - Tomografia/Mic. Eletrônica de volume



● Área NB2
● Área NB3

Figura 7: Fluxos de preparo de amostras a serem utilizados pela Criomicroscopia Eletrônica nos ambientes NB2 e NB3 de preparo de amostras

31. Clonagem e expressão da segunda (2 de 4) proteína ou domínio funcional de *Sabíá arenavírus*

PROJETO	Orion
ATIVIDADE	Orion
META	Clonagem e expressão da segunda (2 de 4) proteína ou domínio funcional de Sabiá arenavírus
INDICADOR	Relatório de Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Dezembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	50%
JUSTIFICATIVA	<ul style="list-style-type: none"> A etapa de clonagem das proteínas foi plenamente atingida (100%), pois todas as construções foram concluídas e validadas. Devido às dificuldades encontradas nesta fase do projeto, foi adotada uma abordagem alternativa utilizando o sistema de baculovírus para expressão em células de inseto. As etapas de expressão e purificação estão em andamento, devidos aos desafios relacionados à obtenção de uma proteína funcional e em quantidade suficiente. Paralelamente, está sendo realizada a triagem de condições de expressão e purificação em células de inseto, com o objetivo de otimizar e aumentar o rendimento da proteína expressa.
EVIDÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> A clonagem da construção <i>GP1-short</i>, que contém apenas o domínio estruturado, foi realizada com sucesso no sistema <i>Bac-to-Bac</i>, conforme demonstrado na figura abaixo.  <p style="text-align: center;">Adaptado do Manual Bac-to-Bac® Baculovirus Expression System – Invitrogen</p>

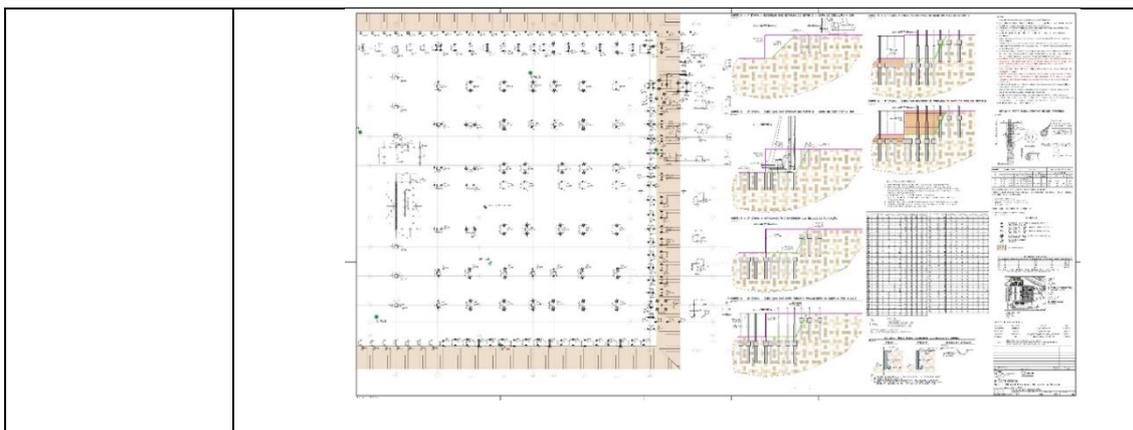
32. Elucidação da primeira estrutura de ILHV maduro

PROJETO	Orion
ATIVIDADE	Orion
META	Elucidação da primeira estrutura de ILHV maduro
INDICADOR	Relatório de Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Dezembro/2024
TERMO ADITIVO	44º

STATUS DA EXECUÇÃO	0%
JUSTIFICATIVA	<ul style="list-style-type: none"> Não foram realizadas atividades ou avanços para a purificação de partículas infecciosas de ILHV, visto a impossibilidade de se trabalhar com partículas infecciosas de ILHV fora do NB3.
EVIDÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> Não houve avanço nas metas e indicadores do projeto neste período. Dessa forma, a meta sobre a geração de uma amostra de ILHV purificado com alta concentração e pureza não foi atingida (0%), impossibilitando assim o uso posterior dessa amostra para geração de uma nova estrutura 3D de vírus pelo grupo. Atividades devem ser iniciadas assim que a infraestrutura NB3 estiver disponível.

33. Projeto Executivo de fundações e infraestruturas enterradas

PROJETO	Orion
ATIVIDADE	Orion
META	Projeto Executivo de fundações e infraestruturas enterradas
INDICADOR	Relatório de Desenvolvimento Experimental/Projeto Executivo (FDR)
PRAZO	Outubro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	50%
JUSTIFICATIVA	O projeto de fundações foi concluído até a primeira etapa, referente ao Projeto Básico, já a segunda etapa, que corresponde ao Projeto Executivo, está programada para ser iniciada após a consolidação do plano de cargas do projeto estrutural e o avanço das contratações para a execução das fundações.
EVIDÊNCIAS	<p>Os projetos básicos de fundações do Orion foram concluídos, estando os projetos executivos em desenvolvimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Memorial de cálculo de fundações: 013_010-FUN-CAL-001 Planta de Fundações do Setor A: 013_010-FUN-PLA-101 Planta de Fundações do Setor B: 013_010-FUN-PLA-102 Planta de Fundações do Setor C: 013_010-FUN-PLA-103 Planta de Fundações do Setor D: 013_010-FUN-PLA-104 Planta de Fundações do Setor E: 013_010-FUN-PLA-105



34. Terraplanagem para confecção do subsolo

PROJETO	Orion
ATIVIDADE	Orion
META	Terraplanagem para confecção do subsolo
INDICADOR	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
PRAZO	Setembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	95%
JUSTIFICATIVA	Conforme o projeto executivo de terraplanagem, a empresa contratada deu andamento à execução das atividades de corte e transporte para o bota-espera, compactação de solo, proteção dos taludes e valetas com grama, execução das escadas hidráulicas, aplicação de camada de BGS no platô.
EVIDÊNCIAS	Os projetos executivos da terraplanagem e imagens da obra em execução: <ul style="list-style-type: none"> • Projeto Implantação Terraplanagem (REV02): CNPM-001-PE-GTDE-001.REV02 • Projeto Bota-Espera (REV01): 013_010-TER-IMP-100.REV01 • Projeto Corte Bota-Espera (REV01): 013_010-TER-IMP-101.REV01 • Memorial Terraplanagem (REV01): 013_010-TER-MEM-100.REV01

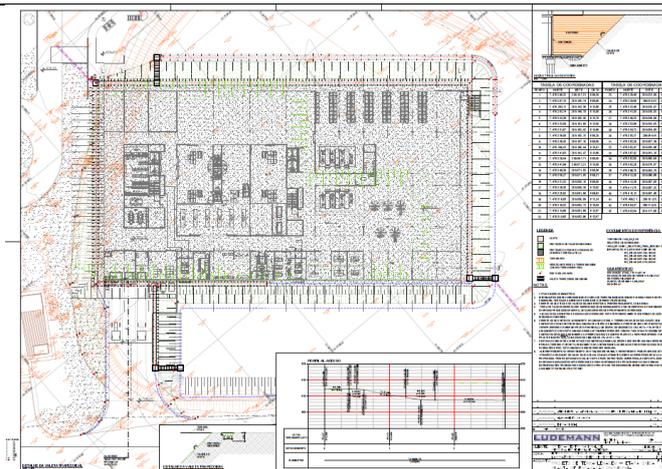


Figura 14- Projeto de Terraplenagem.



Figura 15 - Proteção em brita.



Figura 16 - Foto aérea.

35. Protótipo - Porta Amostras para Tomografia in vivo

PROJETO	Orion
ATIVIDADE	Protótipo - Porta Amostras para Tomografia in vivo
META	Projeto Preliminar
INDICADOR	Relatório de Projeto Preliminar (PDR)

PRAZO	Outubro/24
TERMO ADITIVO	44 ^o
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>O projeto do protótipo do porta-amostras para tomografia in vivo na linha HIBISCO está em fase avançada de desenvolvimento. Foram finalizadas as definições técnicas fundamentais para a contenção biológica, movimentação das amostras e monitoramento de sinais vitais. O sistema está sendo concebido para atender integralmente às rigorosas exigências de biossegurança do laboratório ORION, permitindo o manuseio seguro de pequenos mamíferos e assegurando sua compatibilidade com as necessidades específicas da tomografia síncrotron. Além disso, foram realizadas análises detalhadas dos materiais e processos de descontaminação, garantindo a viabilidade da aplicação do equipamento em um ambiente de alta segurança biológica. O cronograma de testes e prototipagem encontra-se em andamento, com um planejamento robusto para validar cada componente e sua integração ao sistema geral.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>Foram estabelecidos os requisitos essenciais para a contenção de amostras em ambiente NB4, garantindo a segurança do operador e a preservação da integridade dos espécimes estudados. Além disso, as diretrizes para a movimentação das amostras dentro do feixe de raios-X foram definidas, assegurando precisão e estabilidade durante os procedimentos de aquisição de imagem. O projeto também inclui um sistema de monitoramento de sinais vitais e controle de anestesia, fundamental para garantir o bem-estar dos animais durante os experimentos.</p> <p>O planejamento da prototipagem e validação dos componentes do sistema já foi estruturado, abrangendo a integração entre os sistemas de movimentação e contenção biológica. A cabine de contenção e suas interfaces com a linha de luz estão em desenvolvimento, garantindo a compatibilidade com as exigências operacionais da instalação. Além disso, fornecedores foram identificados para os sistemas de monitoramento e movimentação de amostras, permitindo a seleção dos componentes mais adequados para garantir a precisão e segurança do sistema.</p> <p>Por fim, foram realizadas análises preliminares de compatibilidade com os processos de descontaminação do laboratório ORION, garantindo que o porta-amostras possa ser higienizado de maneira eficaz sem comprometer sua funcionalidade ou segurança. Essas medidas são essenciais para viabilizar o uso do sistema em um ambiente de contenção biológica de alta complexidade.</p>

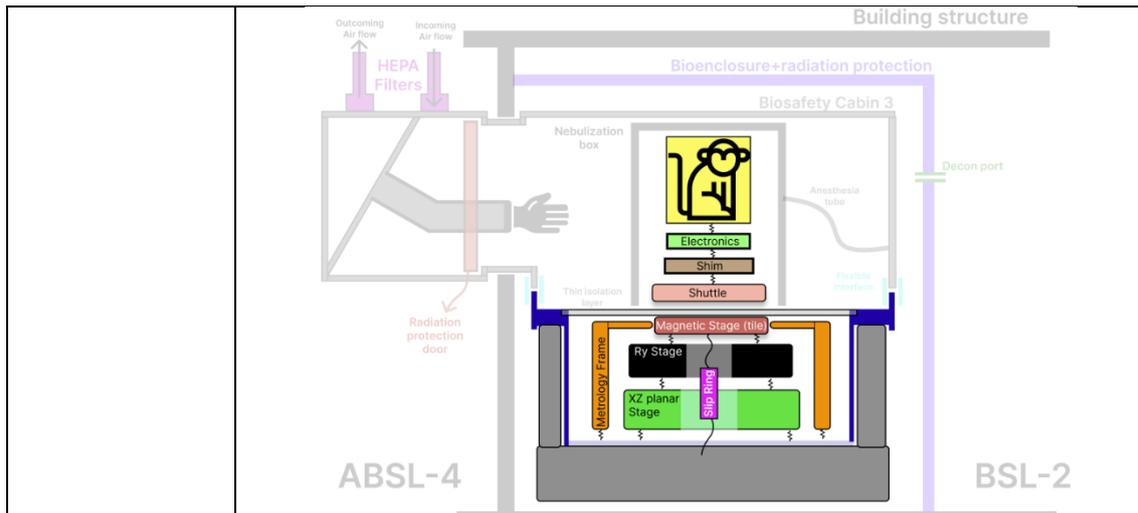


Figura 17: Seção da end-station que compõe o sistema de movimentação de amostras, com os estágios lineares (planar), rotacional e magnético, além da base de granito e a slip-ring.

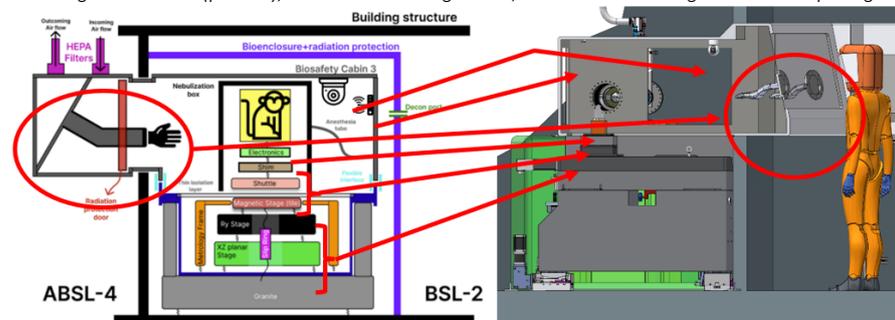
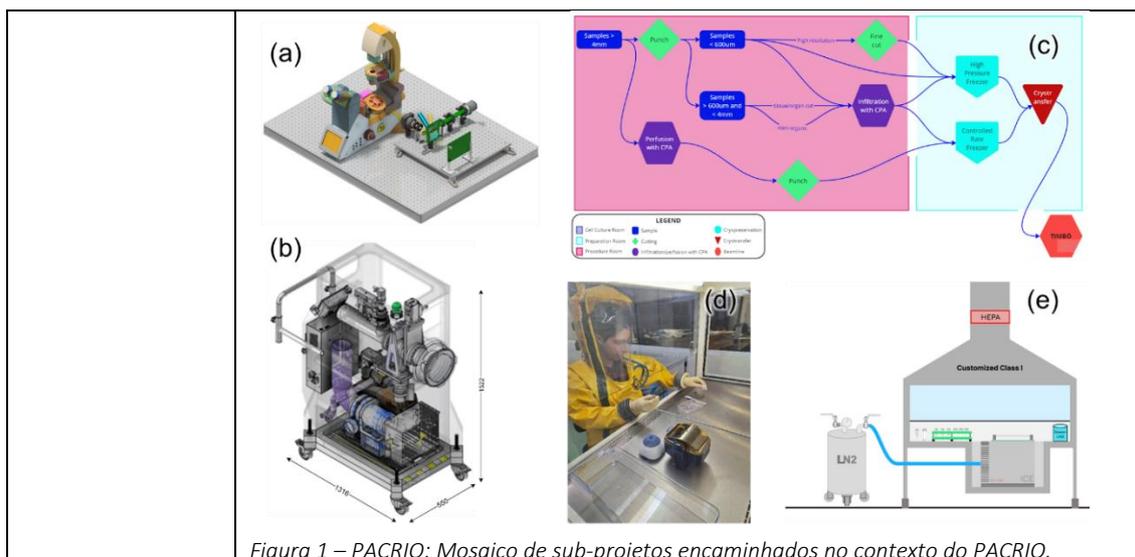


Figura 18: Esquemático (esq.) e modelagem 3D (dir.) da end-station. Mostra-se o operador em escafandro (em laranja à direita), a interface do tipo glovebox, o fundo em placa de aço inox, o sistema de movimentação de amostras por levitação magnética e o sistema embarcado de monitoramento de sinais vitais. Na figura à esquerda é demarcada, em azul claro, a separação entre duas zonas por estrutura de radioproteção e contenção biológica, equipada com uma interface de fumigação para procedimentos descontaminação.

36. Protótipo – Porta – amostras criogênicas – Projeto Preliminar

PROJETO	Orion
ATIVIDADE	Protótipo - Porta-amostras criogênico
META	Projeto Preliminar
INDICADOR	Relatório de Projeto Preliminar (PDR)
PRAZO	Setembro/24
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	75%
JUSTIFICATIVA	O PACRIO, originalmente mais voltado a temas da linha de luz SIBIPIRUNA foi expandido durante a fase do PDR para temas essenciais de preparo de amostras criogênicas também para a linha de luz TIMBÓ, visto que se abriu a possibilidade técnica de se utilizar o mesmo estágio de posicionamento de amostras para ambas as linhas. Com isso, diversos sub-projetos encontram-se em desenvolvimento paralelo, com diferentes níveis de maturidade. Outro fator de impacto de cronograma crítico foi o limite de

	<p>cota de importação enfrentado pelo CNPEM durante grande parte do segundo semestre de 2024, que impediu o recebimento de equipamentos e, conseqüentemente, a execução de muitos dos estudos planejados no contexto do PACRIO.</p>
<p>EVIDÊNCIAS</p>	<p>A Figura 1 resume os principais avanços realizados no contexto do PACRIO nesta etapa de PDR. Em (a), é indicado projeto mecânico do microscópio de super-resolução cryoSIM, que aguarda apenas a chegada dos componentes represados a partir do início de 2025 para validação de conceito em temperatura ambiente. Na sequência, o projeto de seu núcleo de amostras criogênico deverá ser encaminhado ainda no primeiro semestre de 2025. Em (b), é mostrado o projeto mecânico preliminar do chamado <i>sample shutter</i>, responsável por transportar as amostras criogênicas (de células e tecidos, associadas às linhas SIBIPIRUNA e TIMBÓ), entre as cabines de preparo de amostras e o porta-amostras da linha de luz. Em (c), é ilustrado o fluxo de preparo de amostras criogênicas para a linha TIMBÓ, a exemplo do que foi detalhado para a linha SIBIPIRUNA no CDR do PACRIO. São previstos diferentes fluxos de trabalho e diferentes instrumentos (incluindo um Controlled Rate Freezer – CRF – e um High-Pressure Freezer – HPF) para amostras com tamanho variando entre 100 µm e 4 mm. Validações a respeito desses fluxos e equipamentos, essenciais para o encaminhamento do projeto da linha e com interface com o porta-amostras das linhas, devem ocorrer durante o FDR do PACRIO. Em (d), é mostrada uma foto de um dos engenheiros projetistas com o traje de operação em laboratório NB4, durante rotina de simulação de preparo de amostras criogênicas em uma cabine de biocontenção classe II. Esses ensaios disparam uma frente de projetos dedicada ao enquadramento e à customização de cabines de biocontenção comerciais aos equipamentos de preparo de amostras criogênicas necessários para as linhas SIBIPIRUNA e TIMBÓ, muitos dos quais terão que ser tratados dentro das restrições de biocontenção pela primeira vez no mundo. Em (e), é ilustrado um diagrama de uma dessas cabines customizada para um CRF. Esse conjunto de cabines encontra-se em fase de projeto CAD, com protótipos funcionais e validações experimentais sendo previstas até o final de 2025. Finalmente, há agendamentos e previsões complementares de tempos de experimento nas linhas de luz existentes no Sirius ao longo de 2025. Fazendo-se uso de linhas como a PAINEIRA, a CARNAÚBA e a CATERETÊ, são esperadas validações experimentais antecipadas dos fluxos de preparo de amostras criogênicas, tanto para amostras de células como de tecidos, cujos resultados nortearão a finalização dos diversos sub-projetos relacionados ao FDR do PACRIO.</p>



37. Protótipo - Ótica de lentes e guias de onda

PROJETO	Orion
ATIVIDADE	Protótipo - Ótica de lentes e guias de onda
META	Projeto Final e Construção de Protótipo
INDICADOR	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
PRAZO	Dezembro/24
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	40%
JUSTIFICATIVA	<p>O desenvolvimento do protótipo de lentes e guias de onda para aplicações em ambiente de máxima segurança biológica avançou significativamente nos últimos meses. A necessidade de óptica avançada para experimentos no ORION impulsionou a criação de soluções que permitem a manipulação precisa da luz síncrotron em sistemas de contenção biológica. A fase de projeto foi concluída, com a definição dos materiais e geometrias ideais para garantir a eficiência do sistema óptico.</p> <p>A fabricação dos primeiros protótipos está em andamento, com testes iniciais de caracterização óptica e estrutural sendo realizados para validar a performance dos componentes. Além disso, os métodos de integração dos guias de onda com os sistemas de contenção do ORION foram definidos, garantindo compatibilidade com os requisitos de biossegurança e descontaminação. Os próximos passos incluem testes experimentais em ambiente controlado para otimizar a transmissão da luz e minimizar perdas ópticas.</p>
EVIDÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Conclusão do projeto conceitual das lentes e guias de onda, com definições estruturais e materiais selecionados. • Início da fabricação dos protótipos, incluindo usinagem de lentes e deposição de camadas ópticas nos guias de onda. • Testes de caracterização óptica preliminares, analisando parâmetros como índice de refração e transmissão da luz.

- Definição das estratégias de integração com os sistemas de contenção biológica do ORION, assegurando compatibilidade com os protocolos de biossegurança.
- Desenvolvimento dos primeiros testes em ambiente controlado, visando validar a eficiência da transmissão de luz e a funcionalidade das lentes.
- Planejamento da fase de otimização e ajustes finais antes da implementação definitiva dos componentes no laboratório ORION.

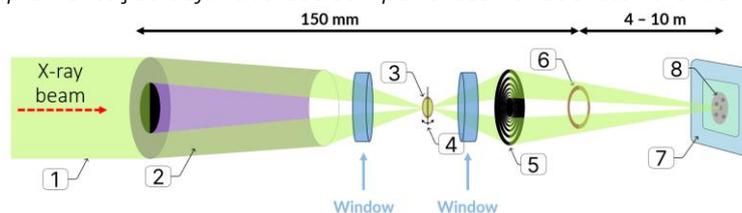


Figura 19 - Desenho esquemático do microscópio de raios-X moles da linha de luz SIBIPURUNA: (1) feixe de raios-X; (2) condensador capilar; (3) amostra; (4) eixo de tomografia; (5) Fresnel Zone Plate; (6) anel de fase de Zernike (opcional); (7) detector de área (do tipo CMOS); (8) imagem da amostra no detector; e janelas de separação de ambiente da amostra.

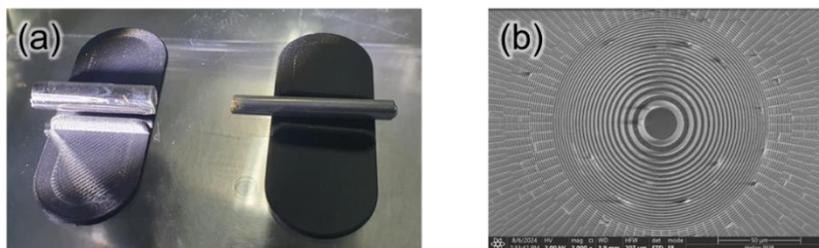


Figura 20: Amostras não-funcionais de capilar condensador (a) e de Fresnel zone plate (FZP) encaminhadas para testes de degradação por agente de descontaminação (ClO_2).

38. LAB – Laboratório de Amostras Biológicas – Comissionamento Científico

PROJETO	Orion
ATIVIDADE	LAB - Laboratório de Amostras Biológicas
META	Comissionamento Científico
INDICADOR	Relatório de Performance Científica (TPC)
PRAZO	Agosto/24
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	O comissionamento científico do Laboratório de Amostras Biológicas (LAB) avançou significativamente nos últimos meses. O laboratório, integrado à Divisão de Matéria Mole e Biológica (DMB), entrou em operação em janeiro de 2024 e vem cumprindo seu papel na realização de ensaios biológicos e manipulação de amostras com níveis de biossegurança NB-1 e NB-2. A estrutura do NB-1 tem sido utilizada principalmente para análises de cultura de células e preparo de amostras, enquanto o NB-2 tem se destacado na manipulação de fluidos e processos de cultivo celular. Já o NB-2 alcançou 100% de cumprimento da meta, funcionando plenamente

	<p>dentro das diretrizes estabelecidas. Ambos os espaços foram utilizados por um número significativo de usuários internos, demonstrando a relevância do LAB para a comunidade científica do ORION. O planejamento segue para otimizar a infraestrutura do NB-1 e consolidar o fluxo de atendimento a usuários externos.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>Durante o período de agosto a novembro de 2024, o NB-1 atendeu 22 usuários internos, com atividades concentradas na análise de ensaios biológicos por meio do leitor de placas e no preparo de amostras utilizando centrífugas. A falta de espaço adequado para armazenamento de reagentes químicos foi um desafio identificado, e sua resolução está em análise para garantir maior eficiência no funcionamento do laboratório.</p> <p>O NB-2, por sua vez, atendeu 43 usuários internos no mesmo período, com destaque para o uso da infraestrutura de cultivo celular e manipulação de fluidos. O laboratório de hemólise contribuiu para a esterilização de resíduos e materiais provenientes da cultura de células, assegurando a conformidade com os protocolos de biossegurança.</p> <p>A infraestrutura do LAB está pronta para receber novos usuários na próxima chamada de propostas. As melhorias planejadas para o NB-1 visam garantir que o laboratório opere com total capacidade, permitindo a realização de experimentos com maior segurança e eficiência. A validação contínua dos processos científicos e a otimização da logística interna são prioridades para os próximos meses.</p>  <p>Figura 21: Laboratório NB-2: Cultura de células.</p>

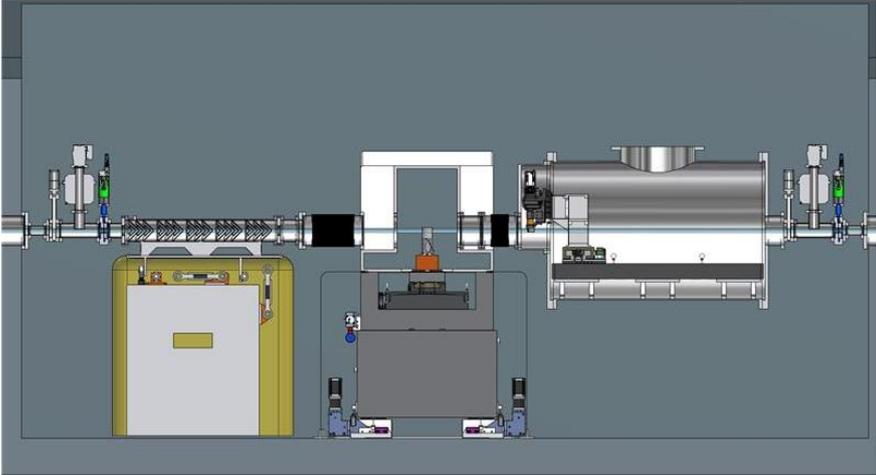


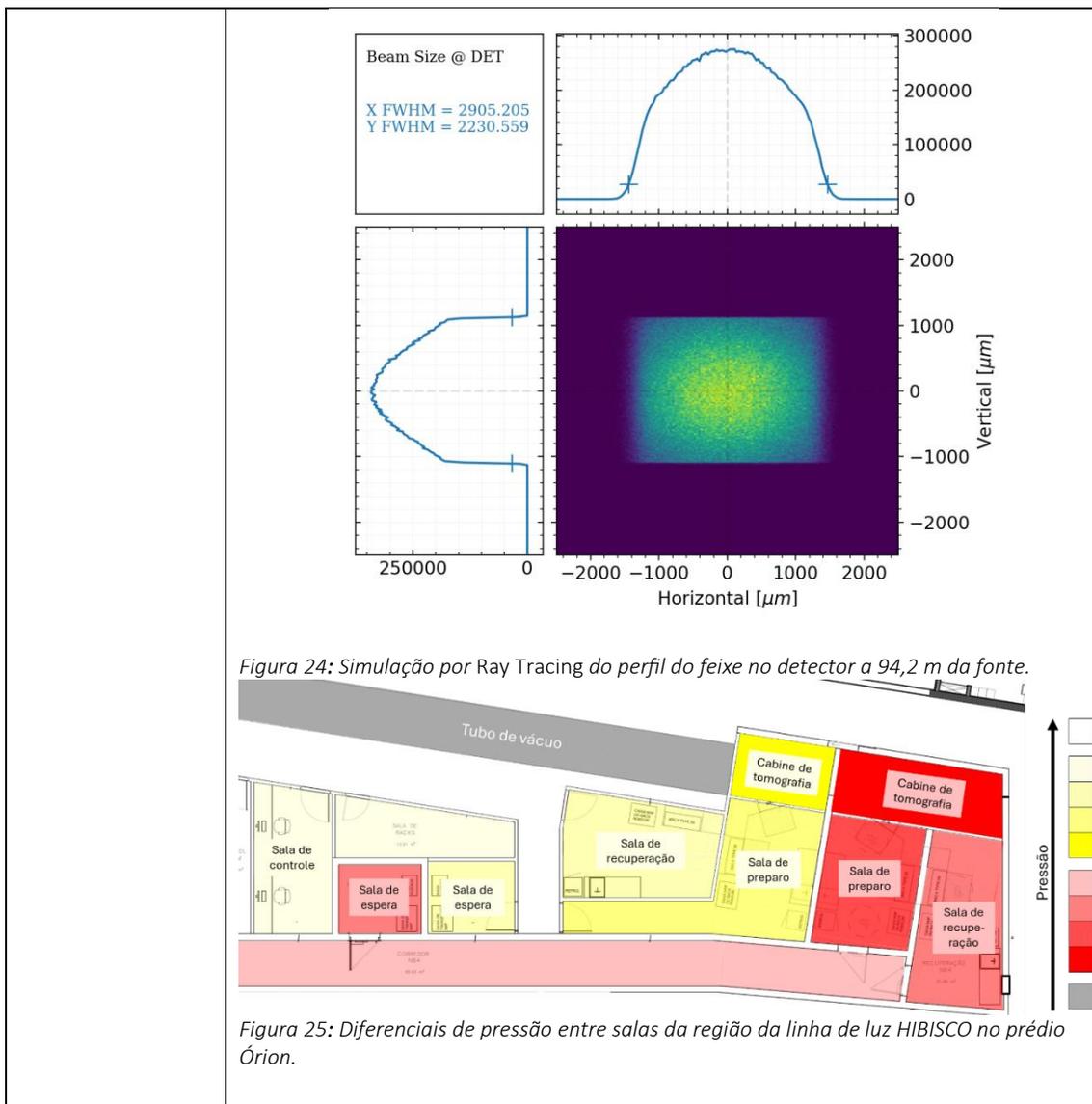
Figura 22: Laboratório NB-2: Manipulação de fluidos.

Linha de Luz Hibisco

39. Projeto Conceitual e Preliminar

PROJETO	Linha de Luz Hibisco
ATIVIDADE	Projeto Preliminar da linha de luz
META	Projeto Conceitual e Preliminar
INDICADOR	Relatório de Projeto Preliminar (PDR)
PRAZO	Outubro/24
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>O desenvolvimento do projeto da linha de luz HIBISCO avançou significativamente nos últimos meses, com a definição dos parâmetros óticos e das especificações para a aquisição de imagens em estudos longitudinais com pequenos animais. A HIBISCO será a primeira linha de luz dedicada à tomografia in vivo em ambiente de máxima contenção biológica na América Latina, possibilitando a investigação de patógenos de alto risco em modelos animais com alta resolução e baixo impacto na dose aplicada. Foram estabelecidas as diretrizes para a configuração ótica da linha, incluindo a definição dos espelhos, monocromador e detectores, garantindo um campo de visão flexível para diferentes tamanhos de amostras. Além disso, a infraestrutura das salas de apoio e da estação experimental está sendo projetada para atender aos rigorosos requisitos de biossegurança do complexo ORION. O projeto também contempla o desenvolvimento de um porta-amostras especializado para garantir o bem-</p>

	<p>estar dos animais e a integridade das imagens adquiridas durante os experimentos.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>O projeto da linha de luz HIBISCO passou por diversas etapas de modelagem e simulação, garantindo a viabilidade do layout ótico e a compatibilidade com os requisitos técnicos e científicos estabelecidos. A fonte de luz será um ondulator de ímãs permanentes criogênicos, permitindo alta estabilidade e intensidade do feixe de raios-X. O monocromador de duplo cristal (DCM) foi selecionado para garantir uma faixa de operação otimizada, enquanto os espelhos em configuração de Kirkpatrick-Baez proporcionarão ajustes precisos no campo de visão.</p> <p>As salas de apoio estão sendo projetadas para a preparação e recuperação de animais sob contenção biológica, incluindo um sistema de monitoramento de sinais vitais e controle de anestesia. A estação experimental contará com barreiras de contenção e sistemas de descontaminação, assegurando a conformidade com normas de segurança. O desenvolvimento do porta-amostras está em andamento, considerando a necessidade de um ambiente de amostra compatível com a aquisição de imagens in vivo e a proteção dos operadores.</p> <p>O planejamento para os próximos meses inclui a validação de protótipos de sistemas críticos, como o obturador de feixe rápido para controle da dose de radiação e a implementação das interfaces de controle remoto para operação da linha. A conclusão dessas etapas será fundamental para o início da fase de instalação e testes operacionais, com previsão de integração ao Sirius em 2025.</p>  <p><i>Figura 23: Posicionamento do detector em relação à amostra na linha.</i></p>



40. Aquisição, Instalação e Comissionamento técnico

PROJETO	Linha de Luz Hibisco
ATIVIDADE	Frontend - Construção
META	Aquisição, Instalação e Comissionamento técnico
INDICADOR	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
PRAZO	Dezembro/2024
TERMO ADITIVO	44 ^o
STATUS DA EXECUÇÃO	30%
JUSTIFICATIVA	A execução do frontend das Linha de Luz Hibisco atingiu 30% de execução. A estrutura mecânica foi instalada, incluindo suportes para componentes ópticos e de vácuo. As câmaras de vácuo primárias foram posicionadas, e a infraestrutura elétrica e de controle foi parcialmente montada, permitindo testes iniciais. No entanto, revisões no Projeto Orion e paradas técnicas do Sirius impactaram o cronograma, exigindo readequações.

EVIDÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Estrutura mecânica do frontend instalada, com suportes prontos para montagem dos componentes ópticos. • Infraestrutura de vácuo parcialmente instalada, com tubulações e câmaras posicionadas. • Conexões elétricas e de controle parcialmente concluídas, viabilizando testes iniciais de automação. • Integração inicial do sistema de controle com os sistemas globais do Sirius. <p>DESAFIOS E PRÓXIMOS PASSOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adaptação ao novo cronograma do Orion. • Sincronização com as janelas de manutenção do Sirius. • Finalização da aquisição de componentes ópticos e mecânicos. • Conclusão da instalação dos sistemas ópticos e mecânicos, testes de alinhamento e comissionamento técnico.
-------------------	---

Linha de Luz Sibipiruna

41. Frontend - Aquisição, Instalação e Comissionamento técnico

PROJETO	Linha de Luz Sibipiruna
ATIVIDADE	Frontend - Construção
META	Aquisição, Instalação e Comissionamento técnico
INDICADOR	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
PRAZO	Dezembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	30%
JUSTIFICATIVA	A execução do frontend das Linha de Luz Sibipiruna atingiu 30% de execução. A estrutura mecânica foi instalada, incluindo suportes para componentes ópticos e de vácuo. As câmaras de vácuo primárias foram posicionadas, e a infraestrutura elétrica e de controle foi parcialmente montada, permitindo testes iniciais. No entanto, revisões no Projeto Orion e paradas técnicas do Sirius impactaram o cronograma, exigindo readequações.
EVIDÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Estrutura mecânica do frontend instalada, com suportes prontos para montagem dos componentes ópticos. • Infraestrutura de vácuo parcialmente instalada, com tubulações e câmaras posicionadas. • Conexões elétricas e de controle parcialmente concluídas, viabilizando testes iniciais de automação. • Integração inicial do sistema de controle com os sistemas globais do Sirius. <p>DESAFIOS E PRÓXIMOS PASSOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adaptação ao novo cronograma do Orion.

	<ul style="list-style-type: none">• Sincronização com as janelas de manutenção do Sirius.• Finalização da aquisição de componentes ópticos e mecânicos.• Conclusão da instalação dos sistemas ópticos e mecânicos, testes de alinhamento e comissionamento técnico.
--	---

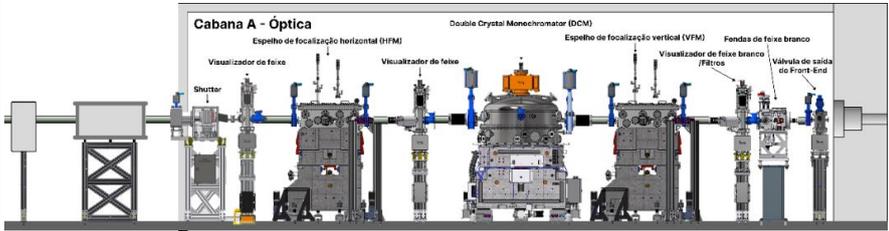
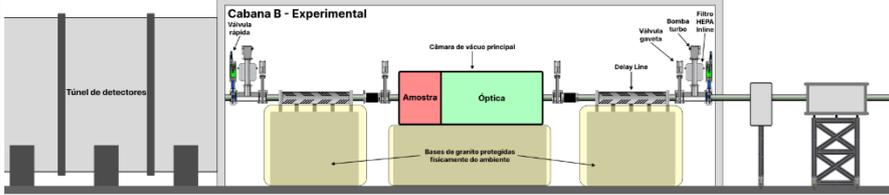
42. Infraestrutura - Aquisição, Instalação e Comissionamento técnico

PROJETO	Linha de Luz Sibipiruna
ATIVIDADE	Infraestrutura SIRIUS - Construção
META	Aquisição, Instalação e Comissionamento técnico
INDICADOR	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
PRAZO	Dezembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	0%
JUSTIFICATIVA	O projeto Orion passou por ajustes estratégicos que impactaram a priorização de algumas infraestruturas, incluindo a construção das cabanas e utilidades. Em 2024, os avanços nas linhas de luz SIBIPIRUNA, TIMBÓ e HIBISCO, além da adequação dos laboratórios de preparação de amostras, exigiram revisões significativas no projeto, especialmente nas exigências de biocontenção e descontaminação. Mudanças arquitetônicas resultaram na redefinição de salas, corredores e fluxos de trabalho para atender aos requisitos de biossegurança NB3 e NB4, fundamentais para a segurança dos experimentos com agentes infecciosos. Diante dessas adaptações, a execução da infraestrutura prevista não pôde ser concluída no prazo original e sua entrega deverá ser replanejada conforme os novos direcionamentos do projeto.
EVIDÊNCIAS	Não houve desenvolvimentos.

Linha de Luz Timbó

43. Componentes Ópticos – Projeto

PROJETO	Linha de Luz Timbó
ATIVIDADE	Componentes Ópticos- Projeto
META	Projeto final
INDICADOR	Relatório de Desenvolvimento Experimental/Projeto Executivo (FDR)
PRAZO	Dezembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	50%
JUSTIFICATIVA	O projeto da linha de luz TIMBÓ está em fase avançada de desenvolvimento, com a conclusão das etapas de concepção e detalhamento do layout óptico e experimental. A TIMBÓ será parte do complexo ORION, integrando técnicas de crionotomografia por contraste de fase de raios-X coerentes para análise de amostras biológicas de até 4 mm, com resolução espacial de até 50 nm. O projeto foi elaborado para atender às exigências de segurança biológica e garantir a compatibilidade com o acelerador de partículas Sirius. Além disso, avanços foram feitos na definição dos componentes ópticos e na especificação dos processos de criopreservação para minimizar danos às amostras devido à

	<p>exposição à radiação. O cronograma de implementação segue conforme planejado, com a realização de testes de validação e prototipagem previstos para os próximos meses.</p>
<p>EVIDÊNCIAS</p>	<p>O desenvolvimento da linha TIMBÓ avançou significativamente, incluindo a definição da configuração óptica e das técnicas experimentais que serão utilizadas, como holotomografia, pticotomografia e imageamento por contraste de fase. A concepção da linha foi detalhada com base em estudos comparativos de linhas de luz internacionais, garantindo a adaptação das melhores práticas para o ambiente de biocontenção do ORION.</p> <p>Além disso, foram estabelecidas diretrizes para a implementação da infraestrutura necessária à criopreservação de amostras, incluindo a aquisição de sistemas de congelamento rápido e controle térmico. O projeto também conta com uma abordagem integrada de descontaminação, essencial para assegurar a reutilização segura dos equipamentos em um ambiente de contenção biológica.</p> <p>Os estudos de simulação óptica foram conduzidos para validar o desempenho dos componentes, incluindo análises de ray-tracing para otimizar a focalização e a qualidade do feixe de raios-X. O desenvolvimento dos protótipos de sistemas ópticos e de movimentação de amostras já foi iniciado, com previsão de testes práticos na linha de luz CATERETÊ, permitindo a validação dos conceitos antes da implementação definitiva na TIMBÓ.</p> <p>Esses avanços reforçam o alinhamento do projeto com os objetivos estabelecidos, garantindo que a TIMBÓ esteja pronta para operar dentro das especificações exigidas para estudos avançados em biociências e materiais biológicos em ambiente de alta segurança.</p>  <p><i>Figura 1: Layout da cabana óptica (cabana A) evidenciando os principais componentes.</i></p>  <p><i>Figura 2: Layout da cabana experimental (cabana B) evidenciando os principais componentes.</i></p>

44. Frontend - Aquisição, Instalação e Comissionamento técnico

PROJETO	Linha de Luz Timbó
ATIVIDADE	Frontend - Construção
META	Aquisição, Instalação e Comissionamento técnico
INDICADOR	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
PRAZO	Dezembro/2024
TERMO ADITIVO	44º

STATUS DA EXECUÇÃO	30%
JUSTIFICATIVA	A execução do frontend das Linha de Luz Timbó atingiu 30% de execução. A estrutura mecânica foi instalada, incluindo suportes para componentes ópticos e de vácuo. As câmaras de vácuo primárias foram posicionadas, e a infraestrutura elétrica e de controle foi parcialmente montada, permitindo testes iniciais. No entanto, revisões no Projeto Orion e paradas técnicas do Sirius impactaram o cronograma, exigindo readequações.
EVIDÊNCIAS	<ul style="list-style-type: none"> • Estrutura mecânica do frontend instalada, com suportes prontos para montagem dos componentes ópticos. • Infraestrutura de vácuo parcialmente instalada, com tubulações e câmaras posicionadas. • Conexões elétricas e de controle parcialmente concluídas, viabilizando testes iniciais de automação. • Integração inicial do sistema de controle com os sistemas globais do Sirius. <p>DESAFIOS E PRÓXIMOS PASSOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adaptação ao novo cronograma do Orion. • Sincronização com as janelas de manutenção do Sirius. • Finalização da aquisição de componentes ópticos e mecânicos. • Conclusão da instalação dos sistemas ópticos e mecânicos, testes de alinhamento e comissionamento técnico.

45. Aquisição, Instalação e Comissionamento técnico

PROJETO	Linha de Luz Timbó
ATIVIDADE	Infraestrutura SIRIUS - Construção
META	Aquisição, Instalação e Comissionamento técnico
INDICADOR	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
PRAZO	Dezembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	0%
JUSTIFICATIVA	O projeto Orion passou por ajustes estratégicos que impactaram a priorização de algumas infraestruturas, incluindo a construção das cabanas e utilidades. Em 2024, os avanços nas linhas de luz SIBIPIRUNA, TIMBÓ e HIBISCO, além da adequação dos laboratórios de preparação de amostras, exigiram revisões significativas no projeto, especialmente nas exigências de biocontenção e descontaminação. Mudanças arquitetônicas resultaram na redefinição de salas, corredores e fluxos de trabalho para atender aos requisitos de biossegurança NB3 e NB4, fundamentais para a segurança dos experimentos com agentes infecciosos. Diante dessas adaptações, a execução da infraestrutura

	prevista não pôde ser concluída no prazo original e sua entrega deverá ser replanejada conforme os novos direcionamentos do projeto.
EVIDÊNCIAS	Não houve desenvolvimentos.

Programa de Desenvolvimento de Tecnologias Habilitadoras

Microscopia Eletrônica

46. Desenvolvimento e estabelecimento da técnica de imageamento do espalhamento total da amostra combinado com a sua varredura espacial (4D-STEM) aplicada a microscopia eletrônica de transmissão

PROJETO	Programa de Desenvolvimento de Tecnologias Habilitadoras
ATIVIDADE	Microscopia Eletrônica
META	Desenvolvimento e estabelecimento da técnica de imageamento do espalhamento total da amostra combinado com a sua varredura espacial (4D-STEM) aplicada a microscopia eletrônica de transmissão
INDICADOR	Relatório de Desenvolvimento Experimental/ Projeto Executivo (FDR)
PRAZO	Setembro/2024
TERMO ADITIVO	44º TA
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	As imagens 4D da técnica 4D-STEM podem ser obtidas com diferentes comprimentos de câmera e com diferentes focalizações. Sendo assim, necessitamos estudar/otimizar os parâmetros de aquisição do padrão de difração obtido a cada ponto. Para isto, utilizamos como referência uma amostra de nanopartículas de ouro, devido a sua estabilidade química e controle do tamanho das nanopartículas. Otimizamos/estudamos a influência do comprimento de câmera combinado ou não com a focalização, ou seja, desenvolvemos uma matriz 3x3 na qual combinamos 3 diferentes comprimentos de câmera com três diferentes focalizações. Este estudo nos possibilitou entender de forma inicial os parâmetros de aquisição (comprimento de câmera e focalização) do microscópio eletrônico de transmissão utilizando a câmera dedicada para obtenção dos padrões de difração. As análises no espaço real, formação de imagens, são realizadas colocando máscaras no espaço recíproco que selecionam regiões/intervalos angulares específicas do espalhamento total dos padrões de difração coletados ponto a ponto e fazendo a transformada de Fourier destas regiões selecionadas. As regiões selecionadas podem maximizar a relação sinal/ruído para um tipo de informação específica que se queria obter da amostra. Desta forma, há dois pontos macros e importantes para análises que dados de 4D-STEM, o primeiro é a coleta dos dados através da combinação da resolução desejada, focalização e comprimento de câmera, o segundo é o processamento dos dados.
EVIDÊNCIAS	Apresentamos um resultado de uma coleta de 4D-STEM da amostra de ouro em uma condição específica de comprimento de câmera e focalização,

a figura 2a) mostra a imagem 2D gerada a partir da intensidade do espalhamento de baixo ângulo das difrações de elétrons coletadas ponto a ponto, figura 1b) mostra a soma de todos os padrões de difração do espalhamento de baixo ângulo, figura 1c) mostra a imagem 2D gerada a partir da intensidade do espalhamento de médio e alto ângulo das difrações de elétrons coletadas ponto a ponto, figura 2d) mostra a soma de todos os padrões de difração do espalhamento de médio e alto ângulo e figura 1e) mostra a soma de todos os padrões de difração extraindo a intensidade máxima em cada disco de difração obtido ponto a ponto

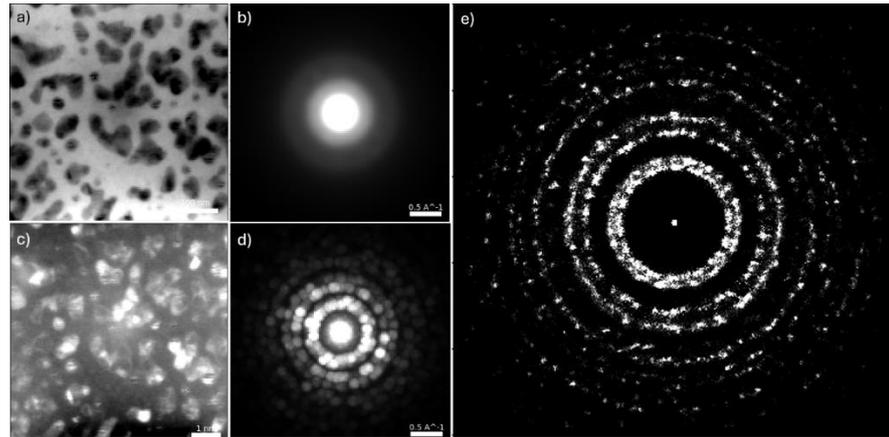


Figura 1 - a) imagem 2D gerada a partir da intensidade do espalhamento de baixo ângulo das difrações de elétrons coletadas ponto a ponto, b) soma de todos os padrões de difração do espalhamento de baixo ângulo, c) imagem 2D gerada a partir da intensidade do espalhamento de médio e alto ângulo das difrações de elétrons coletadas ponto a ponto, d) soma de todos os padrões de difração do espalhamento de médio e alto ângulo e e) soma de todos os padrões de difração extraindo a intensidade máxima em cada disco de difração obtido ponto a ponto.

A imagem da figura 1a) é semelhante a imagem de campo claro obtida no modo de varredura do microscópio eletrônico de transmissão, contudo esta imagem pode ser ajustada/reprocessada para otimizar algum contraste específico apenas ajustando/modificando o intervalo do ângulo da máscara que a forma. A imagem 1b) é semelhante a imagem de campo escuro obtida no modo de varredura do microscópio eletrônico de transmissão, da mesma forma esta imagem pode ser ajustada/reprocessada para otimizar algum contraste específico apenas ajustando/modificando o intervalo do ângulo da máscara que a forma.

Com a compreensão inicial da relação do comprimento de câmera e da focalização, partimos para experimentos em amostras de estudos científicos. O primeiro caso científico envolve uma amostra de nanofio de Telúrio, na qual aplicamos a técnica 4D-STEM, processamos os dados utilizando uma máscara com um intervalo de ângulo específico, ou seja, uma máscara anular e cortada em quatro diferentes seções, através da relação de intensidade destas quatro seções e o tamanho angular da máscara podemos extrair informações de campos elétricos e/ou magnéticos

da amostra, esta técnica que combina esta relação das quatro seções e chamada de contraste de fase diferencial (DPC- *Diferential Phase Contrast*). Portanto, nesta análise estamos somando duas técnicas, 4D-STEM e DPC. A figura 2a) mostra uma imagem de campo claro obtida a partir da máscara angular em uma região específica da amostra, as figuras b), c), d), e e) mostram as difrações de elétrons obtidas nos pontos espaciais indicados por vermelho, azul claro, verde e azul escuro respectivamente e f) mostra a distribuição dos campos elétricos desta região obtida a partir do processamento entre as quatro regiões da máscara.

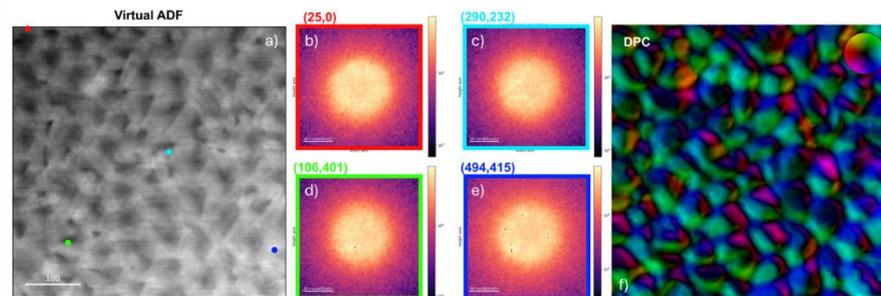


Figura 2 - a) imagem de campo claro obtida a partir da máscara angular em uma região específica da amostra, figuras b), c), d), e e) difrações de elétrons obtidas nos pontos espaciais indicados por vermelho, azul claro, verde e azul escuro respectivamente e f) mostra a distribuição dos campos elétricos desta região obtida a partir do processamento entre as quatro regiões da máscara.

O segundo caso científico é uma amostra zircônia estabilizada com ítrio, neste estudo estamos estudando a relação de orientação entre os grãos da amostra e a variação de tensão (*strain*) na amostra intra-grãos e entre grãos através de seleção de planos específicos dos padrões de difração. A figura 3a) mostra uma imagem de campo claro obtida a partir da máscara angular em uma região específica da amostra, as figuras b), c), d), e e) mostram as difrações de elétrons obtidas nos pontos espaciais indicados por verde, azul escuro, vermelho e azul claro respectivamente.

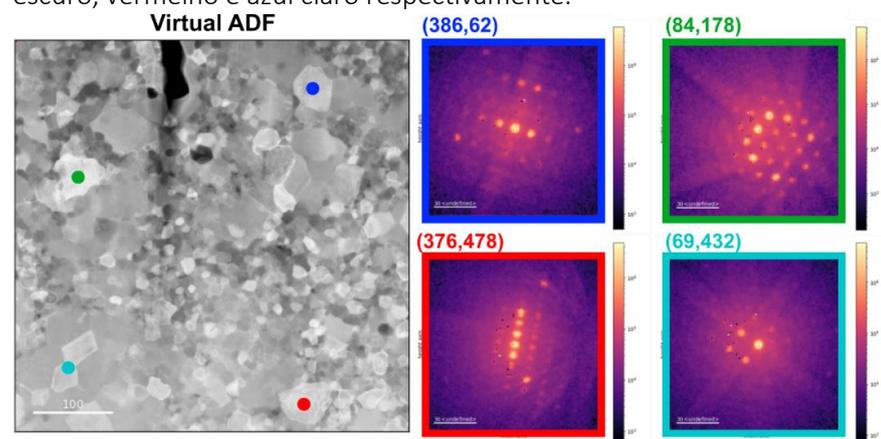


Figura 3 - a) imagem de campo claro obtida a partir da máscara angular em uma região específica da amostra, figuras b), c), d), e e) difrações de

	<p><i>elétrons obtidas nos pontos espaciais indicados por verde, azul escuro, vermelho e azul claro respectivamente.</i></p> <p>Este estudo está em processamento para obtenção dos mapas de tensão e orientação. Cabe ressaltar a diferença entres os padrões de difração da figura 2 e da figura 3, como mencionando esta diferença é obtida a partir do acerto do comprimento de câmara e da focalização.</p> <p>Coletamos dados para análises de mais dois casos científicos, estudo de defeitos em monocamada de MoS2 (material 2D) através da técnica "Pticografia" e estudo de formação de cluster em vidros utilizando a técnica "Flutation Beam", estes dados estão em processamento</p> <p>Desenvolvemos a metodologia inicial para 4D-STEM, estudando a relação entre comprimento de câmara e focalização angular, aplicamos os resultados iniciais deste desenvolvimento em quatro diferentes casos científicos os quais estamos processando.</p> <p>Referências</p> <p>[1] <i>Electron ptychography of 2D materials to deep sub-angstrom resolution.</i> Jiang Y, Chen Z, et al. <i>Nature</i>, 559, 7714, 343, 2018, 10.1038/s41586-018-0298-5</p>
--	---

Teoria e Ciência de Dados

47. *Suporte em Teoria e Ciência de Dados às Atividades dos Programas de P&D do CNPEM: (1) Descrição da Dessinterização e Quebra de Fios Monoatômicos de ZrO2 (Programa de Tecnologias Habilitadoras e Transversais "Microscopia Eletrônica"); (2) Análise por Machine Learning da Interação entre Lignina e Celulose Obtida a partir de Medidas de AFM (Subprograma de P&D "Funcionalização de Biopolímeros"); (3) Análise teórico-experimental da mitigação da toxicidade de óxido de grafeno pela interação com ácido gálico (Subprograma de P&D Ecotoxicidade).(4) Estudo sistemático via cálculos de primeiros princípios(DFT) da nanocelulose e grafeno (Sunprograma de P&D Funcionalização de Biopolímeros). (5) Propriedades eletrônicas e estruturais de multicamadas 2D de Arseneno sob twist (Subprograma de P&D DIspositivos Quânticos).(6) Desenvolvimento de novos algoritmos para aprendizado de máquina, classificação e predição de propriedades de materiais de interesse do CNPEM (Desenvolvimento de Metodologia).*

PROJETO	Programa de Desenvolvimento de Tecnologias Habilitadoras
ATIVIDADE	Teoria e Ciência de Dados
META	<p>Suporte em Teoria e Ciência de Dados às Atividades dos Programas de P&D do CNPEM: (1) Descrição da Dessinterização e Quebra de Fios Monoatômicos de ZrO2 (Programa de Tecnologias Habilitadoras e Transversais "Microscopia Eletrônica"); (2) Análise por Machine Learning da Interação entre Lignina e Celulose Obtida a partir de Medidas de AFM (Subprograma de P&D "Funcionalização de Biopolímeros"); (3) Análise teórico-experimental da mitigação da toxicidade de óxido de grafeno pela interação com ácido gálico (Subprograma de P&D Ecotoxicidade).(4) Estudo sistemático via cálculos de primeiros princípios(DFT) da nanocelulose e grafeno (Subprograma de P&D Funcionalização de</p>

	Biopolímeros). (5) Propriedades eletrônicas e estruturais de multicamadas 2D de Arseneno sob twist (Subprograma de P&D Dispositivos Quânticos).(6) Desenvolvimento de novos algoritmos para aprendizado de máquina, classificação e predição de propriedades de materiais de interesse do CNPEM (Desenvolvimento de Metodologia).
INDICADOR	Relatório de Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Outubro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>A tarefa de fornecer suporte em Teoria e Ciência de Dados às atividades dos Programas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) do centro de pesquisa pode ser considerada bem-sucedida por diferentes razões.</p> <p>Primeiramente, houve uma contribuição significativa para diversos subprogramas de P&D, como a descrição da dessinterização e quebra de fios monoatômicos de ZrO_2, a análise por machine learning da interação entre lignina e celulose, e a análise teórico-experimental da mitigação da toxicidade de óxido de grafeno. Esses esforços resultaram em publicações científicas de alto impacto, como os artigos "Stability and Rupture of an Ultrathin Ionic Wire" e "Visualization of Electron Beam-Induced Desintering of Nanostructured Ceramics at the Atomic Scale".</p> <p>Além disso, o desenvolvimento de novos algoritmos para aprendizado de máquina e a classificação e predição de propriedades de materiais de interesse do CNPEM demonstram a aplicação prática da ciência de dados no contexto do centro. A combinação de abordagens experimentais, baseadas em dados e teóricas, como a utilização de microscopia de força atômica (AFM) e simulações de dinâmica molecular, proporcionou compreensão importante sobre o problema das interações entre lignina e celulose.</p> <p>Esses resultados não apenas avançaram o conhecimento científico, mas também mostraram a capacidade do centro de pesquisa em integrar teoria e ciência de dados de maneira eficaz para resolver problemas complexos e relevantes, que é cada vez mais usual e importante. Portanto, a tarefa de fornecer suporte em Teoria e Ciência de Dados pode ser considerada bem-sucedida devido às suas contribuições significativas e impacto positivo nas atividades de P&D do centro.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>O suporte em Teoria e Ciência de Dados às atividades dos programas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) do CNPEM tem sido fundamental para o avanço de diversas frentes de pesquisa.</p> <p>I. Descrição da Dessinterização e Quebra de Fios Monoatômicos de ZrO_2 A análise teórica e experimental da dessinterização e quebra de fios monoatômicos de ZrO_2 resultou na publicação de dois artigos científicos, demonstrando a eficácia dos métodos desenvolvidos.</p>

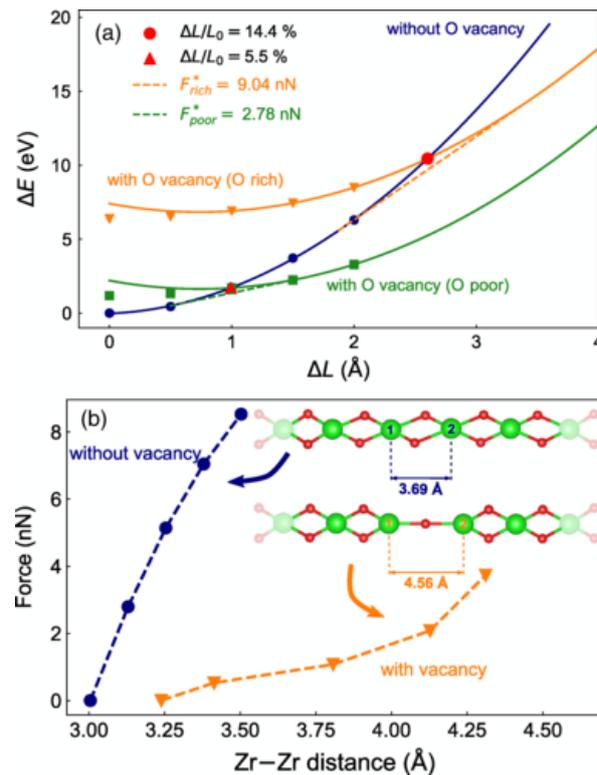


Figura 1: (a) Cálculos DFT mostrando a energia do fio de ZrO₂ (ΔE) vs comprimento da célula unitária (com relação à célula unitária de equilíbrio do fio perfeito) para o fio com (curvas laranja e verde) e sem (curvas azuis) uma vacância de oxigênio até a ruptura completa. O potencial químico de oxigênio é adicionado à energia total do sistema defeituoso em dois limites extremos: condições ricas em O (laranja) e pobres em O (verde). As curvas são ajustes parabólicos aos últimos três pontos de dados DFT para melhorar a descrição da ruptura. A restrição termodinâmica de comprimento constante é representada pelo círculo vermelho e triângulo para cada limite de potencial químico. A restrição termodinâmica de força constante é representada pelas linhas tracejadas em cada limite de potencial químico. (b) Cálculos DFT mostrando a curva de deformação do fio de ZrO₂ para o modelo estequiométrico e não estequiométrico até a ruptura completa. Em cada etapa, os átomos sombreados (como mostrado nas inserções) são fixados e os átomos restantes podem relaxar. A força é tomada nos átomos fixos em cada geometria do estado fundamental. As inserções mostram a distância máxima Zr-Zr alcançada antes da ruptura do fio atômico. A ruptura ocorre após a última etapa de relaxamento (último ponto desenhado). Comparando as duas curvas, notamos que a presença de uma vacância de oxigênio diminui significativamente a força necessária para quebrar o fio atômico e também permite extensões de fio muito mais longas antes da ruptura.

II. Análise por Machine Learning da Interação entre Lignina e Celulose

Utilizando técnicas de Machine Learning, foi possível analisar a interação entre lignina e celulose a partir de medidas de AFM. Este estudo resultou na publicação de um artigo científico e está em andamento a modelagem com outros solventes.

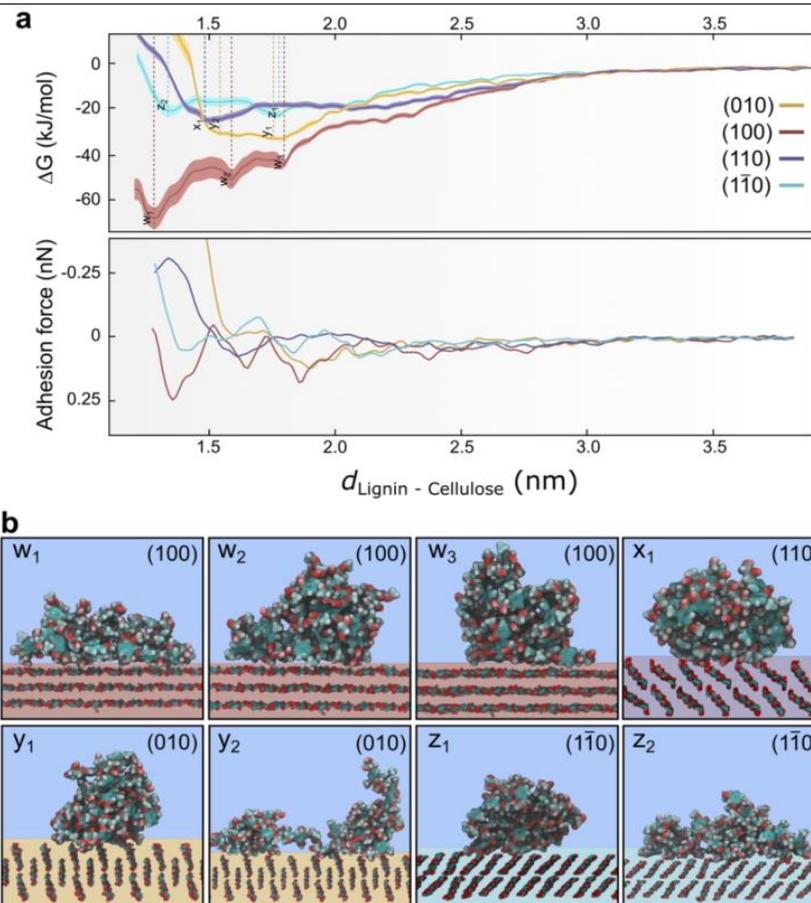


Figura 2. Simulações de Umbrella sampling de dinâmica molecular para a aproximação da lignina às superfícies de celulose. (a) Energia livre de ligação e forças, e (b) visualização das estruturas para cada mínimo de energia livre.

III. Mitigação da Toxicidade de Óxido de Grafeno

A análise teórico-experimental da mitigação da toxicidade de óxido de grafeno pela interação com ácido gálico foi concluída com sucesso, contribuindo para a compreensão dos mecanismos de mitigação de toxicidade.

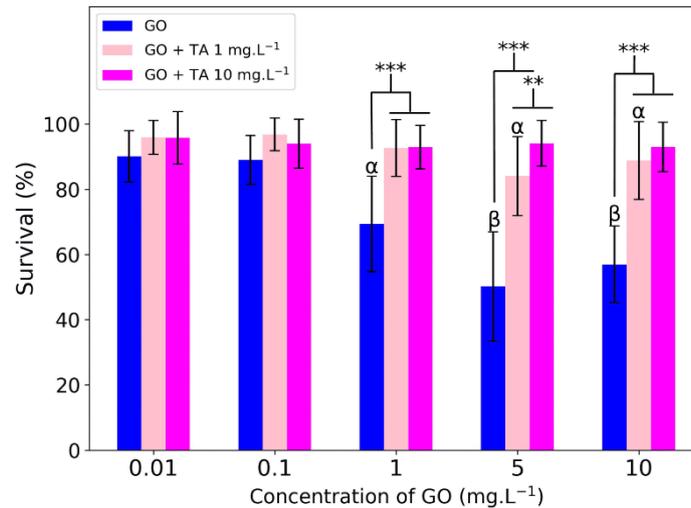


Figura 3: Efeitos do GO na presença ou ausência de TA sobre a sobrevivência de *C. elegans*. α e β indicam taxas de sobrevivência significativamente diferentes do controle (100% de sobrevivência) com $p \leq 0.05$ (ANOVA one-way). *** e ** indicam diferença nos tratamentos com $p \leq 0.001$ e $p \leq 0.05$ (ANOVA two-way), respectivamente. As barras de erro são calculadas a partir de 16 a 18 pontos de dados sobre sobrevivência.

VI. Estudo de Nanocelulose e Grafeno

Os cálculos de primeiros princípios (DFT) da nanocelulose e grafeno proporcionaram insights valiosos sobre as propriedades eletrônicas e estruturais desses materiais, com potencial aplicação em biopolímeros.

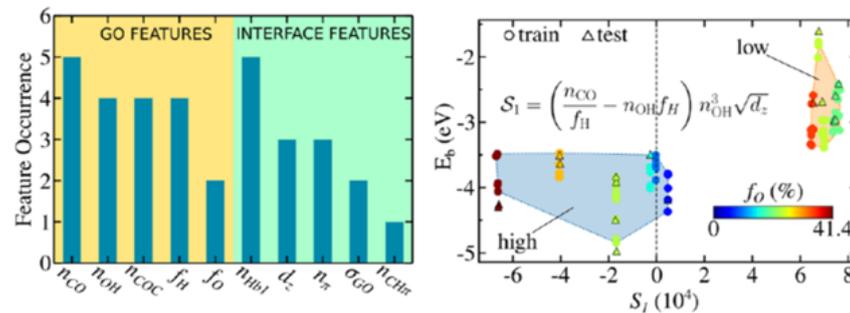


Figura 4: Ocorrência dos atributos do sistema e representação visual da separação do modelo.

V. Propriedades de Multicamadas 2D de Arseno

O estudo das propriedades eletrônicas e estruturais de multicamadas 2D de arseno sob twist revelou novas possibilidades para o desenvolvimento de dispositivos quânticos.

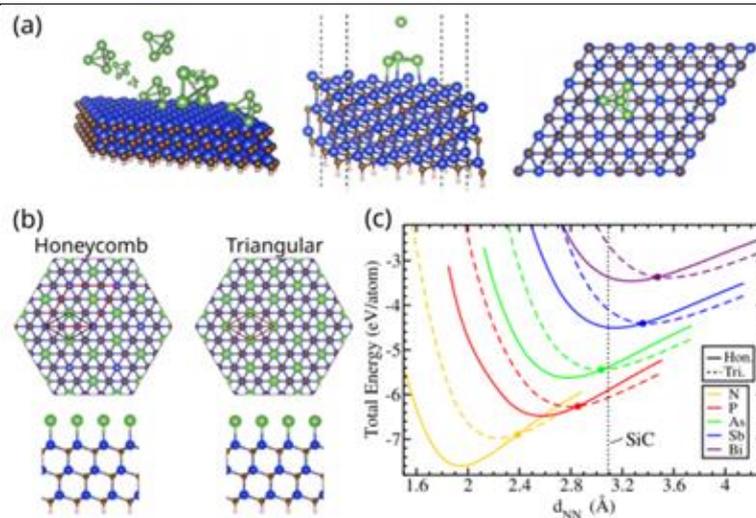


Figura 5: (a) Configuração de As₄ na superfície de SiC. (b) Possíveis estruturas periódicas de As no SiC, formando uma geometria em favo de mel ou uma rede triangular. (c) Energia relativa entre a rede em favo de mel (linha contínua) e a rede triangular (linhas tracejadas) para a família dos pnictogênios.

VI. Desenvolvimento de Novos Algoritmos

Foram desenvolvidos novos algoritmos para aprendizado de máquina, classificação e predição de propriedades de materiais de interesse do CNPEM, resultando em avanços significativos na metodologia de análise de dados.

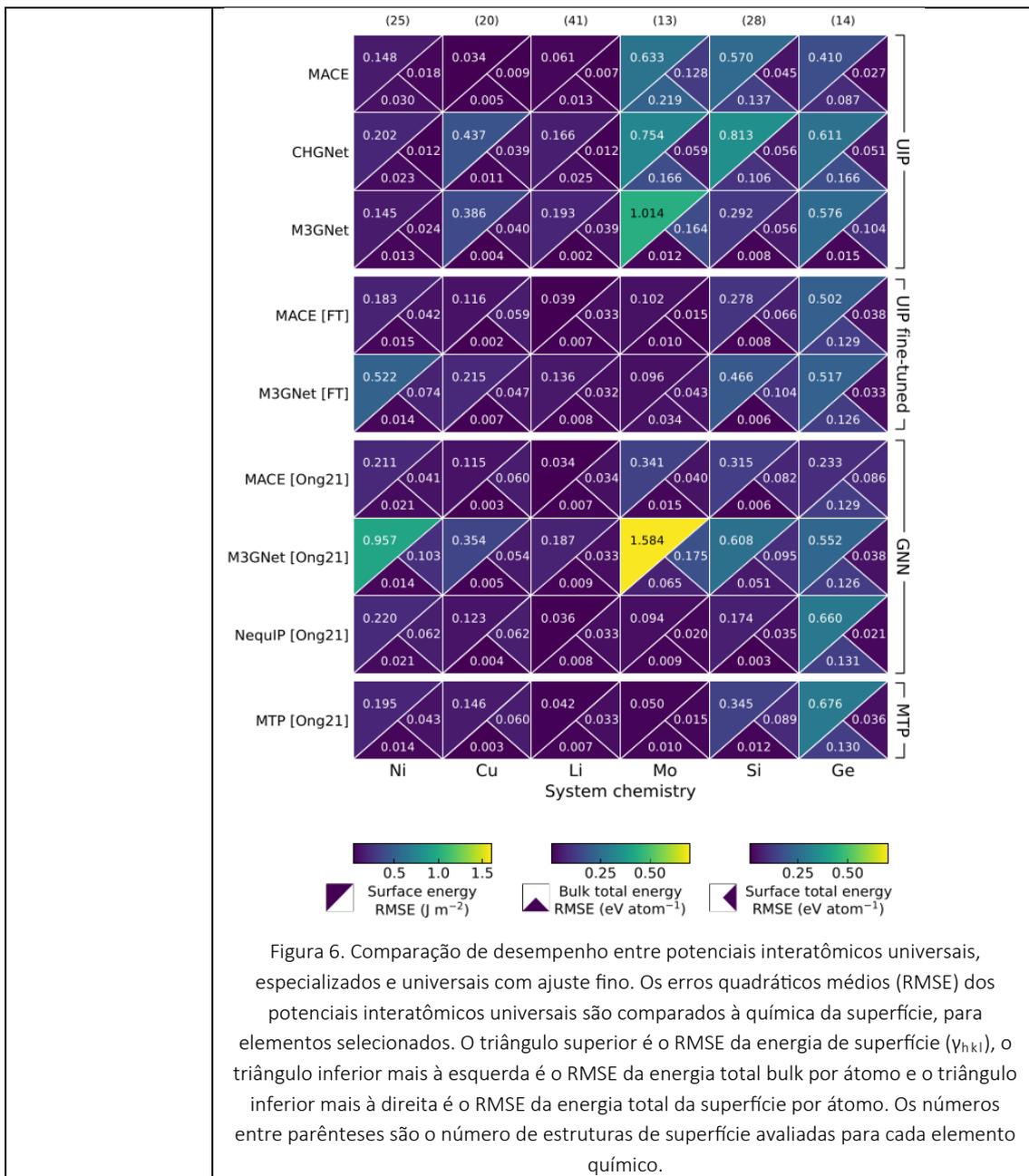


Figura 6. Comparação de desempenho entre potenciais interatômicos universais, especializados e universais com ajuste fino. Os erros quadráticos médios (RMSE) dos potenciais interatômicos universais são comparados à química da superfície, para elementos selecionados. O triângulo superior é o RMSE da energia de superfície (γ_{hkl}), o triângulo inferior mais à esquerda é o RMSE da energia total bulk por átomo e o triângulo inferior mais à direita é o RMSE da energia total da superfície por átomo. Os números entre parênteses são o número de estruturas de superfície avaliadas para cada elemento químico.

48. Desenvolvimento de novos algoritmos para aprendizado de máquina, classificação e predição de propriedades de materiais de interesse do CNPEM (Desenvolvimento de Metodologia).

PROJETO	Programa de Desenvolvimento de Tecnologias Habilitadoras
ATIVIDADE	Teoria e Ciência de Dados
META	Desenvolvimento de novos algoritmos para aprendizado de máquina, classificação e predição de propriedades de materiais de interesse do CNPEM (Desenvolvimento de Metodologia)
INDICADOR	Relatório de Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Outubro/2024
TERMO ADITIVO	44 ^o

STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>O desenvolvimento de novos algoritmos de aprendizado de máquina (ML) para a classificação e predição de propriedades de materiais de interesse do CNPEM foi bem-sucedido devido à combinação de precisão e eficiência computacional oferecida pelos modelos baseados em ML, especialmente os potenciais interatômicos de aprendizado de máquina (MLIPs). Esses modelos permitem uma exploração mais rápida e previsões em diversas aplicações, desde a descoberta de materiais até catálise e armazenamento de energia, reduzindo significativamente o tempo necessário para alcançar avanços científicos.</p> <p>O artigo publicado destaca a crescente adoção de técnicas de ML na ciência de materiais computacional, com foco nos MLIPs. Esses modelos equilibram a precisão de métodos <i>ab initio</i> com a eficiência computacional, permitindo simulações em larga escala de diversos materiais e ambientes. No entanto, os dados de treinamento desses modelos se concentram principalmente em materiais <i>bulk</i>, o que limita sua aplicabilidade a outros sistemas, como superfícies, interfaces e nanomateriais.</p> <p>A avaliação do desempenho de três MLIPs universais—MACE, CHGNet e M3GNet—mostrou que, embora esses modelos apresentem bom desempenho em sistemas <i>bulk</i>, eles enfrentam dificuldades com estruturas de superfície, resultando em erros maiores nas previsões. O estudo também comparou o desempenho de MLIPs universais com modelos especializados, destacando que o ajuste fino dos UIPs com conjuntos de dados especializados pode melhorar significativamente seu desempenho. Conclui-se que, embora os MLIPs universais sejam promissores, seu desempenho é insuficiente em sistemas fora de seu domínio de treinamento. Ajustar esses modelos com conjuntos de dados especializados oferece uma solução prática, melhorando seu desempenho sem a necessidade de novos treinamentos extensivos.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>O desenvolvimento de novos algoritmos de aprendizado de máquina (ML) para a classificação e predição de propriedades de materiais de interesse do CNPEM foi bem-sucedido, conforme descrito no documento de relatório. O uso de modelos baseados em ML, especialmente os potenciais interatômicos de aprendizado de máquina (MLIPs), permite uma exploração mais rápida e previsões em diversas aplicações, desde a descoberta de materiais até catálise e armazenamento de energia.</p> <p>Os resultados foram comprovados através do artigo publicado detalhado que avaliou o desempenho de três MLIPs universais—MACE, CHGNet e M3GNet—utilizando um conjunto de dados com 1.497 estruturas de superfície derivadas de 138 sistemas <i>bulk</i> 3D. Os gráficos de paridade e <i>boxplots</i> apresentados no documento mostram que, embora esses modelos apresentem bom desempenho em sistemas <i>bulk</i>, eles enfrentam dificuldades com estruturas de superfície, resultando em erros maiores nas previsões.</p>

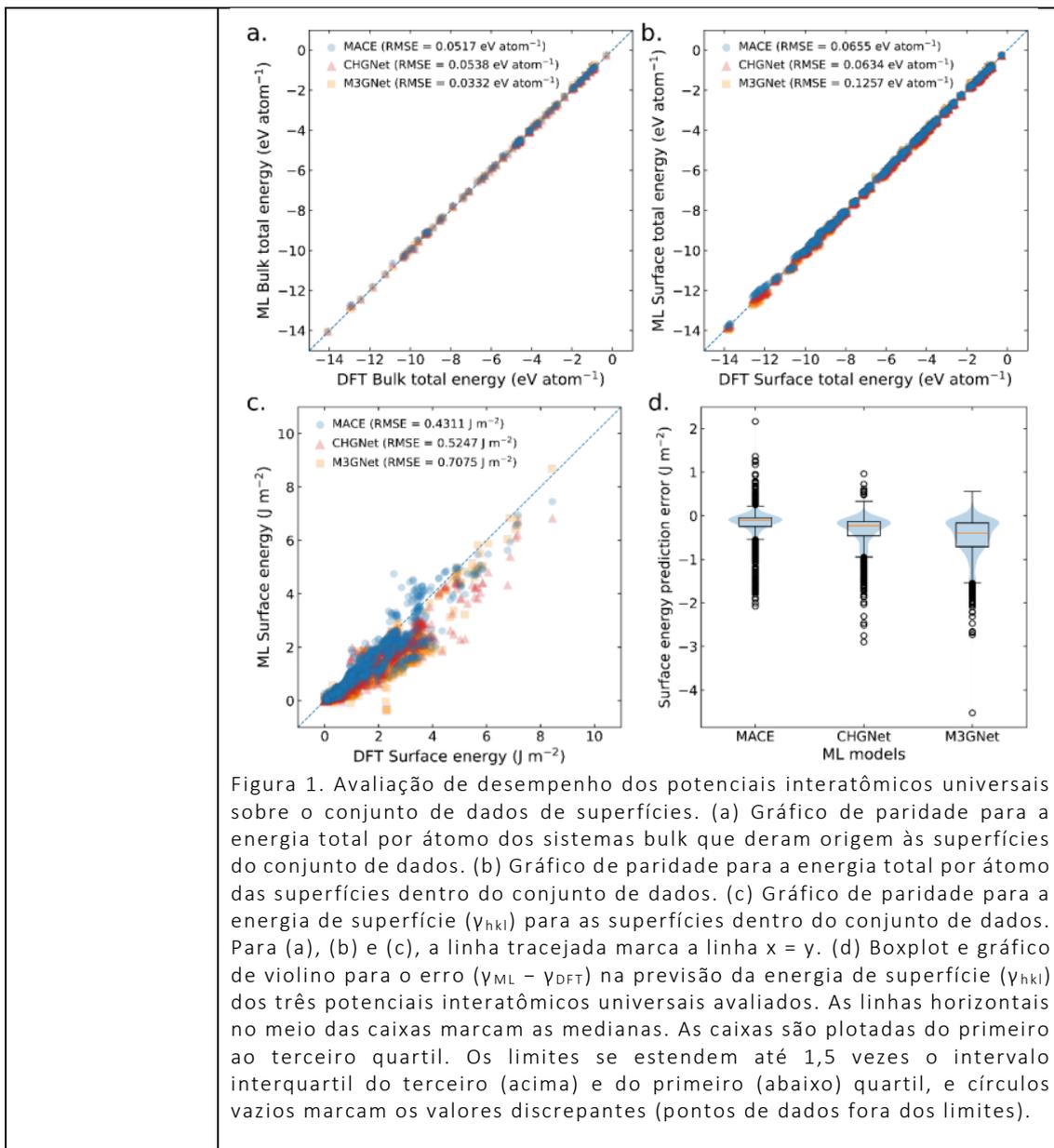
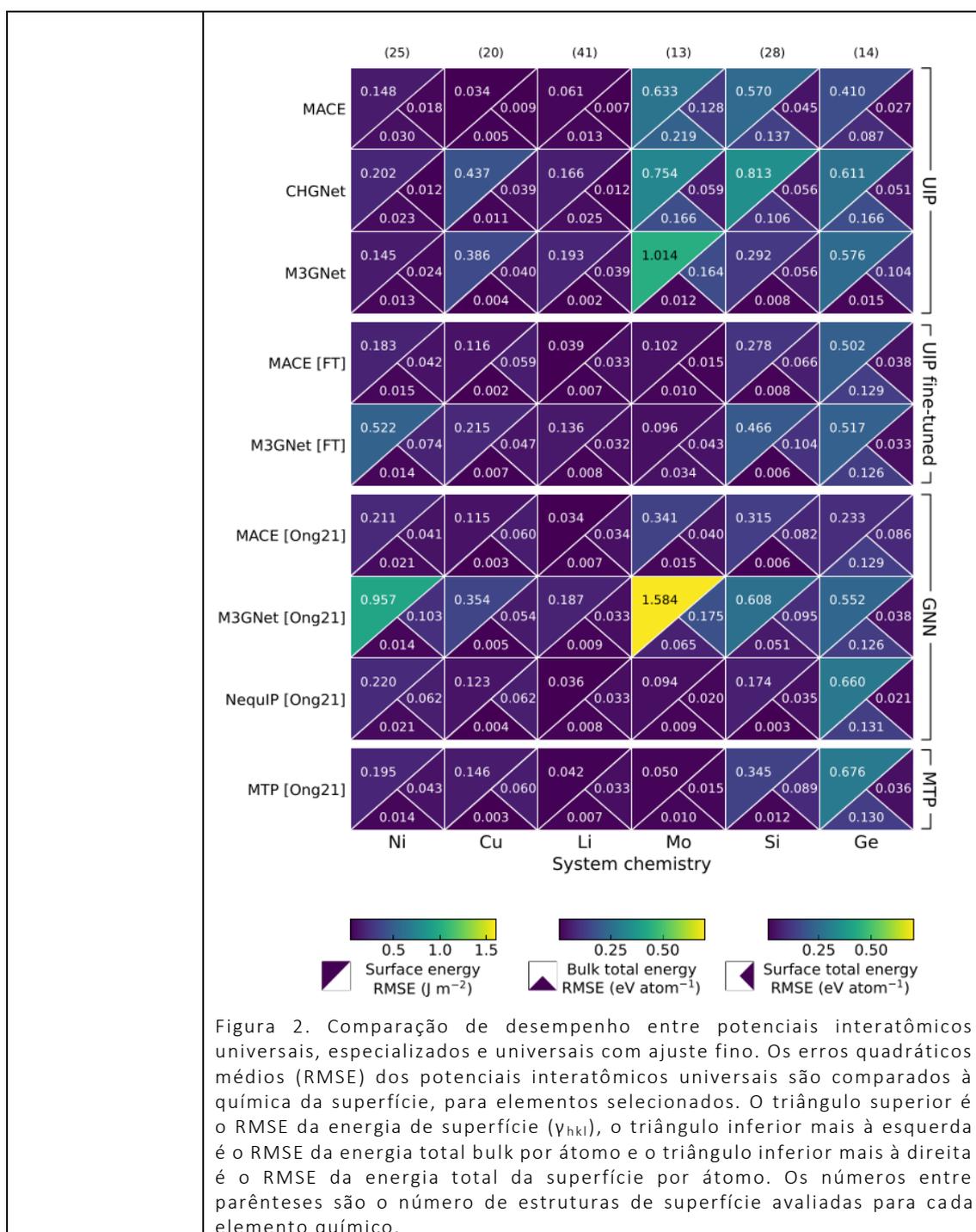


Figura 1. Avaliação de desempenho dos potenciais interatômicos universais sobre o conjunto de dados de superfícies. (a) Gráfico de paridade para a energia total por átomo dos sistemas bulk que deram origem às superfícies do conjunto de dados. (b) Gráfico de paridade para a energia total por átomo das superfícies dentro do conjunto de dados. (c) Gráfico de paridade para a energia de superfície (γ_{hkl}) para as superfícies dentro do conjunto de dados. Para (a), (b) e (c), a linha tracejada marca a linha $x = y$. (d) Boxplot e gráfico de violino para o erro ($\gamma_{ML} - \gamma_{DFT}$) na previsão da energia de superfície (γ_{hkl}) dos três potenciais interatômicos universais avaliados. As linhas horizontais no meio das caixas marcam as medianas. As caixas são plotadas do primeiro ao terceiro quartil. Os limites se estendem até 1,5 vezes o intervalo interquartil do terceiro (acima) e do primeiro (abaixo) quartil, e círculos vazios marcam os valores discrepantes (pontos de dados fora dos limites).



Programa de P&D Agroambiental

Ecotoxicidade

49. Preparação, caracterização e ecotoxicidade de (nano) materiais avançados

PROJETO	Programa de P&D em Agroambiental - Ecotoxicidade
ATIVIDADE	Programa de P&D em Agroambiental - Ecotoxicidade
META	Preparação, caracterização e toxicidade de (nano)materiais avançados
INDICADOR	Relatório de Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Outubro/2024

TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>O desenvolvimento de novos materiais avançados, com aplicações que vão desde a indústria até a medicina, é fundamental para impulsionar o progresso tecnológico e atender a demandas emergentes em diversos setores industriais. No entanto, tão crucial quanto a inovação e o potencial desses novos materiais, é a compreensão dos seus potenciais efeitos adversos e toxicológicos para saúde humana, animal e ambiental. Este projeto contempla os resultados obtidos a partir de dois projetos distintos: 1) caracterização e toxicidade de nanopartículas luminescentes dopadas com lantanídeos; e 2) uso de nanocelulose como agente dispersante de nanotubos de carbono, a caracterização desse material e avaliação da sua toxicidade.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>1. Nanopartículas luminescentes dopadas com lantanídeos</p> <p>A presença de soro fetal bovino (FBS) demonstrou um efeito protetor, minimizando o vazamento de LDH e reduzindo os danos às membranas celulares, indicando que a corona de proteínas desempenha um papel crucial na estabilização das nanopartículas e na proteção celular.</p> <p>Os ensaios de viabilidade celular, como Alamar Blue e MTT, indicaram que, mesmo na presença de FBS, as nanopartículas afetaram negativamente a atividade metabólica das células, especialmente em concentrações mais altas, reforçando que a toxicidade das nanopartículas é dose-dependente. Embora as nanopartículas tenham mostrado segurança em termos de mortalidade e malformações no ensaio FET, a leve redução no comprimento das larvas expostas sem córion sugere que pode haver efeitos subletais que merecem investigação adicional, especialmente em concentrações mais altas.</p> <p>O comportamento das nanopartículas em água mineral reconstituída (RW), onde formaram grandes aglomerados e sedimentaram, pode ter reduzido a disponibilidade das partículas para interagir com os embriões, contribuindo para a ausência de efeitos tóxicos evidentes. Essa dinâmica deve ser considerada ao avaliar a toxicidade das nanopartículas em diferentes meios.</p> <p>Os resultados sugerem que, apesar das nanopartículas não causarem efeitos adversos agudos evidentes, ainda assim podem influenciar o desenvolvimento celular e a função metabólica. Estudos adicionais são necessários para explorar as interações a longo prazo e os efeitos potenciais na saúde dos organismos em diferentes condições experimentais.</p> <p>2. Uso de nanocelulose como agente dispersante de nanotubos de carbono: caracterização coloidal e avaliação da toxicidade em embriões de zebrafish</p> <p>Estudos de caracterização demonstraram que os nanotubos de carbono (CNT) estavam bem dispersos ao longo da matriz de nanocelulose, tanto para a versão catiônica quanto para a aniônica, durante o período de</p>

	<p>exposição analisado (96 h). Essa dispersão adequada é fundamental na avaliação da toxicidade de nanomateriais hidrofóbicos como os CNTs.</p> <p>Os híbridos CNT-cCNF e CNT-aCNF exibiram boa estabilidade coloidal em água ultrapura (UPW), resultado das interações não covalentes, predominantemente eletrostáticas e hidrofóbicas. Contudo, em meio padrão de água EPA, os CNTs mostraram maior estabilidade quando dispersos em cCNF do que em aCNF. Essa observação foi corroborada por análises de potencial zeta e dispersão de luz dinâmica (DLS), sugerindo que a carga superficial da nanocelulose influencia diretamente a estabilidade coloidal dos CNTs. Isso ressalta a importância de estudar os padrões de agregação dos nanomateriais em diferentes meios dispersantes na avaliação de sua toxicidade.</p> <p>Os testes de toxicidade embrionária (FET) revelaram que o material CNT-cCNF apresentou maior toxicidade em embriões de zebrafish, afetando significativamente a sobrevivência, a eclosão e o comprimento das larvas, enquanto o CNT-aCNF mostrou-se menos tóxico. Isso indica que a carga superficial da nanocelulose desempenha um papel crítico na toxicidade desses materiais. Embora a estabilidade coloidal do CNT-aCNF em EPA tenha sido ligeiramente inferior (80%) em comparação com o CNT-cCNF (superior a 90%), foi a carga superficial, e não a pequena diminuição na estabilidade, a principal responsável pela ausência de efeitos tóxicos do CNT-aCNF nos embriões de zebrafish.</p> <p>Os materiais à base de nanocelulose podem servir como uma plataforma modelo para dispersão de nanomateriais de carbono. No entanto, a funcionalização da superfície deve ser considerada na análise da toxicidade intrínseca, a fim de orientar o desenvolvimento de materiais mais seguros.</p>
--	--

50. Luz síncrotron (Carnaúba e Imbúia) para caracterização de nanobiointerações e desenvolvimento de metodologias

PROJETO	Programa de P&D em Agroambiental
ATIVIDADE	Ecotoxicidade
META	Luz síncrotron (Carnaúba e Imbúia) para caracterização de nanobiointerações e desenvolvimento de metodologias
INDICADOR	Relatório de Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Outubro/2024
TERMO ADITIVO	44 ^o
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	A caracterização das propriedades físico-químicas e avaliação da toxicidade de nanomateriais apresentam grandes desafios, exigindo ferramentas especializadas e avançadas. A luz síncrotron oferece vantagens significativas para estudos em nanotoxicologia, como melhor resolução espacial e temporal. A linha Carnaúba do Sirius se destaca por sua capacidade de analisar metais em sistemas biológicos com alta precisão, enquanto a linha Imbúia é essencial para caracterizações vibracionais,

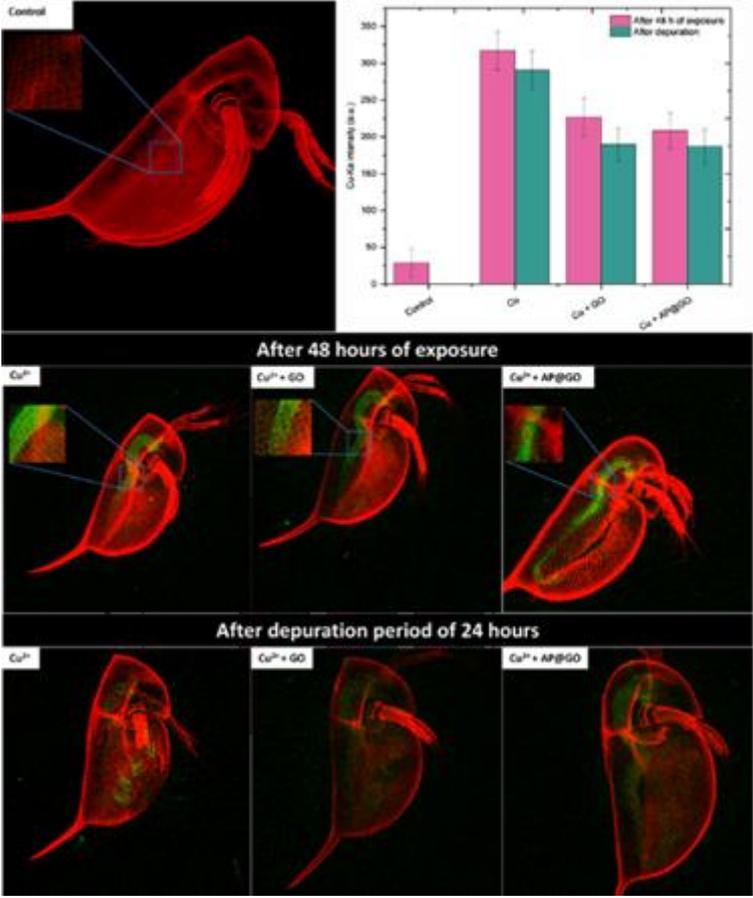
	<p>como a análise de óxido de grafeno. O projeto colaborativo utilizou essas técnicas para investigar interações de nanomateriais com organismos aquáticos e processos de transformação química. A técnica de fluorescência de raios X (XRF) na linha Carnaúba revelou que o cobre se acumula no trato gastrointestinal das Daphnias e que o GO@AP facilita sua eliminação. Na linha Imbuia, a espectroscopia de infravermelho com s-SNOM mostrou alterações nas bandas espectrais do GO após tratamento com NaClO, indicando oxidação e novas estruturas. Essas técnicas foram essenciais para alcançar alta resolução e precisão nas análises.</p>															
<p>EVIDÊNCIAS</p>	<p>A análise por espectroscopia de fluorescência de raios X com radiação síncrotron (SXRF) foi utilizada para investigar a biodistribuição do cobre em <i>D. similis</i> expostas a Cu^{2+}, Cu^{2+} combinado com GO e GO@AP. A exposição seguiu o método nº 202 da OECD, com as daphnias expostas por 48 horas a $10 \mu\text{g L}^{-1}$ de Cu^{2+} e 1mg L^{-1} de GO ou GO@AP, seguidas de um ensaio de depuração. As amostras foram congeladas instantaneamente e analisadas na linha Carnaúba no Sirius. Os resultados mostraram que o cobre foi absorvido principalmente pelo trato gastrointestinal, sendo o GO@AP mais eficiente na eliminação do metal, demonstrando seu potencial para mitigar o acúmulo de metais pesados neste organismo bioindicador de qualidade de águas.</p>  <table border="1"> <caption>Copper Intensity (a.u.) Data from Bar Chart</caption> <thead> <tr> <th>Treatment</th> <th>After 48 h of exposure</th> <th>After depuration</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Control</td> <td>~50</td> <td>~50</td> </tr> <tr> <td>Cu</td> <td>~320</td> <td>~280</td> </tr> <tr> <td>Cu + GO</td> <td>~230</td> <td>~190</td> </tr> <tr> <td>Cu + AP@GO</td> <td>~210</td> <td>~180</td> </tr> </tbody> </table>	Treatment	After 48 h of exposure	After depuration	Control	~50	~50	Cu	~320	~280	Cu + GO	~230	~190	Cu + AP@GO	~210	~180
Treatment	After 48 h of exposure	After depuration														
Control	~50	~50														
Cu	~320	~280														
Cu + GO	~230	~190														
Cu + AP@GO	~210	~180														

Figura 1. Mapeamento por SXRF mostrando a localização e distribuição de Ca (vermelho) e Cu (verde) no organismo *D. similis*. O gráfico mostra a intensidade do cobre antes e após o ensaio de depuração.

A análise de s-SNOM com radiação síncrotron na linha Imbuia foi realizada para avaliar a composição do GO antes e após o tratamento com hipoclorito de sódio (NaClO). O GO foi exposto ao NaClO por diferentes períodos, e amostras foram coletadas, dialisadas e colocadas em substratos tratados com glow plasma discharge para otimizar a distribuição. As medidas foram realizadas na faixa de 600 a 5000 cm^{-1} , com espectros coletados em dois locais distintos. Os resultados mostraram que a oxidação do GO gerou materiais mais oxigenados e com e com cadeias carbônicas menores, evidenciado pelo aparecimento de novas bandas, como a de C=C de compostos alifáticos em 1590 cm^{-1} .

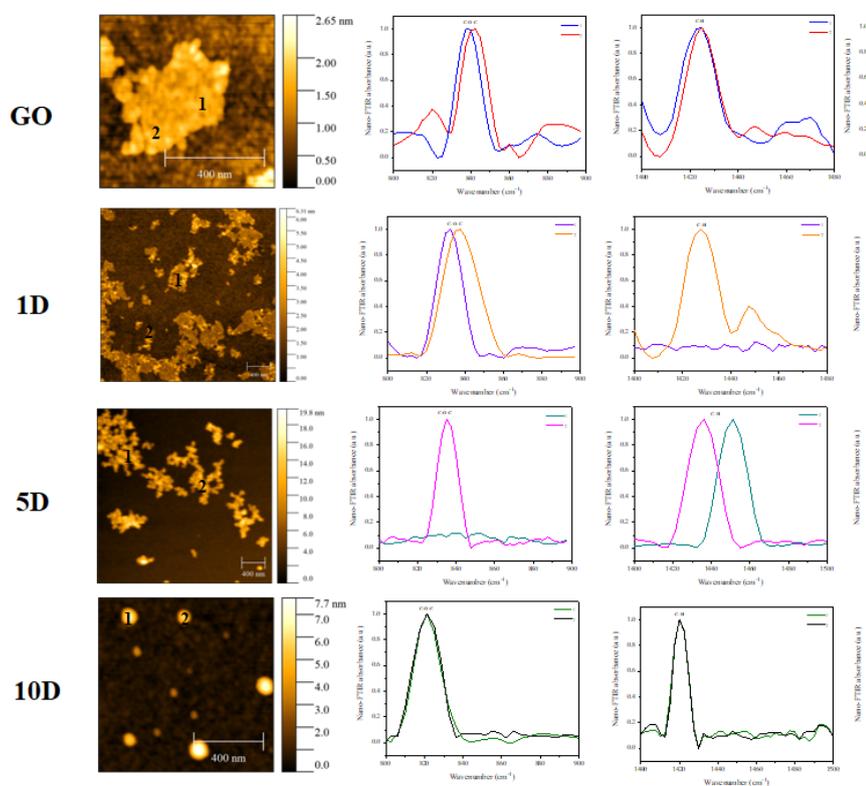


Figura 2. Resultados obtidos a partir da técnica s-SNOM, os gráficos mostram a absorvância ferente a marcação feita na imagem (1 e 2) para cada imagem de AFM referente ao respectivo tempo de degradação. Os intervalos de absorvância foram: 800-900 cm^{-1} ; 1400-1500 cm^{-1} e 1550-1800 cm^{-1} .

51. Elaboração de workflows e registro de dados em plataformas digitais

PROJETO	Programa de P&D Agroambiental - Ecotoxicidade
ATIVIDADE	Programa de P&D em Agroambiental - Ecotoxicidade
META	Elaboração de workflows e registro de dados em plataformas digitais

INDICADOR	Relatório de Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Outubro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>A avaliação de ecotoxicidade e nanossegrurança, que busca avaliar os riscos da exposição a materiais em nanoescala, abrange síntese e caracterização de materiais, ciência da exposição, toxicologia e abordagens computacionais, resultando em fluxos de trabalho experimentais complexos (workflows) e diversos tipos de dados em plataformas digitais. Gerenciar os fluxos de dados, com foco na procedência (quem gerou os dados e para qual propósito) e qualidade (como os dados foram gerados, usando qual protocolo com quais controles), como parte de um bom gerenciamento de resultados de pesquisa, é necessário para maximizar o potencial de reutilização e o valor dos dados. Mapas de Instâncias (InstanceMaps) foram desenvolvidos e evoluídos para visualizar fluxos de trabalho de nanossegrurança experimental e para preencher a lacuna entre os princípios teóricos de dados FAIR (Findable, Accessible, Interoperable and Re-usable) e a prática cotidiana de pesquisadores experimentais.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>Mapas de Instâncias (InstanceMaps) são mais eficazes quando aplicados no estágio de design do estudo para associar o fluxo de trabalho com os nanomateriais, condições ambientais, descrições de métodos, protocolos, modelos biológicos e computacionais a serem usados e os fluxos de dados decorrentes da execução do estudo. A aplicação da ferramenta InstanceMaps (descrita aqui) a fluxos de trabalho de pesquisa de complexidade crescente é apresentada para demonstrar sua utilidade, começando por (i) documentação da síntese, funcionalização e caracterização de um nanomaterial, sobre (ii) avaliação das transformações de um nanomaterial em meios complexos, (iii) descrição do cultivo de organismos modelo de ecotoxicidade <i>Daphnia magna</i> e seu uso em testes padronizados para avaliação de ecotoxicidade de nanomateriais e (iv) visualização de fluxos de trabalho complexos na avaliação de imunotoxicidade humana usando linhas celulares e modelos celulares primários, para (v) o uso da abordagem de mapa de instância para a coordenação de materiais e fluxos de dados em projetos colaborativos multi-parceiros complexos e para a demonstração de estudos de caso. Finalmente, áreas para desenvolvimento futuro da abordagem de Instance Maps são destacadas.</p> <p>Os resultados aqui descritos é fruto da colaboração com parceiros europeus devido atividades de pesquisa vinculadas ao Projeto CompSafeNano H2020 em andamento e foram publicados recentemente (Punz et al., 2025. <i>Instance maps as an organising concept for complex experimental workflows as demonstrated for (nano) material safety research. Beilstein Journal of Nanotechnology, 16:1 57-77</i>).</p>

Remediação Ambiental

52. Fabricar, caracterizar e aplicar sensores elétricos vestíveis em folhas para o monitoramento da saúde de plantas em condições do microclima variáveis usando *machine learning*.

PROJETO	Programa de P&D em Agroambiental - Remediação Ambiental
ATIVIDADE	Programa de P&D Agroambiental - Remediação Ambiental
META	Fabricar, caracterizar e aplicar sensores elétricos vestíveis em folhas para o monitoramento da saúde de plantas em condições do microclima variáveis usando <i>machine learning</i>
INDICADOR	Relatório de Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Setembro/2024
TERMO ADITIVO	44º TA
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>Esforços anteriores endereçaram alguns desafios frente ao uso dos sensores impedimétricos vestíveis em folhas combinadas com <i>machine learning</i> (ML) para o monitoramento <i>in-situ</i>, em tempo real e a longo prazo da perda de água de plantas de soja. São eles a capacidade de escalonamento e a reprodutibilidade dos sensores, a sua adesão em folhas e a sua biocompatibilidade. Na prática, sensores em padrões <i>free-standing</i> (não suportados sobre substrato) de níquel (Ni) foram produzidos por um método baseado em etapas de fotolitografia e eletrodeposição, e aderidos a folhas de soja e cana-de-açúcar através do uso de fita adesiva comercial. Ao longo dos últimos 12 meses, avanços foram alcançados visando solucionar um outro desafio crucial para a aplicabilidade do método: a determinação da perda de água sob condição variável do microclima (temperatura e umidade).</p> <p>Um potenciostato (equipamento utilizado para medidas de impedância, Z) portátil com uma alta autonomia de carga e controlado por <i>smartphone</i> segue sendo usado. Por outro lado, os nossos sensores vestíveis (baseados em eletrodos <i>free-standing</i> de Ni foram revestidos com nanofilme de ouro (Au) de modo a evitar a oxidação do Ni e, assim, garantir medidas de Z a longo prazo estáveis. Esses sensores foram usados para medidas de Z de folhas de soja em casa de vegetação ao longo de aproximadamente 10 dias. Os valores de temperatura e umidade foram também monitorados durante esse período.</p> <p>Através do uso do método de ML denominado <i>random forest</i> (RF), não obstante Z varie com o microclima em baixas frequências, foi possível gerar um algoritmo que nos permitiu determinar a perda de água com acurácia. Além dos valores de temperatura e de umidade, as impedâncias obtidas em frequências altas ($>10^3$ Hz) foram usadas como dados de entrada para o tratamento por RF. Adicionalmente, foi desenvolvido um aplicativo (app) em Android de modo a permitir a análise automática da perda de água usando <i>smartphone</i> ou laptop. Atualmente, um artigo contemplando esses avanços está em fase de escrita e será submetido ao jornal <i>Science Advances</i>.</p>

EVIDÊNCIAS

Ao longo dos 10 dias de monitoramento, a planta de soja foi irrigada em apenas 2 momentos, a saber, após aproximadamente 100 e 192 h de experimento. A temperatura e a umidade tiveram uma variação periódica em função do dia e da noite (**Figura 1**). Em função do funcionamento da casa de vegetação, a qual conta com um sistema de injeção de vapor d'água uma vez que o seu ambiente interno alcança 30°C, a umidade apresentou um perfil similar àquele da temperatura, aumentando ao longo do dia e diminuindo ao longo da noite. Em relação aos dados de Z obtidos em frequências baixas ($<10^3$ Hz), eles não responderam à adição de água (dados não mostrados), variando apenas com o microclima. Em linhas gerais, esses dados de impedância aumentaram e diminuíram ao longo do dia e da noite, respectivamente. Por outro lado, as impedâncias em frequências elevadas ($>10^3$ Hz) não apenas variaram com o microclima, mostrando esse mesmo perfil das respostas abaixo de 10^3 Hz, como também reduziram após os momentos de irrigação da planta de soja (ver **Figura 1**). Essas variações, como esperado, indicam perda de água ao longo do dia, o que se dá devido à transpiração da folha, e ganho de água durante a noite e logo após a irrigação da planta.

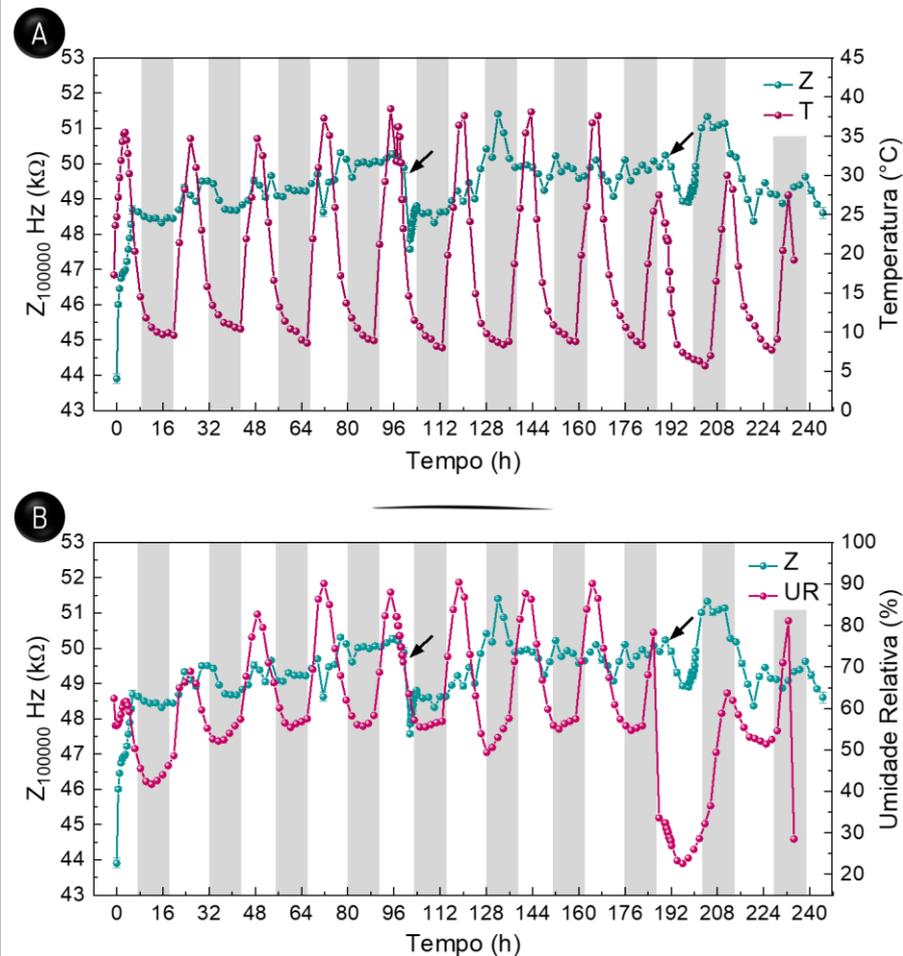


Figura 1. Monitoramento a longo prazo da perda de água de folha de soja em casa de vegetação. **(A)** Dados de Z e temperatura (T). **(B)** Dados de Z e umidade relativa (UR). Em ambos os gráficos, as setas pretas indicam os momentos de irrigação da raiz da planta.

	<p>Utilizando um algoritmo gerado por RF após o processamento de medidas realizadas também em casa de vegetação, mas a folhas de soja cortadas da planta (esse corte foi feito para acelerar a perda de água e permitir a sua determinação por meio de balança analítica, valor considerado como verdadeiro para a geração do algoritmo), os teores de perda de água da folha de soja na planta puderam ser determinados com erros (RMSEs, <i>root mean squared errors</i>) inferiores a 7%. Em concordância com os dados discutidos no parágrafo anterior, os valores de Z adquiridos em frequências altas foram aqueles que tiveram as maiores importâncias relativas para a predição da perda de água por RF. Além dessas impedâncias, os valores de temperatura e umidade também compuseram os dados de entrada para o ajuste do algoritmo de ML.</p> <p>Os resultados alcançados mostram que o uso dos sensores vestíveis impedimétricos combinado com o tratamento dos dados por ML possibilitam a determinação da perda de água da folha da soja mesmo a longo prazo e sob condições do microclima variáveis. Assim, eles representam um avanço essencial no que tange à aplicabilidade do método, seja em agricultura de precisão, em estudos de toxicidade ou no desenvolvimento de insumos agrícolas.</p>
--	---

53. Desenvolvimento de materiais híbridos para remediação ambiental

PROJETO	Programa de P&D em Agroambiental – Remediação Ambiental
ATIVIDADE	Programa de P&D em Agroambiental – Remediação Ambiental
META	Desenvolvimento de materiais híbridos para remediação ambiental
INDICADOR	Relatório de Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Outubro/2024
TERMO ADITIVO	44 ^o
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>A remoção de poluentes da água é crucial para reduzir riscos ambientais e melhorar o reuso sustentável. Nanomateriais à base de carbono, como o óxido de grafeno, destacam-se devido à sua alta capacidade de adsorção. A funcionalização de superfícies com biocoronas, utilizando biomoléculas de baixo custo, pode aumentar significativamente a eficiência na remoção de metais pesados. Algas verdes também oferecem uma solução promissora para a biorremediação. Através da engenharia de corona, utilizamos as proteínas de alga e criamos um material de GO com capacidade de adsorção de cobre melhorada, sendo uma abordagem inovadora e sustentável.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>O óxido de grafeno (GO) foi sintetizado utilizando o método de Hummer, e sua caracterização detalhada revelou uma camada única e propriedades coloidais que foram avaliadas tanto em água ultrapura (UW) quanto em água reconstituída (RW). Quando combinado com biomoléculas extraídas da alga <i>Raphidocelis subcapitata</i> (GO@AP), o GO mostrou uma adsorção seletiva de proteínas na sua superfície, evidenciada por análises de SDS-</p>

PAGE e espectroscopia FTIR, que indicaram a formação de uma biocorona proteica. Essa interação também foi confirmada por análise de topografia por AFM e espectroscopia de fotoelétrons (XPS), que indicaram modificações na química superficial do material (Figura 1). Estudos de estabilidade coloidal demonstraram que, em RW, o GO sem proteínas agregava-se rapidamente, enquanto o GO@AP manteve-se estável por mais tempo, reduzindo a sedimentação.

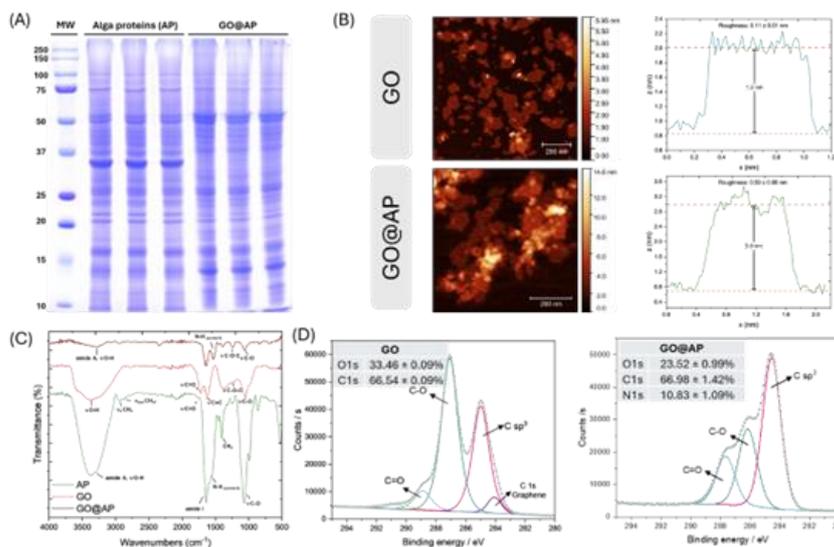


Figura 1. (A) Análise de SDS-PAGE das proteínas solúveis totais da extração de *R. subcapitata* e das proteínas recuperadas da superfície do óxido de grafeno após a formação da corona. (B) Imagens de AFM mostrando topografia do óxido de grafeno antes e após a formação da proteína corona. (C) FTIR do GO e GO@AP. (D) Dados de XPS do GO e GO@AP.

Além disso, os experimentos de adsorção de cobre mostraram que o GO@AP apresentou uma capacidade significativamente maior de remover íons de cobre da água, se comparado ao GO puro. As isotermas de adsorção, ajustadas pelos modelos de Langmuir, Freundlich e Sips, indicaram que o GO@AP oferece vantagens devido à sua maior estabilidade em suspensão e à sua interação prolongada com os íons de cobre (tabela 1). Esses resultados indicam que a engenharia de corona permitiu criar um material inovador e sustentável com maior capacidade de adsorção de cobre, com potencial para aplicação em processos de remediação ambiental, especialmente na remoção de metais pesados de ambientes aquáticos.

Tabela 1. Parâmetros da isoterma de adsorção ajustados obtidos por regressão não linear para a adsorção de cobre por diferentes materiais.

Tabela 1. Parâmetros da isoterma de adsorção ajustados obtidos por regressão não linear para a adsorção de cobre por diferentes materiais.				
Langmuir				
System	q_m (mg g ⁻¹)	K_L (L mg ⁻¹)	R^2	
Cu + GO	322.15	0.0184	0.9801	
Cu + AP@GO	522.50	0.0089	0.9617	
Freundlich				
System	n	K_F ((mg g ⁻¹) (mg L ⁻¹) ^{-1/n})	R^2	
Cu + GO	2.305	25.054	0.9771	
Cu + AP@GO	1.946	23.177	0.9884	
Sips				
System	q_s (mg g ⁻¹)	K_s (L mg ⁻¹)	m_s	R^2
Cu + GO	460.56	0.0299	0.7077	0.9944
Cu + AP@GO	404.23	0.0106	0.5193	0.9941

54. *Produção de nanocompósitos porosos obtidos de fontes renováveis: avaliação morfológica, morfométrica e capacidade de retenção de poluentes usando tomografia 4D in situ usando luz síncrotron*

PROJETO	Programa de P&D Agroambiental - Remediação Ambiental
ATIVIDADE	Programa de P&D Agroambiental - Remediação Ambiental
META	Produção de nanocompósitos porosos obtidos de fontes renováveis: avaliação morfológica, morfométrica e capacidade de retenção de poluentes usando tomografia 4D <i>in situ</i> usando luz síncrotron
INDICADOR	Relatório de Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Outubro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	Neste estudo foram validadas estratégias para a produção e caracterização de compósitos porosos de nanofibrilas de celulose (CNF) com látex de borracha natural (LBN) (80/20 m/m), chamados de criogéis, com foco em propriedades mecânicas e capacidade de reuso para captura de contaminantes ambientais. Os ensaios mecânicos iniciais demandaram a criação de um <i>setup</i> de compressão acoplado à tomografia de raios-X, que mapeou mudanças morfológicas do criogel nos regimes elástico e plástico, visando analisar sua resiliência física durante sua aplicação. Em seguida, a capacidade de reuso do criogel (usando óleo como modelo) foi testada por meio de centrifugação mecânica, um método sustentável que permite a dessorção de contaminantes sem solventes orgânicos. Esse processo foi validado com microtomografia de raios-X (μ CT) de bancada, incorporando conceitos de tomografia 4D (resolução de $\sim 1 \mu\text{m}$) para acompanhar o comportamento do criogel ao longo dos ciclos de reuso. Para segmentar o óleo com elevada acurácia, foi desenvolvido um protocolo computacional com técnicas de rotulagem de textura e o treinamento de uma rede SA-Unet baseada em <i>deep learning</i> . Esse protocolo

	<p>possibilitou a obtenção de dados morfológicos e morfométricos detalhados em sistemas com baixo contraste de fase. Na segunda etapa, foi realizada uma análise <i>in situ</i> da dinâmica de absorção/adsorção de óleo na estrutura porosa dos criogéis, utilizando tomografia de raios-X 4D acoplada à luz síncrotron. Essa técnica permitiu uma visão detalhada e em tempo real das interações entre o óleo e o criogel durante o processo de absorção/adsorção. Dessa forma, este estudo contribui para o desenvolvimento de criogéis voltados à remediação ambiental, oferecendo novas soluções computacionais e metodológicas para a análise e otimização de materiais porosos e sua capacidade de reuso.</p>
<p>EVIDÊNCIAS</p>	<p>Para desenvolver estruturas altamente porosas, CNFs do bagaço de cana-de-açúcar foram combinadas com LBN, formando criogéis 3D com controle de porosidade e interconectividade. As propriedades mecânicas dos criogéis foram avaliadas no modo <i>ex situ</i> com um <i>setup</i> de compressão acoplado à tomografia de raios X, desenvolvido como um dos objetivos deste projeto (Figura 1a). O sistema permitiu o controle preciso da deformação do criogel por meio de um micrômetro conectado a um pistão, comprimindo a amostra até a deformação especificada, viabilizando assim análises <i>ex situ</i> detalhadas (Figura 1b). O copo porta amostra foi desenvolvido com paredes de resina Clear de 1 mm, para evitar interferências indesejadas dos raios X e permitir uma visualização clara das mudanças morfológicas na amostra (Figura 1c, d). Durante o ensaio na linha de luz síncrotron (Figura 1e), observou-se que no regime elástico os poros paralelos à compressão apresentaram flexão nas paredes; enquanto no regime plástico, ocorreu achatamento e flambagem (Figura 1f). A partir de $\epsilon \geq 45\%$, iniciou-se a densificação do sistema poroso, resultando no colapso e fratura total dos poros e um aumento na rigidez do material. A morfometria indicou redução nos diâmetros dos poros de $262 \pm 143 \mu\text{m}$ para $175 \pm 86 \mu\text{m}$, sinalizando o empacotamento sob compressão. Assim, foi possível identificar uma série de mecanismos de deformação que explicam os comportamentos observados em escala macroscópica por parte dos criogéis.</p>

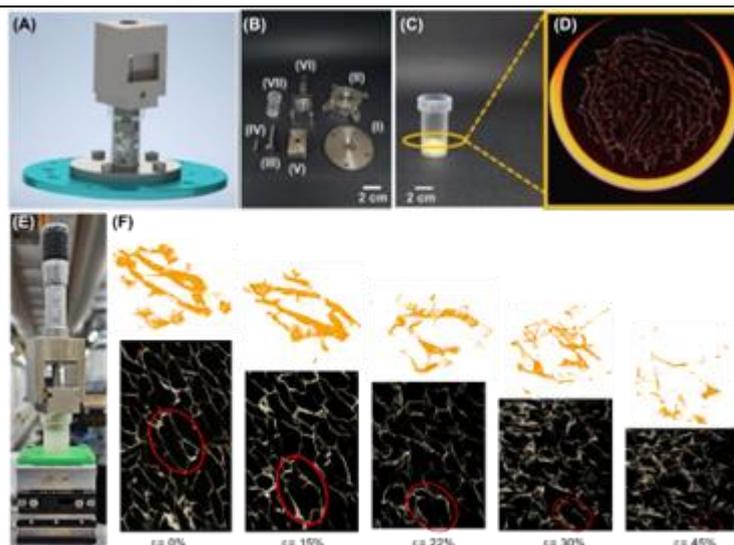


Figura 1. (a) Setup de compressão mecânica renderizado, com (b) identificação dos componentes usinados. (c) Copo porta amostra em resina transparente e (d) imagem de raios-X reconstruída da espuma interna. Análise da deformação *ex situ* dos criogéis CNF/LBN: (e) configuração do setup com criogel no copo porta amostra; (f) evolução da microestrutura interna durante a compressão mecânica, com destaque para a alteração da forma de um poro renderizado em 3D.

A partir dessas análises foi possível aferir a elevada resiliência mecânica dos criogéis de CNF/LBN, sendo expandido a investigação desses criogéis em relação a sua capacidade de reutilização na absorção/adsorção de contaminantes ambientais, utilizando o óleo como modelo de contaminante ideal e a centrifugação mecânica como um método sustentável de dessorção do contaminante (Figura 2a). Os criogéis demonstraram uma capacidade inicial de captura de 30 g de óleo para cada 1 g de criogel, atingindo uma aparente estabilização em 50% dessa capacidade inicial após 30 ciclos de reuso (Figura 2b). A técnica μ CT de bancada juntamente com o protocolo computacional proposto foi essencial para caracterizar as possíveis mudanças morfológicas ao longo dos ciclos de reuso, revelando uma ligeira variação na porosidade (\sim 75-80%) e espessura de parede (\sim 40-45 μ m), com um discreto estreitamento na distribuição do tamanho dos poros, mantendo assim o elevado desempenho dos criogéis. Em uma segunda etapa, análises de tomografia *in situ* dos criogéis acoplados a luz síncrotron foram essenciais para melhor compreender a cinética de absorção do contaminante na estrutura porosa dos criogéis. Para a análise *in situ*, os criogéis foram produzidos em um tubo polimérico especialmente desenvolvido pelo grupo para essa finalidade (Figura 2c). O *setup* foi desenvolvido com o menor diâmetro possível, possibilitando assim o maior ganho em resolução temporal e espacial. Além disso, o óleo foi introduzido pela base do tubo, o que possibilitou a observação do preenchimento gradual dos poros. Durante o processo, foi possível notar o surgimento e desaparecimento de bolhas de ar ao longo da

estrutura porosa, ilustrando a dinâmica de ocupação dos poros pelo óleo (Figura 2d). A falta de contraste entre o óleo, as paredes do criogel e as bolhas de ar dificultou a aplicação do protocolo computacional proposto para o μ CT de bancada. Isso trouxe novos desafios para esse projeto e para a linha MOGNO do Sirius, como o desenvolvimento de técnicas de reconstrução de imagem baseadas em recuperação de contraste de fase. Dessa forma, esse projeto contribuiu significativamente na área de criogéis para remediação ambiental e na otimização de métodos computacionais para análise de dados tomográficos de baixo contraste.

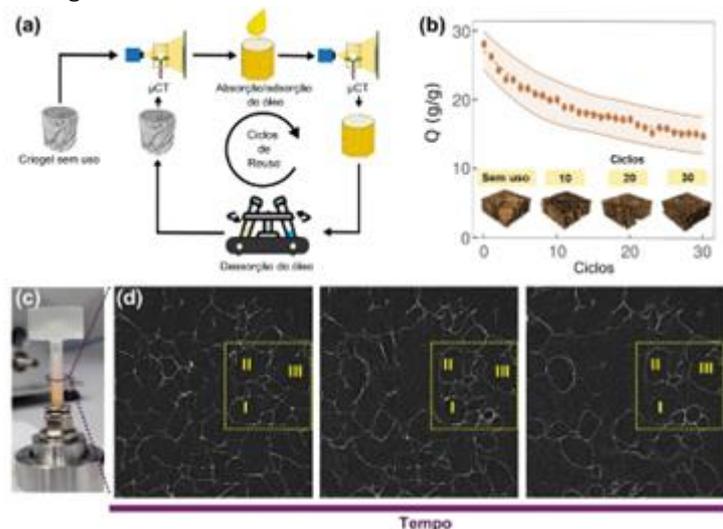


Figura 2. (a) Esquema do ensaio de reuso dos criogéis de CNF/LBN com tomografia de raios X. (b) Capacidade absorptiva (Q) ao longo dos ciclos, com linhas superior e inferior representando o desvio padrão, e renderização 3D dos volumes de interesse (VOIs) de 35 mm^3 . (c) Setup tubular com criogel 80/20 de CNF/LBN, mostrando injeção de óleo pela base (em laranja). (d) Sequência temporal de tomogramas mostrando a absorção de óleo: poro completamente preenchido (I) e poros parcialmente preenchidos com bolhas de ar (II e III).

Programa de P&D em Energia Renovável

Hidrogênio

55. *Fabricação de materiais modelos e novos materiais em escala nanométrica, caracterização das propriedades fundamentais com intuito de promover avanços no estado da arte da área, fabricação de protótipo e Avaliação de desempenho e estabilidade dos materiais desenvolvidos na geração de H2 verde*

PROJETO	Programa de P&D em Energia Renovável - Hidrogênio
ATIVIDADE	Programa de P&D em Energias Renováveis – Hidrogênio
META	Fabricação de materiais modelos e novos materiais em escala nanométrica, caracterização das propriedades fundamentais com intuito de promover

	avanços no estado da arte da área, fabricação de protótipo e Avaliação de desempenho e estabilidade dos materiais desenvolvidos na geração de H2 verde
INDICADOR	Relatório de Desenvolvimento Experimental-Projeto Executivo (FDR)
PRAZO	Outubro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>O subprograma de hidrogênio expandiu o conhecimento por meio de um estudo multidisciplinar, que combinou experimentos e simulações computacionais. O projeto abordou diversas etapas, começando pela identificação de materiais com maior potencial para integração nos sistemas, seguida pela criação de métodos de fabricação desses componentes. Além disso, foram realizados estudos científicos para compreender os fenômenos e as propriedades dos materiais, incluindo avaliações de desempenho, estabilidade, reprodutibilidade e toxicidade, tanto no processo de fabricação quanto nos materiais antes e após o uso. Os esforços foram concentrados no desenvolvimento de uma tecnologia 100% nacional, com componentes e rotas de fabricação totalmente dominados dentro do país. O subprograma também envolveu o desenvolvimento de protótipos em escala de laboratório, seguidos de testes em ambientes controlados e reais para validação dos resultados. Esses dados foram utilizados para alimentar uma plataforma de sustentabilidade, que se comprometeu a avaliar a viabilidade técnico-econômica da tecnologia em desenvolvimento. O objetivo final foi alcançado com sucesso, culminando no TRL 3 (<i>Technology Readiness Level 3</i>), com a construção do primeiro protótipo em escala de laboratório.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>A execução do subprograma de hidrogênio de baixo carbono foi documentada por meio de artigos científicos, com 13 publicações no total, sendo que 4 delas foram destaques em capa dos periódicos. Além disso, foram feitos 4 pedidos de patente, um para cada etapa do processo, com o apoio da Assessoria de Inovação do CNPEM. A construção do primeiro fotoeletrolisador em escala de protótipo desenvolvido no CNPEM foi premiada com o Prêmio Kurtz Polizter de Tecnologia 2023, concedido pela Associação das Indústrias Químicas do Brasil (ABIQUIM). A Figura 1, abaixo, ilustra o protótipo em operação no campo, onde foi avaliado tanto quanto à produção de hidrogênio quanto à toxicidade dos fotoeletrodos antes e após a operação, revelando que não apresentaram níveis letais para a amostra de referência. Outro aspecto importante do estudo, ilustrado na figura, são as curvas identificadas como light on/off, que validam que o funcionamento do protótipo ocorre exclusivamente com radiação solar.</p>

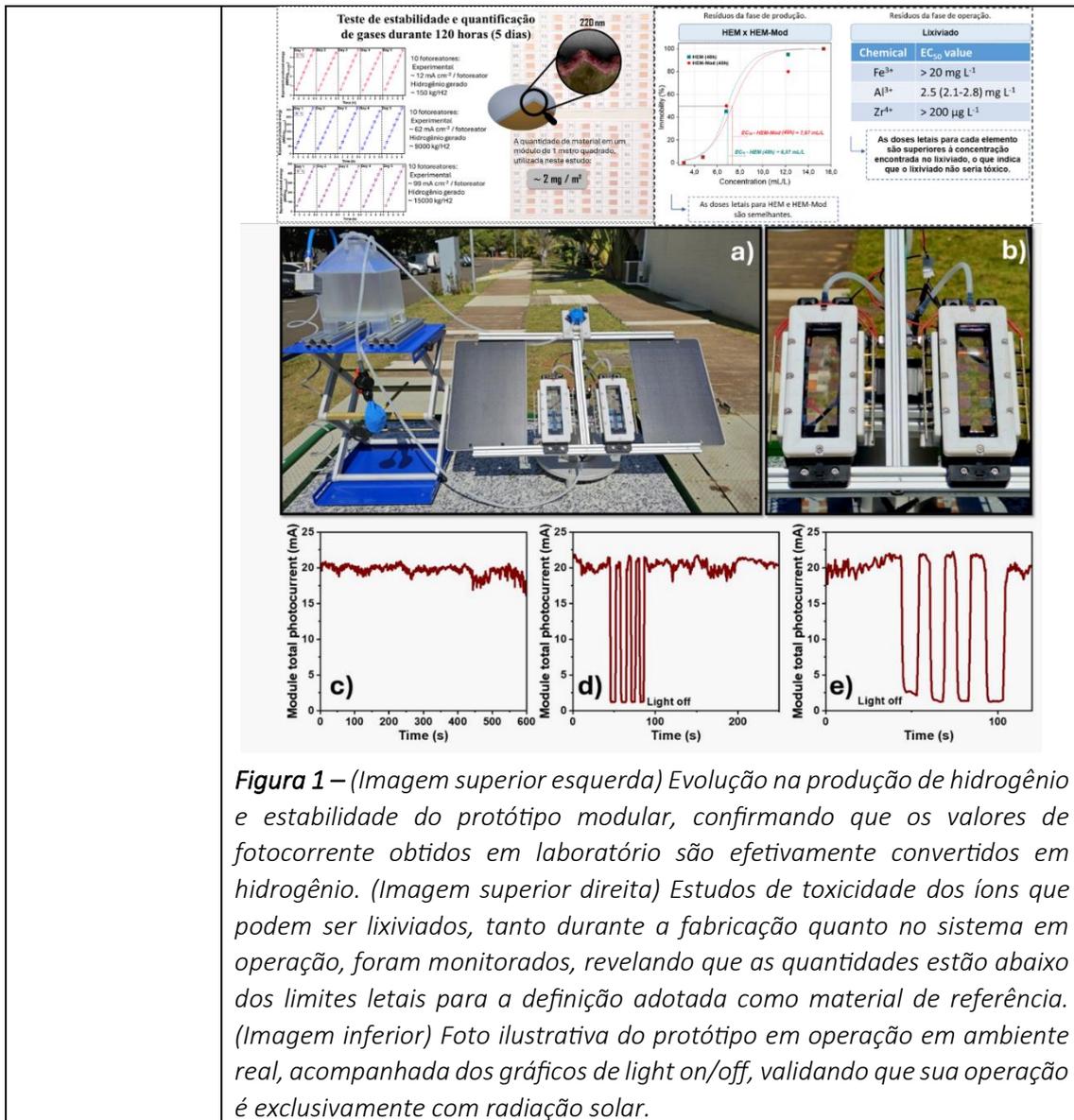


Figura 1 – (Imagem superior esquerda) Evolução na produção de hidrogênio e estabilidade do protótipo modular, confirmando que os valores de fotocorrente obtidos em laboratório são efetivamente convertidos em hidrogênio. (Imagem superior direita) Estudos de toxicidade dos íons que podem ser lixiviados, tanto durante a fabricação quanto no sistema em operação, foram monitorados, revelando que as quantidades estão abaixo dos limites letais para a definição adotada como material de referência. (Imagem inferior) Foto ilustrativa do protótipo em operação em ambiente real, acompanhada dos gráficos de light on/off, validando que sua operação é exclusivamente com radiação solar.

Programa de P&D em Materiais Renováveis

Funcionalização de Biopolímeros

56. *Obter informações teórico-computacional das forças intermoleculares responsáveis pela alta coesão das fibras lignocelulósicas*

PROJETO	Programa de P&D em Materiais Renováveis- Funcionalização de Biopolímeros
ATIVIDADE	Materiais Renováveis- Funcionalização de Biopolímeros
META	Obter informações teórico-computacional das forças intermoleculares responsáveis pela alta coesão das fibras lignocelulósicas
INDICADOR	Relatório de Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Julho/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>Na presente meta, foi explorada a força de interação entre a celulose e a lignina em diferentes solventes usando uma metodologia em múltiplas escalas. Para isso, foram utilizadas sondas de microscopia de força atômica (AFM) recobertas com lignina e filmes finos de fibras de celulose microfibrilada. Para o recobrimento das sondas, foi projetado um sistema para controlar a imersão da sonda na solução de lignina com precisão micrométrica. A força de adesão entre a sonda e o substrato foi medida por espectroscopia de força (AFM-FS) em diferentes solventes: i) 0% etanol, ii) 50% etanol e iii) 100% etanol. Para as medidas em meio líquido, foi projetada uma célula para troca de solvente <i>in situ</i>. Foram exploradas novas estratégias de aprendizado de máquinas para classificar automaticamente as curvas de força. A análise dos dados agrupados revelou uma dependência da força de adesão com a porcentagem de etanol, com maior consistência em 50% e variações em 0% e 100%. As simulações revelaram que a afinidade da lignina pela celulose é maior em 0% etanol e menor em 100% etanol. Apesar da maior força de adesão ocorrer em 0% etanol, a probabilidade da interação da lignina com as facetas da celulose é maior para 100% etanol, corroborando as medidas de AFM-FS. Os dados deste relatório estão sendo usados na elaboração de um artigo.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>Com o objetivo de quantificar o efeito do solvente nas interações nas interfaces bionano presentes na parede celular de plantas, medidas de AFM-FS combinadas com estratégias de aprendizado de máquinas e simulações de dinâmica molecular foram aplicadas para investigar o sistema celulose-lignina.</p> <p>Para quantificar a força de adesão entre a lignina e a celulose, pontas de AFM foram recobertas com uma solução de lignina Kraft (KL) 0,1% (acetona:água 9:1 v/v). As imagens de microscopia eletrônica de varredura revelam mudanças na morfologia da sonda (Figura 1a). Após o recobrimento, foi observado um aumento de 15 nm do raio das pontas e que a superfície da sonda contém 5,5% de átomos de carbono. O filme modelo de celulose foi obtido pela deposição de dispersões de celulose microfibrilada (MFC) por</p>

spin-coating em substratos de silício. A rugosidade RMS (R_q) do filme fino de celulose é de 2,2 nm (Figura 1b), o que é uma escala de grandeza menor que o raio da ponta de AFM. Isso garante que a ponta entre em contato apenas com a rede de microfibras, eliminando a influência de cavidades que poderiam reter mecanicamente a ponteira do AFM. As medidas de AFM-FS foram realizadas em meio líquido. A força de adesão foi obtida a partir do ponto mínimo de força das curvas de F-d e apresentadas em gráficos de violino e *boxplot* (Figura 1c). Esse tipo de gráfico permite visualizar rapidamente a média, mediana, outliers e a distribuição dos dados.

As curvas de F-d mostraram que a força de adesão diminui quando mudamos de 0% etanol para a mistura 50% etanol e aumenta quando esse último é trocado para 100% etanol. A força de adesão média para as medidas em 0% etanol, 50% etanol e 100% etanol foi $0,13 \pm 0,11$, $0,08 \pm 0,07$ e $0,26 \pm 0,24$ nN (média \pm desvio padrão), respectivamente. Das 1024 curvas para cada líquido, o 100% etanol apresentou cerca de 972 eventos de adesão (95%). Esse valor cai para 773 eventos de adesão (75%) para 50% etanol e 665 eventos de adesão (65%) para 0% etanol.

Curvas de força foram pré-processadas com PCA para redução de ruído. Similaridade entre curvas foi avaliada por DTW, outliers foram identificados por LOF e dados visualizados em duas dimensões por UMAP. Agrupamento k-médias com DTW e DBA foi aplicado, testando de 2 a 6 grupos, e a qualidade dos agrupamentos foi avaliada por inércia e score de silhueta. A Figura 1d apresenta a visualização dos resultados do agrupamento no espaço UMAP. Apesar da evidente separação espacial dos grupos, a fronteira entre eles é difusa, sem uma distinção clara. Diante da ausência de um número ótimo de grupos, investigamos os padrões de força de adesão em função do número de grupos e da porcentagem de etanol. Independentemente do número de grupos, observamos uma mudança significativa na força de adesão entre 0%, 50% e 100% de etanol. Com 50% de etanol, a força de adesão entre ponta e substrato apresenta valores mais consistentes e próximos a -0,1 nN, enquanto com 0% e 100% a distribuição é mais ampla. Em 0%, predominam forças de adesão repulsivas, com poucos valores negativos. Em 100%, os valores são majoritariamente negativos, com distribuição ampla e poucos casos positivos. Futuros trabalhos incluirão a análise da métrica de Calinski-Harabasz para determinar o número ideal de grupos.

A energia livre de adesão da lignina à celulose foi investigada por Umbrella Sampling em diferentes concentrações de etanol (0%, 50% e 100%). Para cada sistema, 25 simulações independentes foram realizadas, variando a distância de separação entre a lignina esférica e a superfície de celulose. Após equilíbrio, dados foram coletados por 100 ns em *ensemble* NpT. As simulações de dinâmica molecular revelaram diferenças significativas na afinidade da lignina pelas faces de celulose, dependendo do solvente utilizado (Figura 1e). Em geral, a lignina apresentou maior afinidade pela celulose em 0% etanol, menor afinidade em 100% etanol e valores intermediários em 50% etanol. As diferenças entre os solventes foram mais pronunciadas em algumas faces, com a seguinte ordem decrescente de energia livre de adesão no mínimo global: $100 > 010 > 110 > 1-10$. Os resultados experimentais e computacionais mostraram boa concordância qualitativa, revelando a

importância do solvente na interação de adesão. A combinação de técnicas experimentais e computacionais, juntamente com a análise de aprendizado de máquina, permitiu uma compreensão mais abrangente da complexa interação entre lignina, celulose e solventes, com implicações para o desenvolvimento de processos mais eficientes e sustentáveis na indústria de biomateriais. Estudos futuros aprofundarão a análise dos mecanismos de interação e explorarão diferentes porções da lignina, visando otimizar o uso desses recursos renováveis.

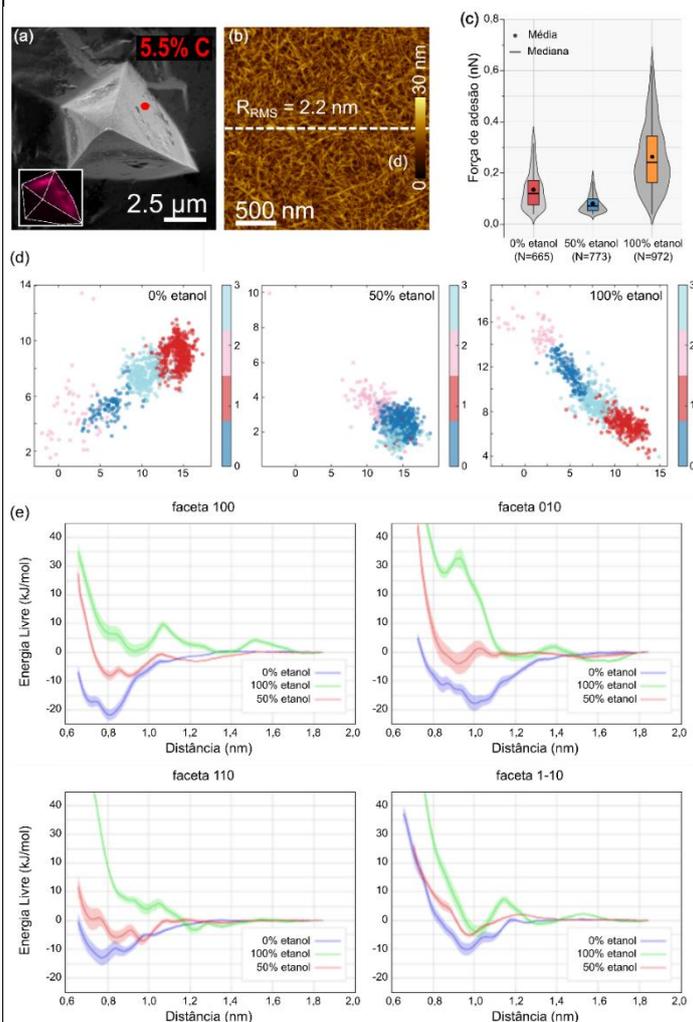


Figura 1. (a) Imagem de MEV da sonda de AFM após o recobrimento com lignina. Em vermelho, a quantidade de carbono determinado pelos mapas de EDS. (b) Imagem de AFM do substrato de MFC preparado por spin-coating. (c) Gráficos de violino e boxplot para a força de adesão obtidas a partir de 1024 curvas de F-d. (d) Representação utilizando UMAP para o conjunto de dados com grupos designados pelo agrupamento por k-médias com 4 grupos. (e) Valores de energia livre de adesão da lignina às diferentes faces de celulose na presença dos diferentes solventes.

57. Produzir materiais compósitos a partir de materiais renováveis e/ou biodegradáveis por rotas termoplásticas

PROJETO	Programa de P&D em Materiais Renováveis- Funcionalização de Biopolímeros
ATIVIDADE	Programa de P&D em Materiais Renováveis- Funcionalização de Biopolímeros
META	Produzir materiais compósitos a partir de materiais renováveis e/ou biodegradáveis por rotas termoplásticas
INDICADOR	Relatório de Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Julho/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>Materiais termoplásticos obtidos através de matérias-primas oriundas de fonte renovável ou biodegradável têm ganhado destaque rapidamente nos últimos anos uma vez a sustentabilidade e circularidade tem aumentado sua importância na sociedade atual. Polímeros biodegradáveis e biopolímeros são duas alternativas verdes que podem substituir ou ao menos diminuir a dependência por polímeros derivados do petróleo. As propriedades físico-químicas e térmicas definem a aplicação e a janela de processamento desses materiais. Neste contexto, foram exploradas estratégias para produção de materiais a partir de polímeros biodegradáveis e de fonte renovável por rotas termoplásticas. Para isso, duas rotas foram estudadas: rotas de produção de nanocompósitos baseados em poli (butadieno adipato co-tereftalato) (PBAT), um polímero termoplástico e biodegradável; rota de modificação química de biopolímeros, neste caso, de celulose isolada do bagaço de cana-de-açúcar para produção de biopolímeros termoplásticos. Particulados nanoestruturados de látex de borracha natural (LBN) revestido com nanocristais de celulose (CNC) foram desenvolvidos por crescimento do gelo seguido de liofilização, apresentando características tanto hidrofóbicas quanto hidrofílicas a partir da razão de LBN/CNC. Esses particulados foram incorporados com sucessos em matrizes biopoliméricas biodegradáveis (hidrofóbicas) por rota termoplástica (<i>Drais</i> e extrusão dupla rosca co-rotantes, formando filmes com propriedades mecânicas e de barreira diferenciadas, como exemplificado para a matriz hidrofóbica de PBAT (Figura 1a-c).</p>

Figura 1 – (a) Esquema ilustrativo mostrando os eixos longitudinal (L) e transversal (T) de estiramento dos filmes de PBAT após a saída da matriz planar, juntamente com uma fotografia digital do nanocompósito de PBAT, demonstrando sua homogeneidade e transparência. (b) Tensão de ruptura no sentido longitudinal (σ_{RL}) em relação ao estiramento dos filmes de PBAT. (c) WVTR dos filmes de PBAT. (d) Demonstrativo da propriedade magnética do filme após aproximação de um ímã de neodímio. (e) Ilustração do aparato desenvolvido para o ensaio mecânico com campo magnético. (f) Curvas representativas de Força versus deslocamento de filmes de PBAT com nanopartículas magnética com e sem (c ou s/B) campo magnético.

O interesse em desenvolver nanocompósitos biodegradáveis com propriedades físico-químicas (mecânicas e de barreira, por exemplo) que possam ser controladas por variação de campo magnético tem aumentado nos últimos anos. Dessa forma, o PBAT foi incorporado com nanopartículas magnéticas (NPMs) de Fe_3O_4 revestidas com uma camada polimérica de poli (1,4 butenodiol) para o desenvolvimento de filmes com propriedades magnéticas. A rota termoplástica de produção dos filmes foi combinada com uma etapa inicial de dispersão do polímero e evaporação por *casting* (Figura 1d). Posteriormente esses filmes foram submetidos a termo prensagem à 120°C para homogeneização do sistema, conforme protocolo já desenvolvido pelo grupo. Os filmes apresentam-se homogêneos após a termo prensagem (Figura 1d) e com propriedades magnéticas. Estes filmes foram submetidos a ensaio mecânico, e a incorporação de nanopartículas de magnetita (Fe_3O_4) permitiu um controle da rigidez do filme quando esse foi deformado sob um campo magnético (Figura 1e). Apesar de a incorporação das NPMs na matriz tenha diminuído a resistência ao tracionamento (Figura 1f), quando submetido à um campo magnético (ímãs de neodímio ao redor da amostra), a rigidez foi aumentada. O módulo de Young aumentou de 31 ± 8 para 45 ± 6 MPa. A capa polimérica de poli (1,4 butenodiol), no estado fundido à 60°C , permitiu um alinhamento das NPMs na matriz de PBAT, criando uma rede rígida, aumentando assim a rigidez do materials. Esses dados preliminares mostraram-se promissores no controle das propriedades mecânicas com a inserção de um campo magnético para a construção de materiais multifuncionais e biodegradáveis.

Biopolímeros em geral apresentam baixa extrudabilidade ou termoplasticidade na janela de processamento comumente utilizada ($120\text{--}350^\circ\text{C}$). Ou seja, tendem a degradar antes de fundir, o que inviabiliza seu processamento por rotas termoplásticas já bem estabelecidas para polímeros de fonte fóssil. Uma alternativa para superar essa limitação é a modificação química desses biopolímeros para agregar propriedades termoplásticas. Essas modificações podem reduzir interações intermoleculares, e como consequência, diminuir a temperatura de transição vítrea (T_g), aumentando sua janela de processamento.

A celulose branqueada foi submetida à oxidação mediada por metaperiodato de sódio, cujo grau de oxidação de 41,4 % (5,16 mmol/g) de unidades de anidroglicose modificadas foi obtido por titulação com hidrocloreto de hidroxilamina. Essa polpa oxidada foi posteriormente modificada com

borohidreto de sódio, convertendo as carbonilas do C2 e C3 da unidade de anidroglicose em grupos álcoois (Figura 2a).

A inserção de grupos aldeído e seus derivados ficaram evidentes pela banda em 1730 e 880 cm^{-1} relacionadas ao estiramento de $\text{C}=\text{O}$ e de hemiacetal ($\text{O}-\text{C}-\text{O}$), respectivamente, as quais não aparecem no espectro do BCA (Figura 2b). No caso da celulose DIOL, a redução dos grupos carbonila em grupos hidroxila ficou evidente com o aumento da banda na região de 3325 cm^{-1} ($-\text{O}-\text{H}$) e 2933 cm^{-1} ($\text{C}-\text{H}$), enquanto a banda na região de 875 cm^{-1} não foi verificada. Indicando assim a completa redução da celulose DAC para celulose DIOL. Diferentemente da BCA e DAC, os dados de DSC (Figura 2c-e) revelaram que a celulose DIOL teve um valor de T_g bem abaixo da T_g da celulose BCA. Isso fica evidente pela ausência de mudança de linha base para o BCA (Figura 2c) e celulose dialdeído (Figura 2d). No caso da celulose DIOL, há uma mudança de linha base entre 40 e 80 $^{\circ}\text{C}$, apresentando uma T_g de 50,5 $^{\circ}\text{C}$, enquanto a celulose BCA usualmente apresenta valores acima de 200 $^{\circ}\text{C}$. Esse novo valor de T_g é comparável à de polímeros convencionais como PLA (55 $^{\circ}\text{C}$), PET (~75 $^{\circ}\text{C}$) e poliestireno (~100 $^{\circ}\text{C}$). Essa diminuição na T_g é explicada por dois mecanismos de oxidação da celulose (“core-shell” e/ou “peeling”), que diminui as interações intermoleculares, reduzindo a T_g , e abrindo portas para o processamento desse biopolímero por rotas termoplásticas. A funcionalização de biopolímeros neste estudo mostrou-se promissora para produzir biopolímeros termo processáveis compatíveis com polímeros convencionais. Apesar dos desafios na otimização do processo, como o consumo de agentes e a eficiência, a estratégia tem grande potencial. Além disso, abordagens como a cominuição da celulose em micro e nanofibrilas e o uso de diferentes agentes redutores indicam um caminho promissor para biopolímeros termoplásticos renováveis e biodegradáveis. Assim uma alternativa renovável para substituição dos plásticos convencionais derivados do petróleo.

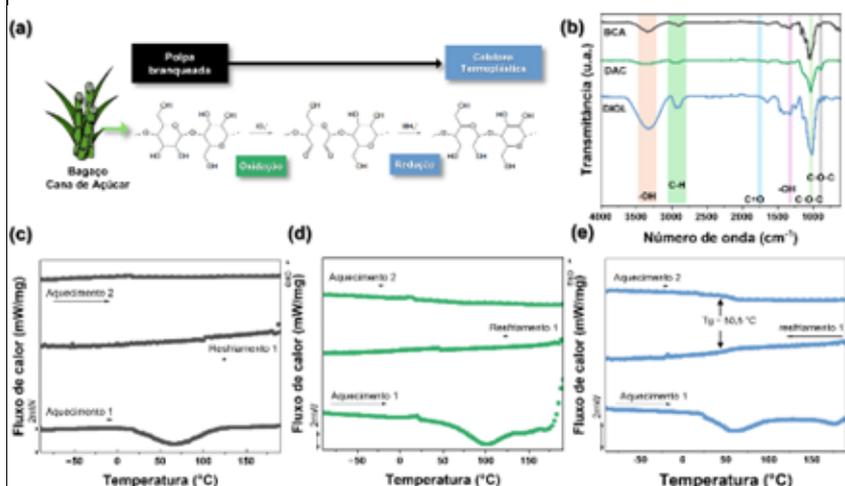


Figura 2 - (a) protocolo aplicado para modificação química da celulose isolada do bagaço de cana-de-açúcar. (b) espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FT-IR) e (c-e) calorimetria diferencial exploratória (DSC) do bagaço de cana-de-açúcar (BCA), da celulose dialdeído (DAC) e da celulose diol (DIOL).

	Os resultados apresentados demonstram a ampla gama de aplicações dos polímeros biodegradáveis e biopolímeros no desenvolvimento de novos materiais multifuncionais, destacando seu potencial para serem produzidos via rotas termoplásticas e substituir polímeros convencionais em diversas indústrias, graças às suas propriedades mecânicas aprimoradas, sustentabilidade e versatilidade funcional.
--	---

58. Avaliar a adesão entre compostos lignocelulósicos por luz síncrotron visando obter informações relevantes sobre a recalcitrância em micro-nanoescala

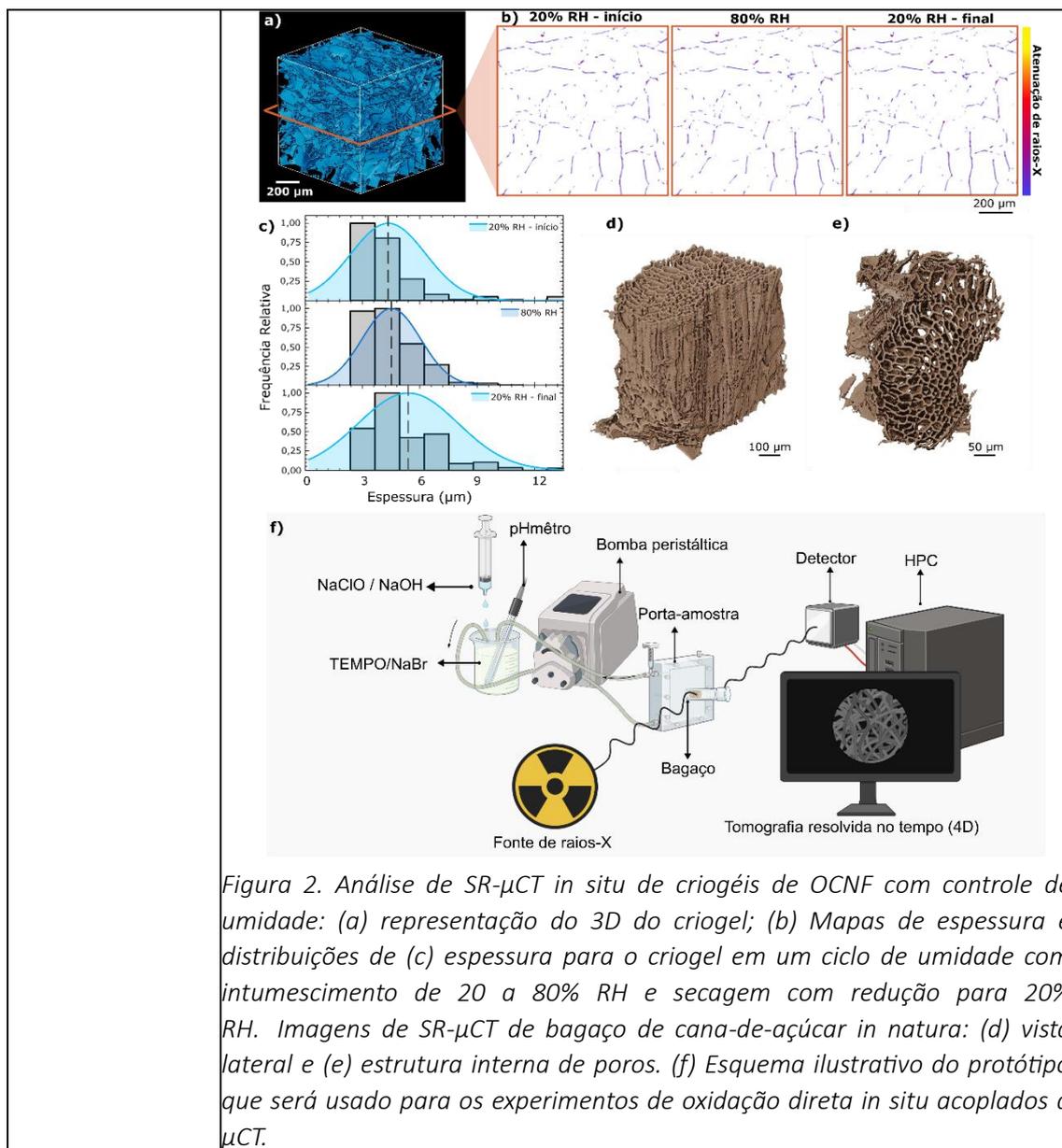
PROJETO	Programa de P&D em Materiais Renováveis- Funcionalização de Biopolímeros
ATIVIDADE	Programa de P&D em Materiais Renováveis- Funcionalização de Biopolímeros
META	Avaliar a adesão entre compostos lignocelulósicos por luz síncrotron visando obter informações relevantes sobre a recalcitrância em micro-nanoescala
INDICADOR	Relatório de Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Novembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA (% DA META ATINGIDA)	Na presente meta, investigou-se a desconstrução de fibras do bagaço de cana-de-açúcar submetidas ao processo de oxidação direta para obtenção de nanofibrilas de celulose oxidadas (OCNFs) por reação catalisada por N-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidina (TEMPO). O processo de oxidação direta consiste na combinação das etapas de deslignificação e branqueamento com a oxidação por TEMPO em uma única etapa. O isolamento das OCNFs em escala piloto foi realizado em um reator de 300L localizado na Planta Piloto do LNBR, produzindo 1,6 kg de fibras oxidadas. Além da produção de OCNFs, esses nanomateriais foram aplicados no desenvolvimento de criogéis renováveis de baixa densidade. A estrutura dos criogéis de OCNFs foi investigada por experimentos de microtomografia por raios X 4D com radiação síncrotron (4D SR- μ CT) em diferentes umidades. Os dados gerados foram reconstruídos e processados para a visualização da morfologia dos materiais. Para isso, foi desenvolvido um protocolo de segmentação de imagens, permitindo a obtenção de imagens de materiais celulósicos porosos e de baixa densidade com resolução de $1263 \times 1263 \times 1263 \text{ nm}^3$. A análise revelou mudanças estruturais nos criogéis de OCNFs decorrentes das etapas de intumescimento e secagem. Os métodos desenvolvidos para realizar os experimentos de 4D SR- μ CT e segmentar as imagens servirão de base para a análise da microestrutura de fibras de bagaço ao longo do processo de oxidação direta. Os dados apresentados no presente relatório estão sendo usados, em conjunto com outras caracterizações, na elaboração de pelo menos dois artigos científicos.
EVIDÊNCIAS	As OCNFs são tipicamente isoladas em quatro etapas: deslignificação, branqueamento, tratamentos químicos ou enzimáticos, e fibrilação mecânica. Apesar de ser muito usado em escala de bancada, esse processo enfrenta desafios de escalabilidade, exigindo ajustes nos parâmetros operacionais e seleção adequada de equipamentos para alcançar o rendimento desejado

sem comprometer a integridade do produto. Para superar essas barreiras, foi proposta uma rota inovadora com menos etapas, combinando as etapas de deslignificação, branqueamento e oxidação catalisada por TEMPO em uma única etapa (Figura 1a). O processo de oxidação direta foi testado em diferentes condições de moagem do bagaço, revelando maior eficiência para partículas menores. A produção de OCNFs foi ampliada de 200 mL para 300 L, resultando em 1,6 kg de fibras oxidadas. Após esse processo, a desfibrilação das fibras oxidadas resultou em OCNFs com alta razão de aspecto e propriedades coloidais equivalentes às obtidas em laboratório (Figura 2a,b).



Figura 1. (a) Esquema ilustrativo e (b) fotografia/Imagem de AFM das OCNFs obtidas no processo de reação direta no teste piloto.

Além da produção de OCNFs, explorou-se a aplicação desses nanomateriais no desenvolvimento de criogéis renováveis. Os criogéis de OCNFs, preparados pela liofilização da dispersão de OCNFs, apresentam alta área superficial, porosidade e baixa densidade, mas enfrentam limitações quanto à resistência em água e propriedades mecânicas. Para compreender melhor os efeitos da umidade, experimentos de variação de umidade foram realizados *in situ* na SR- μ CT, revelando mudanças estruturais nos criogéis (Figura 2a-c). A técnica de SR- μ CT também foi utilizada para elucidar a estrutura do bagaço de cana-de-açúcar *in natura*, revelando uma estrutura celular com paredes espessas e poros tubulares (Figura 2d,e). Ensaios futuros de 4D μ CT durante o processo de oxidação direta serão realizados para aprofundar o entendimento da recalcitrância da biomassa vegetal e das mudanças morfológicas durante sua desconstrução em nanoceluloses (Figura 2f).



Programa de P&D em Saúde

Diagnóstico

59. Construir, caracterizar e aplicar biossensores eletroquímicos baseados em (i) chips micro-nanofabricados e (ii) em papel para detecção de biomarcadores de infecções virais e câncer

PROJETO	Programa de P&D em Saúde - Diagnóstico
ATIVIDADE	Programa de P&D em Saúde - Diagnóstico
META	Construir, caracterizar e aplicar biossensores eletroquímicos baseados em (i) chips micro-nanofabricados e (ii) em papel para detecção de biomarcadores de infecções virais e câncer
INDICADOR	Relatório de Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Setembro/2024

TERMO ADITIVO	44 ^o
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>Diante do desafio central do Programa de P&D em Saúde do CNPEM que se relaciona ao diagnóstico rápido e acessível de doenças em diversos cenários, seja em hospitais, laboratórios, ou pontos de necessidade, apresentamos uma proposta inovadora de <i>chips</i> eletroquímicos. Esses dispositivos são promissores para o desenvolvimento de métodos de diagnóstico que sejam capazes de atender a três requisitos essenciais: (i) aplicabilidade na prática clínica a um custo reduzido, e (ii) capacidade de testagem e (iii) acurácia clínica elevadas. Como vantagens, o dispositivo combina (1) resolução e (2) reprodutibilidade altas com (3) custo reduzido devido à grande quantidade de sensores por área; o custo unitário foi estimado em R\$2,90 para um <i>chip</i> contendo 60 sensores. Adicionalmente, o dispositivo proporciona outras três vantagens: (4) ele é compatível com o uso da microfluídica em função do seu tamanho compacto; (5) é uma alternativa promissora para aumentar a capacidade de testagem por conta do alto número de sensores que ele integra e (6) oferece uma solução simples, rápida e escalonável para elevar a sensibilidade de biossensores eletroquímicos mediante a eletrodeposição de microeletrodos nanoestruturados (NMEs), como discutido a seguir. Usando um peptídeo como elemento de reconhecimento para a detecção de anticorpos IgG da COVID-19, o <i>chip</i> foi capaz de garantir a triagem multiplexada de amostras de soro em saudáveis e com a COVID-19. Atualmente, esses <i>chips</i> têm sido aplicados para detecção de biomarcadores da infecção gerada pelo vírus da dengue (VDEN), dos cânceres de cabeça e pescoço e da H1N1.</p>
EVIDÊNCIAS	<p><i>Chips</i> ultradensos: uma nova plataforma em sensores</p> <p>Visando obter sensores eletroquímicos escalonáveis, reprodutíveis, de resolução alta, rápidos e de baixo custo, desenvolvemos uma estratégia de fabricação baseada em técnicas tradicionais (fotolitografia e deposição de filmes finos) e engenharia de filmes finos verticais. Essa estratégia permitiu a fabricação de <i>chips</i> totalmente integrados (não requerem eletrodos externos) com uma alta densidade de sensores verticais (33 a 870 em uma lâmina de vidro de 75 × 35 mm) de dois eletrodos enquanto ainda mantendo um baixo número de linhas condutoras e de <i>pads</i>. Os eletrodos de trabalho (WE) e quase-referência (QRE) são dispostos em forma de malha, sendo separados verticalmente entre si por uma camada de SU-8 (4 µm) que também define as áreas de detecção dos WEs (800 µm). O baixo número de linhas condutoras dos <i>chips</i> eletroquímicos em malha (MEC, <i>meshed electrochemical chips</i>) resulta na possibilidade de integrar vários sensores em um único dispositivo compacto. Assim, como supracitado, o MEC combina (1) resolução e (2) reprodutibilidade altas com (3) custo reduzido devido à grande quantidade de sensores por área; o custo unitário foi estimado em R\$2,90 para 60 sensores por <i>wafer</i> de vidro. Ademais, o dispositivo proporciona outras três vantagens: (4) ele é compatível com o uso da microfluídica em função do seu tamanho compacto; (5) é uma alternativa promissora para aumentar a capacidade de testagem por conta do alto número de sensores que ele integra e (6) oferece uma solução</p>

simples, rápida e escalonável para elevar a sensibilidade de biossensores eletroquímicos mediante a eletrodeposição de microeletrodos nanoestruturados (NMEs, *nanostructured microelectrodes*) de Au sobre os WEs de recesso (com diâmetros da ordem de dezenas de μm), conforme discutido a seguir.

Aumentando a capacidade de testagem

Para aumento da capacidade de testagem, o *design* único do MEC nos possibilitou implementar, de maneira inédita, análises multiplexadas a partir de uma única resposta em biossensores *label-free*. Os eventos de biorreconhecimento sobre duas regiões espacialmente separadas de um mesmo WE puderam ser monitorados ao longo de uma mesma medida de voltametria de onda quadrada (SWV, *square wave voltammetry*) de uma única sonda, que foi o par $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-/4-}$ mediante o uso de QREs constituídos de diferentes materiais, Au e Ag/AgCl, e conectados eletricamente. Assim, os eventos de ligação biorreceptor/alvo puderam ser eletroquimicamente monitorados em potenciais distintos ao longo do voltamograma, quais sejam, 0 (Au) e +0,2 V (Ag/AgCl como QRE). Um mérito desse sistema é a possibilidade de usar um potenciostato portátil de um único canal. Empregando um peptídeo como elemento de reconhecimento para a detecção de anticorpos IgG da COVID-19, o MEC foi capaz de garantir a triagem multiplexada de amostras de soro em saudáveis e com a COVID-19. Mais especificamente, através do uso do método de análise multiplexada a partir de uma única resposta, foram obtidos limites de detecção (LDs) de 8,0 (Au como QRE) e 83,1 ng mL^{-1} (Ag/AgCl como QRE) para a determinação de IgG da COVID-19. Foi também possível duplicar a capacidade de testagem e alcançar 100% de acurácia para a triagem de 18 amostras reais de soro em 2 grupos, quais sejam, saudáveis e com a COVID-19 (Figura 1).

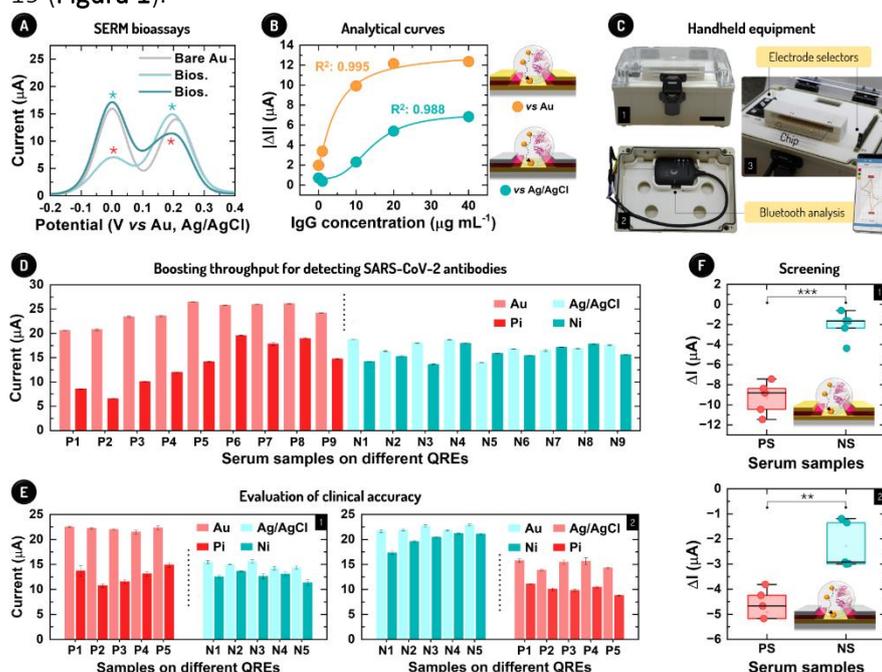


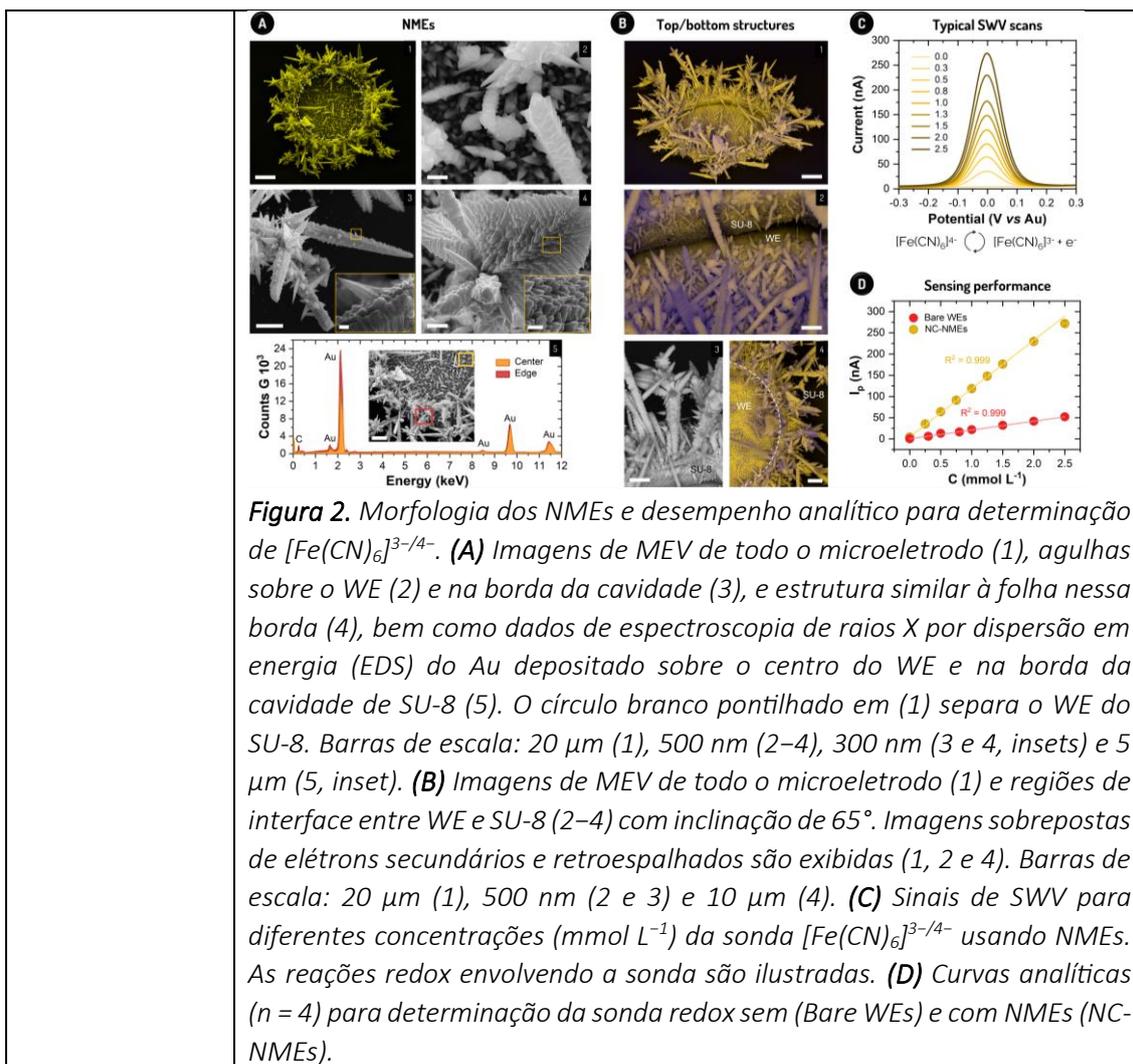
Figura 1. Bioensaios multiplexados para a detecção de IgG da COVID-19 e triagem de amostras de soro. (A) Teste de especificidade para a análise

simultânea usando QREs de Au e Ag/AgCl de amostras de IgG ($10,0 \mu\text{g mL}^{-1}$) positiva e negativa. Foi avaliada a variação de corrente (ΔI) de ambos os sensores para amostras negativas (NS; asteriscos vermelhos) e positivas (PS; asteriscos verdes). (B) Sinais para padrões de IgG utilizando QREs de Au e Ag/AgCl com fittings da isoterma de Langmuir. (C) Protótipo para análises eletroquímicas (1), integrando um potenciostato portátil comercial (2) e seletores manuais dos sensores do chip (3). (D) Correntes para WEs lisos em relação aos dois QREs (Au e Ag/AgCl) e após incubação em soros positivos (Pi; em relação a Au QRE) e negativos (Ni; em relação a Ag/AgCl QRE). (E) Correntes para WEs lisos (em relação a Au e Ag/AgCl) e após exposição a amostras Pi e Ni em experimentos independentes, ou seja, Pi em Au QRE e Ni em Ag/AgCl QRE (1) e a situação oposta (2). (F) Valores de ΔI resultantes para PS e NS usando QREs de Au (1) e Ag/AgCl (2).

Atualmente, os *chips* ultradensos têm sido aplicados para detecção de biomarcadores da infecção gerada pelo vírus da dengue (VDEN) e dos cânceres de cabeça e pescoço. Usando WEs de filmes de Au ($800 \mu\text{m}$) modificados com anticorpo para o reconhecimento de proteínas (biomarcadores), o LD foi igual a $1,6 \text{ ng mL}^{-1}$ (cânceres de cabeça e pescoço). Nesses casos, a combinação das estratégias de análise multiplexada a partir de uma única resposta e análises em série é promissora visando um aumento real da capacidade de testagem. Enquanto análises em batelada vêm sendo realizadas pela adição de gotas sobre os sensores, um sistema microfluídico vem sendo empregado a partir da selagem reversível do MEC com um substrato de polidimetilsiloxano (PDMS), que contém canais para o bombeamento de fluidos.

Microeletrodos nanoestruturados para aumento da sensibilidade

Visando o desenvolvimento de biossensores eletroquímicos ultrasensíveis, NMEs de Au foram eletrodepositados sobre os WEs. NMEs foram eletrodepositados a partir de microaberturas (diâmetro de $45 \mu\text{m}$) em SU-8 sobre os WEs de recesso (baseados em filmes finos de Au) no MEC. Esses NMEs exibiram microagulhas nanoestruturadas na superfície do WE, enquanto estruturas pontiagudas e interconectadas em forma de coroa foram formadas ao redor do topo da cavidade em SU-8. Essas estruturas forneceram uma sensibilidade para a sonda $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-/4-}$ $5,5\times$ superior àquela gerada por eletrodos lisos (**Figura 2**). Atualmente, esses NMEs vêm sendo aplicados para a detecção ultrasensível de uma proteína indicadora de H1N1. Um LD de $1,4 \text{ fg mL}^{-1}$ foi obtido, o menor obtido até então, para o nosso conhecimento. Esse resultado confirma a capacidade das NMEs em aumentar efetivamente a sensibilidade de biossensores eletroquímicos *label-free*.



60. Estudo da interação de nanomateriais com biofluidos complexos

PROJETO	Programa de P&D em Saúde - Diagnóstico
ATIVIDADE	Programa de P&D em Saúde - Diagnóstico
META	Estudo da interação de nanomateriais com biofluidos complexos
INDICADOR	Relatório de Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Setembro/2024
TERMO ADITIVO	44 ^o
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	Para aplicações de nanomateriais (NMs) em diagnósticos é fundamental entender a interação com biofluidos complexos com o sangue. As hemácias humanas são modelos ideais para investigar o efeito membranolítico de nanomateriais. A capacidade dos NMs de lisar as hemácias são avaliadas pelo ensaio de hemólise, que quantifica a liberação de hemoglobina (Hb) após a interação dos NMs com essas células. Dessa forma, este ensaio é considerado um método eficaz para avaliar a toxicidade e a

	<p>biocompatibilidade de NMs. O óxido de grafeno (GO) é um nanomaterial estratégico para aplicações em diagnósticos, assim, estudamos nesse projeto os efeitos toxicológicos de GO e GO decorados com nanopartículas de prata (GO-AgNPs sobre hemácias e suas interações com proteínas plasmáticas (biocorona formation). Também iniciamos o estudo da influência de processamento do GO como métodos de secagem (liofilização) e dispersão (sonicação) nestes efeitos biológicos.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>Artigo intitulado “Biocorona Formation and Hemolytic Effects of Graphene Oxide-Silver Nanoparticles” foi publicado no Journal of the Brazilian Chemical Society (JBCS) por Azevedo et al (2024). O estudo apresentou uma abordagem integrada que incluiu a caracterização, a estabilidade coloidal, a formação de biocorona proteica (com proteínas do plasma e hemolisado) e a avaliação dos efeitos hemolíticos do óxido de grafeno (GO) e de seu material híbrido com nanopartículas de prata, o GO-AgNPs (https://doi.org/10.21577/0103-5053.20240148).</p> <p>Além disso, em outro artigo publicado em 2024 no Journal of Materials Science, em colaboração com nosso grupo, Maia et al. investigaram a influência do método de secagem do GO (liofilização e secagem a vácuo) sobre suas propriedades e seu potencial hemolítico. Constatou-se que a secagem a vácuo aumentou a quantidade de grupos funcionais no material, o que, por sua vez, melhorou a estabilidade coloidal e elevou o potencial hemolítico (https://doi.org/10.1007/s10853-023-09163-2).</p> <p>Considerando esse contexto, iniciamos um estudo que propõe analisar a influência dos processos de liofilização e secagem no GO sobre a atividade hemolítica e formação da biocorona. Este estudo conduzido de forma integrada, seguindo as mesmas etapas do artigo de Azevedo, abrangendo a caracterização, a estabilidade coloidal e os efeitos hemolíticos de seis amostras. Até o momento, já realizamos a análise do material sem considerar formação de corona proteica.</p>

61. Transistores Eletrolíticos para Biossensoriamento em Flúidos Complexos

PROJETO	Programa de P&D em Saúde - Diagnóstico
ATIVIDADE	Programa de P&D em Saúde - Diagnóstico
META	Transistores Eletrolíticos para Biossensoriamento em Flúidos Complexos
INDICADOR	Relatório de Projeto conceitual (CDR)
PRAZO	Setembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>Neste trabalho exploramos a fabricação de biossensores utilizando uma plataforma de transistores eletrolíticos (EGTs) baseados em óxido de grafeno reduzido (rGO) para a detecção de espécies química e bioquímicas visando o desenvolvimento de novos dispositivos de diagnóstico. Duas rotas foram adotadas, a dizer (i) a funcionalização de EGTs com moléculas de éter corona para a detecção de K⁺ em flúidos complexos, e (ii) a detecção</p>

	<p>de miR-34a como marcador de estresse. Os dispositivos modificados com éter corona para a detecção de K^+ revelou respostas sutis para concentrações relevantes de K^+ (μM a mM), o que sugere que métodos avançados de análise de dados como Machine Learning serão necessários para avançar nesse desenvolvimento. O biossensor fabricado utilizando transistores eletrolíticos e sondas de DNA apresentou elevada sensibilidade para a detecção do biomarcador miR-34a o qual está relacionado com estresse em animais. A detecção do miR-34a foi realizada em solução aquosa de tampão fosfato $pH = 7,4$, a qual contém sais de fosfato, cloreto de sódio e cloreto de potássio. Ou seja, um meio altamente salino, o que indica que o biossensor tem potencial para operar em fluidos complexos como por exemplo urina. Apesar de a urina ser um meio mais complexo do que o tampão fosfato, o baixo limite de detecção do biossensor desenvolvido permite diluir a urina em solução de tampão fosfato de forma que todos os componentes da matriz da amostra estejam em níveis extremamente baixos não interferindo na detecção do biomarcador relacionado a doença. Portanto, foi possível desenvolver um biossensor para a realização de diagnóstico molecular de estresse de forma simples, rápida e não invasiva, o qual poderá ser adaptado para análises do tipo <i>point-of-care</i>.</p>
<p>EVIDÊNCIAS</p>	<p>Como receptores supramoleculares para detecção do cátion K^+, foi utilizado a classe de moléculas conhecidas como éter corona (Fig. 1.a). Na Fig. 1.b observa-se um deslocamento na corrente I_{DS} do dispositivo após a funcionalização com EDC/NHS/Éter corona, sendo este um indicativo de que o material foi imobilizado no EGT. Os testes consistem na realização de curvas de transferência $I-V$ variando a concentração de K^+ e 1 a $100 \mu mol L^{-1}$. As Figs. 1.c e 1.d apresentam a análise de componentes principais (PCA) para o EGT antes e após a funcionalização com o éter corona. Nota-se que não ocorreu uma diferença significativa para o EGT modificado com éter corona, sugerindo que esse método de medida pode não ser o mais eficiente para a detecção de K^+. Foram obtidas curvas de transferência em PBS $10 mmol L^{-1}$ $pH = 7,4$ para as etapas de modificação dos EGTs com DNACp via PBASE (Fig.1.e) e EDC/NHS (Fig.1.f), as quais foram bem definidas e com deslocamento de V_{CNP} indicando o bom funcionamento do EGT-rGO e sucesso na fabricação do biossensor. Para o desenvolvimento do método analítico utilizaram-se sondas de DNA sintéticas (DNAsyn) com as mesmas sequências presentes no miR-34a substituindo a U por T. Os biossensores foram empregados para a detecção de DNAsyn utilizando soluções padrão variando a sua concentração de $0,01$ a $500 fmol L^{-1}$ (Fig. 1.e–f, inserido). O sinal do DNAsyn (I_{DS}) foi subtraído pelo obtido na sua ausência e realizou-se a normalização de sinal ($\Delta I_{DS, norm}$) para a construção das curvas analíticas (Fig.1.e–f, inserido). O biossensor fabricado com PBASE-DNACp (Fig. 1.e, inserido) apresenta uma excelente linearidade com $R^2 = 0,996$ e faixa linear de $0,01$ a $500 fmol L^{-1}$ com limite de detecção de $9,0 amol L^{-1}$. Contudo, o biossensor fabricado com EDC/NHS-DNACp (Fig. 1.f, inserido) apresenta uma menor faixa linear de 0.01 a $1 fmol L^{-1}$ com $R^2 = 0.998$.</p>

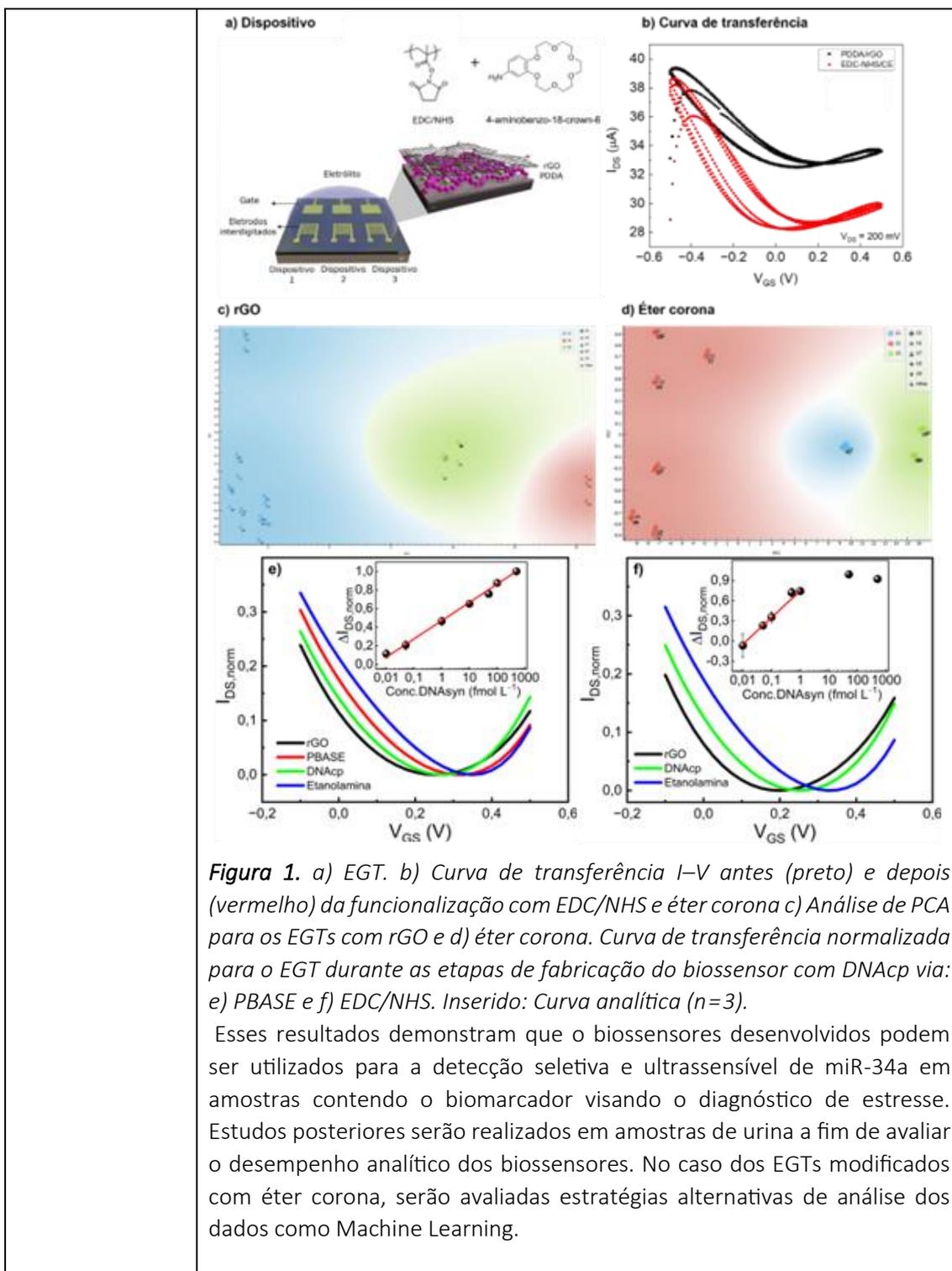


Figura 1. a) EGT. b) Curva de transferência I–V antes (preto) e depois (vermelho) da funcionalização com EDC/NHS e éter corona c) Análise de PCA para os EGTs com rGO e d) éter corona. Curva de transferência normalizada para o EGT durante as etapas de fabricação do biossensor com DNACp via: e) PBASE e f) EDC/NHS. Inserido: Curva analítica (n=3).

Esses resultados demonstram que o biossensores desenvolvidos podem ser utilizados para a detecção seletiva e ultrasensível de miR-34a em amostras contendo o biomarcador visando o diagnóstico de estresse. Estudos posteriores serão realizados em amostras de urina a fim de avaliar o desempenho analítico dos biossensores. No caso dos EGTs modificados com éter corona, serão avaliadas estratégias alternativas de análise dos dados como Machine Learning.

Programa de P&D em Tecnologias Quânticas

Dispositivos Quânticos

62. Medidas de transporte eletrônico em materiais bidimensionais monoelementares como grafeno e seus derivados ou até mesmo arseneno, e/ou ainda dicalcogenetos de metal de transição.

PROJETO	Programa de P&D em Tecnologias Quânticas - Dispositivos Quânticos
ATIVIDADE	Programa de P&D em Tecnologias Quânticas - Dispositivos Quânticos
META	Medidas de transporte eletrônico em materiais bidimensionais monoelementares como grafeno e seus derivados ou até mesmo arseneno, e-ou ainda dicalcogenetos de metal de transição.
INDICADOR	Relatório de Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Setembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	Foram desenvolvidos com sucesso todos os processos de fabricação e caracterização elétrica de diferentes dispositivos multifuncionais para a análise dos mecanismos de transporte em materiais quânticos. As medidas elétricas realizadas permitiram a análise detalhada de fenômenos físicos, como histerese e anti-localização fraca, em diferentes configurações de dispositivos e arranjos de contatos elétricos. Além disso, o estudo das propriedades de transporte eletrônico em materiais isolantes e metálicos, como grafeno e rGO, resultou em dados sólidos que indicam o potencial desses materiais para novas aplicações em dispositivos quânticos, concluindo com êxito os objetivos estabelecidos no projeto.
EVIDÊNCIAS	<p>i. <i>Transporte eletrônico de materiais quânticos 2D naturais.</i></p> <p>Para estudar fenômenos de transporte eletrônico em materiais 2D naturais confeccionou-se inicialmente dispositivos do tipo capacitores a base de diferentes 2D naturais para análise de suas propriedades eletrônicas. As Figs. 1a-b apresentam ilustrações de capacitores de placas paralelas confeccionados para análise da tensão de ruptura de dois dielétricos naturais (clinocloro e biotita). Além disso, a Fig. 1a apresenta curvas de corrente por tensão para três espessuras de clinocloro, demonstrando o seu caráter isolante. Já a Fig. 1b plota a tensão de ruptura em função da espessura de cristais de biotita, confirmando o caráter isolante destes materiais 2D naturais, $V_{BD} \sim 0,9 \text{ V/nm}$.</p> <p>Posteriormente, utilizou-se esses 2D isolantes para confeccionar dispositivos quânticos em diferentes arranjos de contatos elétricos. As Figs. 1c-d ilustram duas configurações fabricadas, além de mostrar imagens ópticas dos dispositivos de monocamada de grafeno (SLG) encapsulados por hBN e biotitas nas duas configurações. A diferença entre os dois arranjos está na existência ou não de um eletrodo inferior previamente fabricado para ser utilizado como eletrodo de aplicação da tensão de porta do tipo “<i>back-gate voltage</i>” (BGV). Já o eletrodo superior funciona como um segundo terminal de porta, porém, do tipo “<i>top-gate voltage</i>” (TGV). As medidas elétricas indicam que quando há a interface entre dois dielétricos (Fig. 1e) existe uma histerese na curva de transferência dos dispositivos fabricados, isto é, um efeito de memória é observado. No entanto, essa histerese eletrônica desaparece quando os dispositivos são medidos na configuração do tipo TGV, Fig. 1f, ou na configuração BGV através do eletrodo inferior, Fig. 1g. Portanto, esses resultados demonstram que a</p>

histerese nas curvas de transferência dos dispositivos de grafeno é ocasionada na interface entre os dois dielétricos. Em uma análise teórica discutiu-se os diferentes comportamentos de histerese (efeito de memória) que podem ser observados em dispositivos quânticos 2D, inclusive apresentou-se novos dispositivos quânticos 2D intitulados “Mem-emitters”. Tal comportamento de memória ocorre devido a um efeito conjunto durante a aplicação da tensão de porta e iluminação por lasers [1].

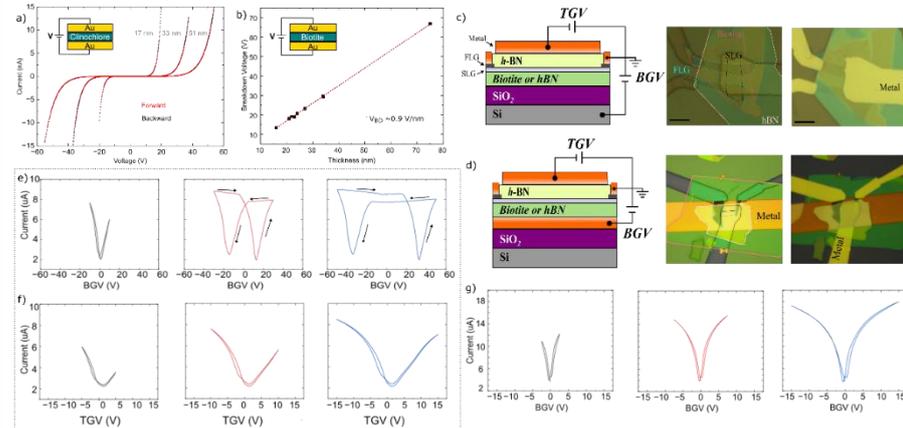


Figura 1: (a) Curva de corrente em função da tensão V aplicada em um capacitor de placas paralelas de diferentes espessuras de clinocloro. (b) Valor da tensão de ruptura obtida para diferentes espessuras de cristais de biotita, indicando um valor de $V_{BD} \sim 0,9$ V/nm. (c, d) Ilustração e imagens ópticas de diferentes arranjos de dispositivos híbridos 2D confeccionados, além da ilustração dos terminais elétricos. Curvas de transferência para um dispositivo de grafeno encapsulado em hBN e biotita quando medido na configuração (e) BGV e (f) TGV, indicando que o fenômeno de histerese na corrente aparece apenas nas medidas com a interface biotita-SiO₂. (g) Curvas de transferências na configuração BGV aplicada via eletrodo inferior de Au previamente fabricado, demonstrando a ausência de histerese quando a interface entre os dielétricos é eliminada.

ii. Transporte eletrônico em multi-flakes de óxido de grafeno reduzido (rGO)

Vacâncias na estrutura do rGO e a presença de carbono hibridizado atuam como centros espalhadores de carga e/ou indutores de acoplamento spin-órbita que alteram o caminho e a orientação de spin dos portadores. Essa difusão em sistemas altamente desordenados e em baixa temperatura, afeta a condutividade elétrica devido à interferência quântica da função de onda dos elétrons. Esse fenômeno pode ser avaliado pelas curvas de magnetorresistência (MR). Como pode ser visto na Figura 2(a), em 5 K a MR positiva aumenta rapidamente entre 0 e ± 1 T. Esse efeito é conhecido como anti-localização fraca (WAL). Com o aumento da temperatura há uma transição e a MR torna-se negativa para o mesmo intervalo de campo caracterizando a presença do efeito de localização fraca (WL). Entretanto, para temperaturas ainda maiores ($T > 18$ K), uma nova transição ocorre e a

MR torna-se positiva novamente no regime de baixo campo (região cinza na Figura 2b). Essa transição em alta temperatura pode estar relacionada com a natureza multi-vale da estrutura de bandas do grafeno.

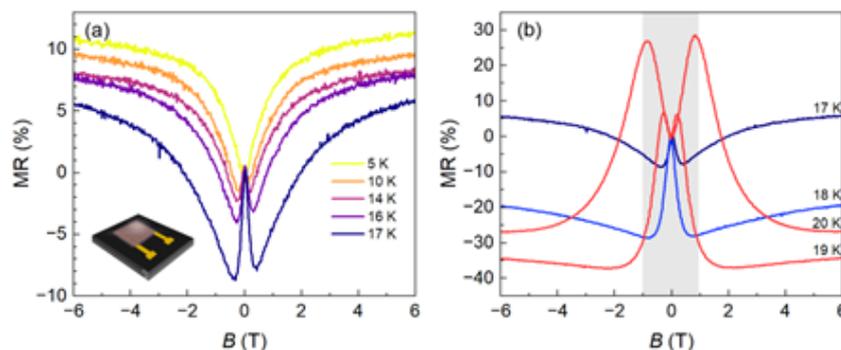
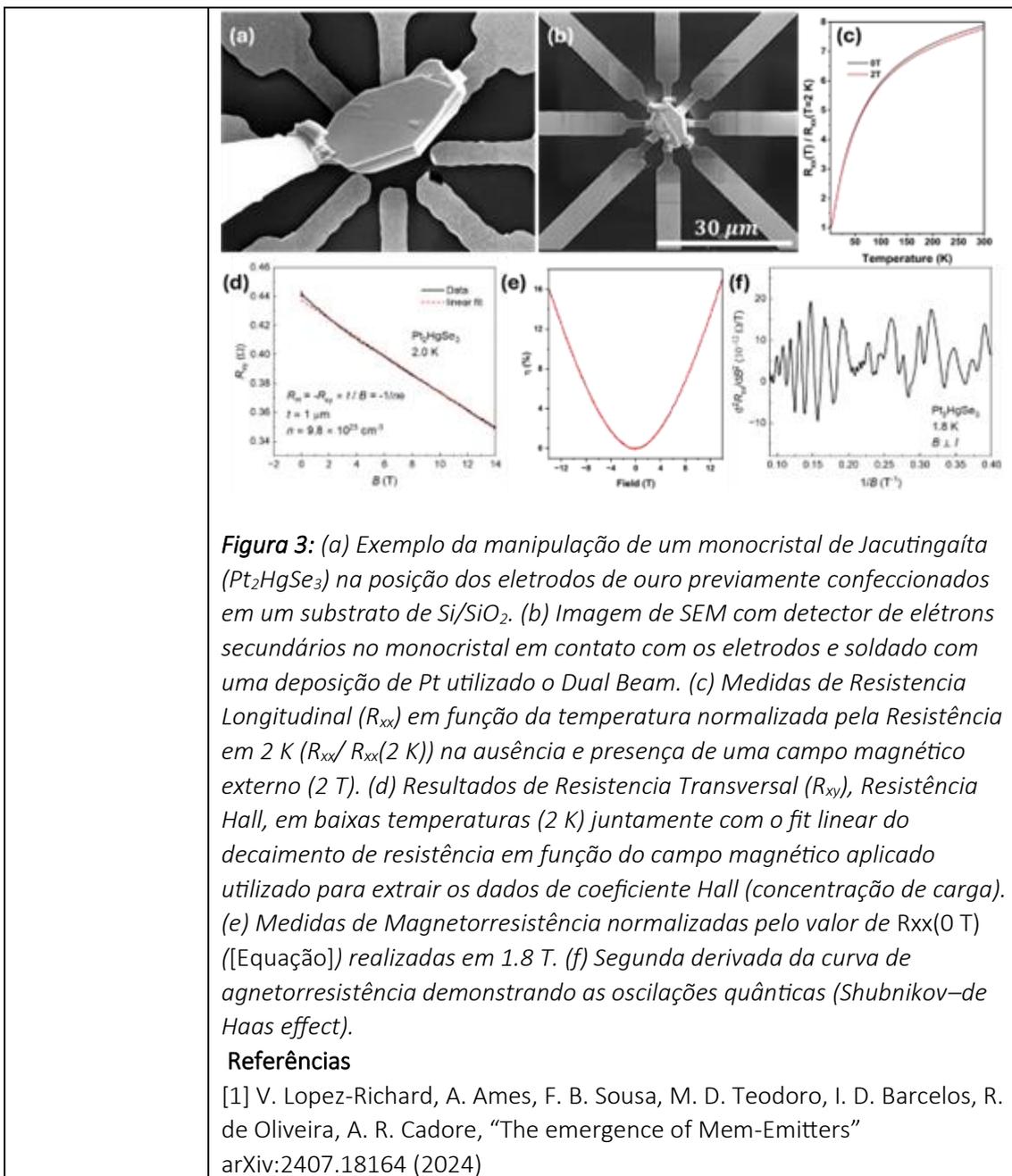


Figura 2: resistência elétrica do filme de rGO em função do campo magnético para várias temperaturas. (a) em 5 K a MR positiva e linear em baixo campo ($B < \pm 1$ T) é característica da WAL. Acima de 5 K há uma transição para WL e a MR torna-se negativa. (b) Para o mesmo filme, acima de 18 K ocorre novamente uma inversão na MR. A imagem a esquerda do painel (a) representa a amostra composta pelo filme de rGO depositado sobre eletrodos de ouro em um substrato de Si/SiO₂.

iii. Transporte eletrônico em monocristais de Jacutingaita.

As propriedades elétricas da Jacutingaita (Pt₂HgSe₃) são ainda desconhecidas e para sua avaliação foi desenvolvido um dispositivo onde o monocristal de Pt₂HgSe₃ foi posicionado em contato com os eletrodos de ouro e o contato elétrico foi estabelecido por deposição de platina metálica utilizando um FIB (Focused Ion Beam) em um equipamento de Microscopia Eletrônica de Varredura tipo Dual Beam, Figuras 3a-b. Curvas de Resistência Longitudinal (R_{xx}) em função da temperatura (Figura 3c) e Resistência Transversal (R_{xy}), Resistência Hall, em baixas temperaturas (2 K) foram realizadas (Figura 3d). Constatou-se o comportamento metálico da amostra em temperatura ambiente com o decaimento da resistência em função da diminuição da temperatura. As medidas de resistência Hall indicaram o transporte de elétrons como portador de carga com uma concentração de $\sim 10^{24}$ cm⁻³. Curvas de MR são positivas como esperado para materiais metálicos (Figura 3e) e após o tratamento dos dados foram extraídas curvas de oscilações quânticas (Shubnikov de Haas) que indicam o potencial para explorar o material em sistemas M2Ds no futuro como sistemas 2D quantum spin Hall.



63. Micro e nanofabricação de dispositivos baseados em materiais quânticos

PROJETO	Programa de P&D em Tecnologias Quânticas – Dispositivos Quânticos
ATIVIDADE	Programa de P&D em Tecnologias Quânticas – Dispositivos Quânticos
META	Micro e nanofabricação de dispositivos baseados em materiais quânticos
INDICADOR	Relatório de Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Setembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	A meta estabelecida foi totalmente atingida, com a conclusão bem-sucedida de todos os processos de fabricação necessários para a confecção

	<p>de heteroestruturas híbridas 2D e seus dispositivos quânticos. Foram realizados com êxito todos os processos de micro e nanofabricação de dispositivos quânticos baseados em materiais 2D, combinando diferentes técnicas de nano e microfabricação para o processamento de contatos elétricos do tipo 1D e “<i>side-contact</i>” nas heteroestruturas híbridas 2D. Além disso, diferentes arranjos de eletrodos metálicos foram fabricados por técnicas de micro e nanofabricação em dispositivos multifuncionais 2D para caracterização de suas propriedades quânticas (ópticas e elétricas).</p>
<p>EVIDÊNCIAS</p>	<p>i) <u><i>Micro e nanofabricação de micro e nanoeletrodos para dispositivos quânticos 2D</i></u></p> <p>Realizamos com sucesso a caracterização elétrica de diferentes materiais 2D. Para isso, realizamos o encapsulamento de monocamadas de grafeno e dicalcogenetos de metais de transição (TMDs) com diferentes isolantes 2D, dentre eles o nitreto de boro hexagonal (hBN) e filossilicatos (biotita e clinocloro) para a confecção de novos dispositivos quânticos. Inicialmente, fabricamos estruturas capacitivas para a análise da tensão de ruptura dos diferentes isolantes 2D. A Fig. 1a mostra uma imagem óptica de um capacitor de placas paralelas contendo biotita como meio dielétrico. Na imagem identifica-se capacitores fabricados em diferentes espessuras de biotita, bem como com duas áreas.</p> <p>Já a Fig. 1b apresenta imagem óptica de uma heteroestrutura híbrida de grafeno encapsulada entre dois cristais de hBN, seguido das imagens ópticas obtidas após a revelação da região a ser corroída e posteriormente à etapa de corrosão seca (técnica de “<i>reactive ion etching</i>”) dos materiais 2D (Fig.1c). Já a Fig.1d apresenta a imagem de um transistor de efeito de campo nanofabricado na região definida. Desta forma definisse os nanoeletrodos denominados “1D” ou “<i>side-contact</i>” nas heteroestruturas híbridas 2D. A receita de corrosão de amostras encapsuladas em hBN é bem conhecida e funciona com uma alta reprodutibilidade. Seguindo estes procedimentos de micro e nanofabricação, confeccionamos transistores de efeito de campo para análise da condutividade eletrônica do grafeno em função do seu comprimento de canal. Entretanto, para dispositivos quânticos fabricados com diferentes isolantes 2D, por exemplo filossilicatos, o processo de corrosão “fina” é complicado pois os mesmos gases que corroem esses materiais, corroem o substrato de SiO₂. Portanto, para fabricarmos dispositivos quânticos neste tipo de heteroestruturas 2D, fizemos o uso de eletrodos locais 2D. Neste caso, utilizamos cristais de grafite de espessuras entre 3-5nm para fazer o contato direto ao grafeno (Fig. 1e) e em alguns casos microeletrodos pré-fabricados para evitar problemas de interface SiO₂-clinocloro (Fig. 1f). A Fig. 1f apresenta diferentes arranjos de dispositivos quânticos confeccionados seguindo as rotas de micro e nanofabricação já estabelecidas. Já a Fig. 1g mostra uma heteroestrutura de monocamada de MoSe₂ encapsulada por hBN e clinocloro para caracterização optoeletrônica em função da tensão V aplicada entre os terminais elétricos.</p>

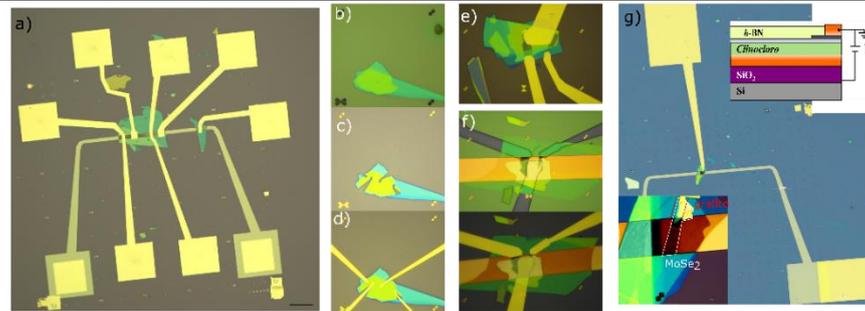


Figura 1. (a) Imagem óptica de um dispositivo tipo capacitor de placas paralelas contendo cristais de biotita de diferentes espessuras. (b) Imagem óptica de uma heteroestrutura 2D composta de uma monocamada de grafeno encapsulada entre 2 cristais de hBN. (c) Imagem óptica da mesma região após a etapa de corrosão da área desprotegida por técnicas de “reactive ion etching”, e após realizado o processo de lift-off do filme de ouro de um transistor FET (d), restando apenas os contatos metálicos contactando o grafeno encapsulado na arquitetura de contatos 1D ou “side-contact”. (e-f) Imagens ópticas de transistores de efeito de campo do tipo “back-” e “top-gate” de heteroestruturas híbrida de grafeno encapsulado por um cristal de hBN e biotita. (g) Imagem óptica e representação de um dispositivo de memória contendo uma monocamada de MoSe₂ encapsulada entre cristais de hBN e clinocloro.

ii) Fabricação de transistores eletrolíticos de M2D para aplicações neuromórficas

Os eletrodos para o EGT foram fabricados utilizando técnicas padrão de litografia óptica e microfabricação.[1] Em resumo, foram utilizados substratos de Si/SiO₂ contendo eletrodos interdigitados (IDE) de Cr/Au (5 nm/40 nm) para fonte e dreno e um eletrodo de gate coplanar com área de 4 mm². Os IDEs, compostos por 24 dígitos, foram posicionados a 2 mm de distância do eletrodo de gate. Os IDEs foram fabricados para produzir canais com 30 μm de comprimento (L) e 2 cm de largura (W). Um passo adicional de fotolitografia foi realizado para delimitar a área dos IDEs (2x2 mm²) usando o fotoresiste AZ5214.

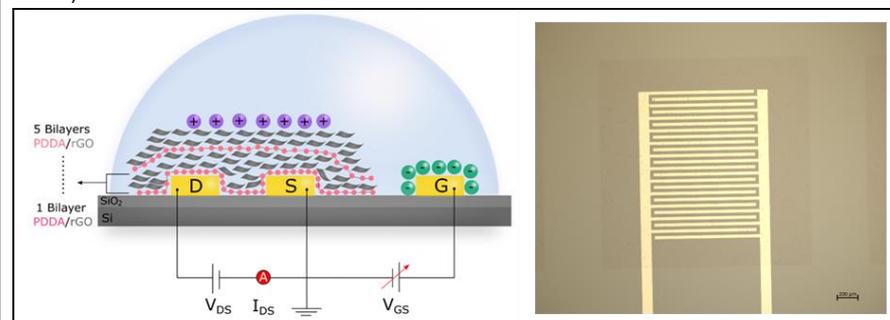


Figura 2: Diagrama esquemático do dispositivo EGT rGO (esquerda) e imagem de microscopia óptica de eletrodos interdigitados contendo filme de rGO.

A análise do desempenho do EGT de rGO foi realizada para examinar sua resposta dinâmica sob diferentes estímulos de polarização, variando a amplitude e duração da tensão aplicada. Esta investigação aborda aspectos fundamentais do dispositivo como um transdutor de íons para elétrons em diversas aplicações, com foco nos efeitos do estresse de polarização e na sensibilidade. Nesse contexto, a Figura 3 ilustra a resposta dinâmica dos EGTs de rGO (I_{DS} vs. tempo) sob diferentes amplitudes e larguras de pulso em VGS. Cada coluna da Figura 3 corresponde a uma duração de pulso diferente ($\Delta t = 1, 10$ e 40 s). A linha superior apresenta o I_{DS} do dispositivo para pulsos positivos em VGS, enquanto a segunda linha mostra sua resposta a pulsos negativos em VGS. Finalmente, a linha inferior fornece uma análise comparativa das mudanças em I_{DS} após o estímulo ($\Delta I_{DS} = I_{DS}(\text{pós-estímulo}) - I_{DS}(\text{pré-estímulo})$) em função de VGS para cada largura de pulso testada.

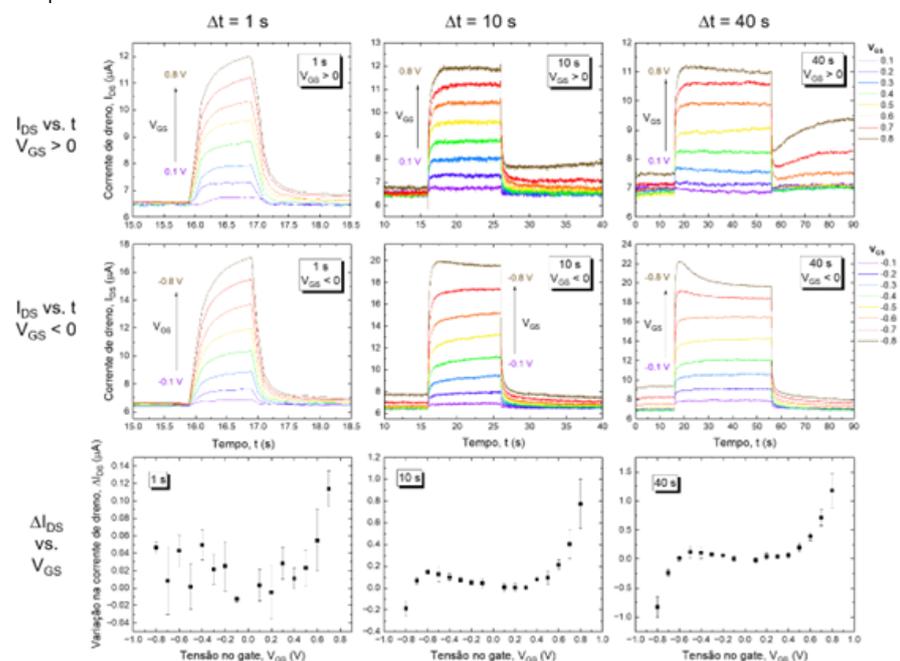


Figura 2: Respostas de corrente transitória e variação correspondente do I_{DS} pós-estímulo em EGTs de rGO sob estímulos de V_{GS} com diferentes amplitudes e larguras de pulso. Linha superior: I_{DS} vs. t para pulsos positivos em V_{GS} variando de $+0,1$ a $+0,8$ V, destacando o efeito de diferentes larguras de pulso ($\Delta t = 1, 10$ e 40 s). Linha do meio: I_{DS} vs. t para pulsos negativos de V_{GS} variando de $-0,1$ a $-0,8$ V, também para larguras de pulso de $1, 10$ e 40 s. Linha inferior: Comparação da resposta pós-estímulo, mostrando a variação no I_{DS} ($\Delta I_{DS} = I_{DS}(\text{pós-estímulo}) - I_{DS}(\text{pré-estímulo})$) para cada condição de pulso (média e desvio padrão para três dispositivos).

A aplicação de pulsos positivos e negativos em VGS resulta em um aumento de I_{DS} durante o estímulo de tensão. Quanto maior a amplitude de VGS, maiores os níveis de corrente alcançados. Para larguras de pulso ≥ 10 s, atinge-se um platô de corrente. Quando o estímulo de VGS é removido, a corrente do dispositivo decai para os níveis chamados de pós-estímulo. A partir da Figura 3, observamos que a corrente pós-estímulo é maior do que

a corrente de base pré-estímulo para pulsos em VGS. Além disso, amplitudes maiores de VGS levam a mudanças de corrente maiores (ΔIDS). As alterações na corrente pós-estímulo são indicativas de retenção de carga (ou efeito de memória de carga) no dispositivo.

A retenção de carga é observada para $VGS > |0,5 V|$ e é mais pronunciada para VGS positivo. Esse efeito pode estar relacionado à adsorção de cátions na superfície do rGO durante a formação da EDL nos EGTs. A possibilidade de penetração de cátions na matriz de rGO também deve ser considerada como um fator contribuinte importante. A resposta acentuada sob VGS positivo pode ser atribuída às dinâmicas específicas de mobilidade e concentração de cátions no eletrólito de KCl, que interagem de maneira mais eficaz com a superfície de rGO carregada negativamente.[2] Esse comportamento destaca o potencial dos EGTs de rGO em aplicações que exigem retenção prolongada de sinais, como armazenamento de dados, computação neuromórfica e tecnologias avançadas de sensoriamento. Para pulsos curtos únicos em VGS (larguras de 10 ms e 100 ms), não foi observada retenção significativa de carga pós-estímulo.

A Figura 3 oferece uma visão abrangente da resposta do EGT de rGO a estímulos de múltiplos pulsos de baixa amplitude, demonstrando como a condutância do dispositivo se adapta sob diferentes configurações experimentais. Utilizando trens de pulsos de 10, 20 e 40 pulsos, cada um com uma amplitude de tensão de 0,1 V, este estudo simula as sutis dinâmicas da atividade sináptica. Cada pulso tem uma duração de 100 ms e um intervalo entre os pulsos (Δt) de 100 ms, resultando em um período total de 200 ms para cada ciclo. A configuração inclui um resistor de 10 M Ω acoplado no terminal de gate para facilitar ciclos de carga e descarga mais lentos, um método comumente utilizado na literatura para imitar o comportamento sináptico biológico.[2]

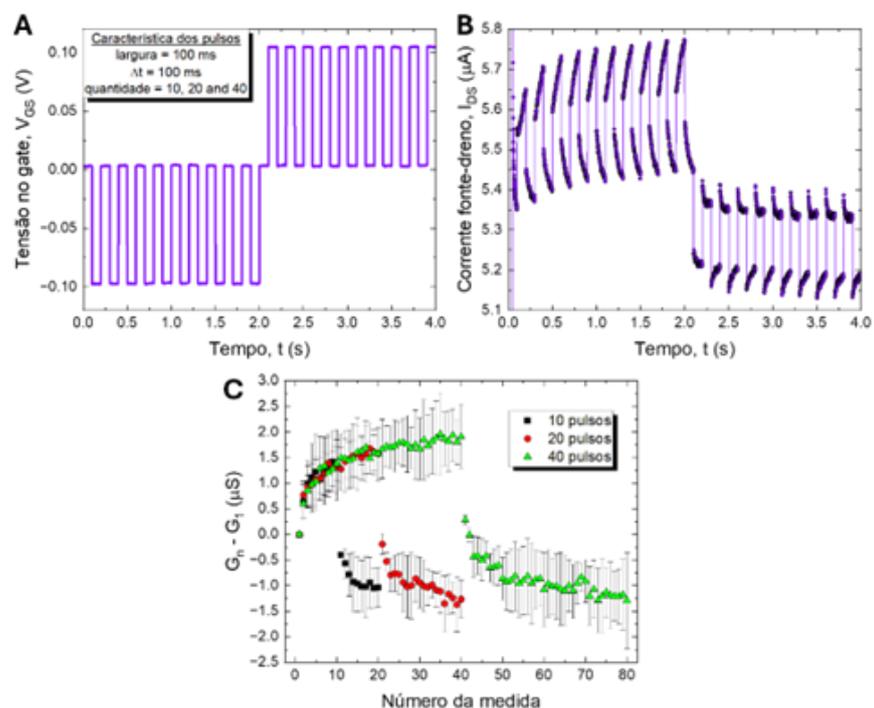


Figura 3: Impacto de múltiplos pulsos no I_{DS} e na condutância de um dispositivo EGT de rGO. (a) Estímulos de múltiplos pulsos com sinal alternado de V_{GS} aplicados ao longo do tempo, ilustrando um trem de 10 pulsos. Cada pulso tem uma duração de 100 ms e alterna entre -0,1 V e +0,1 V, com um resistor de 10 M Ω acoplado ao gate. (b) Resposta de I_{DS} ao longo do tempo ao trem de 10 pulsos mostrado na parte (a), destacando as dinâmicas de modulação de corrente devido ao V_{GS} aplicado. (c) Gráfico mostrando as mudanças na condutância do dispositivo pós-estímulo para diferentes comprimentos de trem de pulsos: 10 pulsos (quadrados pretos), 20 pulsos (círculos vermelhos) e 40 pulsos (triângulos verdes).

Nesse contexto, a Figura 3a ilustra a aplicação temporal de sinais alternados em V_{GS} ao longo do tempo, exemplificando um trem de 10 pulsos onde cada pulso alterna entre -0,1 V e +0,1 V. A Figura 3b ilustra a resposta de I_{DS} para um trem de 10 pulsos, destacando as dinâmicas de modulação de corrente induzidas pelo V_{GS} aplicado. Essa figura também revela um padrão de aumentos incrementais no I_{DS} entre pulsos consecutivos, sugerindo um efeito de memória onde o dispositivo retém uma carga residual de um pulso para o outro. Essa acumulação gradual de carga aumenta a condutância com cada pulso subsequente, demonstrando efetivamente a capacidade do EGT de rGO de exibir comportamento de memória, o que é essencial para processos de aprendizado em sistemas neuromórficos. A Figura 3c expande a análise comparando as mudanças na condutância do dispositivo após diferentes comprimentos de trens de pulsos (10, 20 e 40 pulsos). O gráfico indica que, com o aumento do número de pulsos, há uma mudança progressiva na condutância. Especificamente, trens de pulsos mais longos levam a modificações mais substanciais na condutância do dispositivo, sugerindo uma maior retenção de carga e um efeito cumulativo dos pulsos. Esse comportamento destaca o potencial do EGT de rGO para tarefas que exigem controle refinado sobre a condutância, como na computação neuromórfica, onde a capacidade de emular a plasticidade sináptica é crucial. De modo geral, a adaptabilidade e a estabilidade do EGT de rGO sob essas condições também ressaltam seu potencial para integração em sistemas eletrônicos bio-inspirados, abrindo caminho para aplicações avançadas em sensores inteligentes e eletrônica adaptativa. Esses dados foram submetidos para uma publicação que se encontra em fase de avaliação por pares.

Referências

- [1] Dissertação de Mestrado Alessandra Ames: "Dispositivos de Memória em Heteroestruturas 2D de MoSe_2 sobre Clinocloro". Coorientação: Alisson R Cadore. UFSCAR (2024)
- [2] V. Lopez-Richard, A. Ames, F. B. Sousa, M. D. Teodoro, I. D. Barcelos, R. de Oliveira, A. R. Cadore, "The emergence of Mem-Emitters" arXiv:2407.18164 (2024)

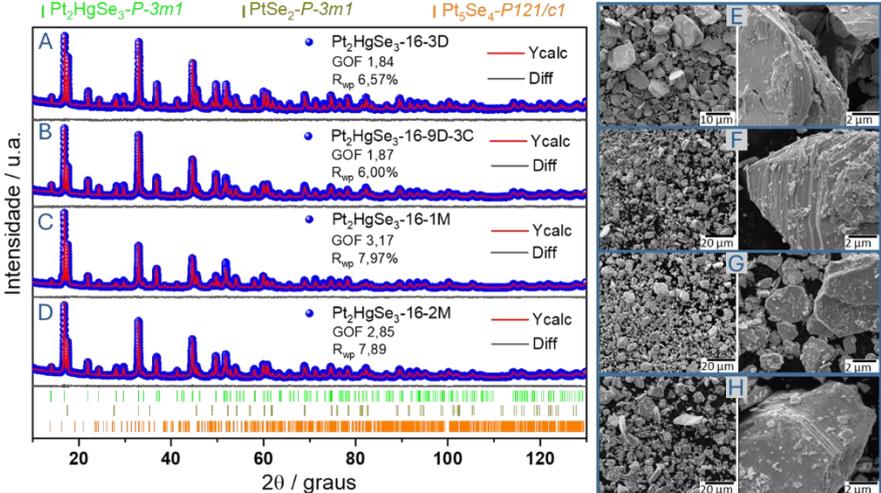
PROJETO	Programa de P&D em Tecnologias Quânticas - Dispositivos Quânticos
ATIVIDADE	Programa de P&D em Tecnologias Quânticas - Dispositivos Quânticos
META	Síntese e caracterização de minerais topológicos da família da Jacutingaita
INDICADOR	Relatório de Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Outubro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	A meta foi atingida 100% onde os materiais de Jacutingaita agora são sintetizados com reprodutibilidade e todas as caracterizações estruturais foram realizadas com êxito.
EVIDÊNCIAS	<p>A síntese do material Jacutingaita teve um avanço significativo com a utilização do sistema de selagem de ampola sob vácuo. Devido ao equilíbrio da fase vapor do Se e Hg em altas temperatura há a formação da fase $PtSe_2$ que ocorre em menor quantidade que o Pt_2HgSe_3 (>80%) após os processos de otimização da síntese. Sínteses realizadas em menores tempos de reação levam a formação de uma menor quantidade da fase Pt_2HgSe_3 (abaixo de 60%). Longos tratamentos térmicos, acima de 30 dias em temperaturas de 900 °C, levam a formação da estrutura Jacutingaita como fase majoritária. Resultados de DRX para amostras em diferentes tempos de reação mostram a formação do Pt_2HgSe_3 onde o maior rendimento de síntese ocorre para sistemas acima de 30 dias (Pt_2HgSe_3-16-1M e Pt_2HgSe_3-16-2M) com rendimentos acima de 80%. Protocolos de síntese em ciclos de aquecimento e resfriamento foram estudados e demonstraram que o mesmo rendimento pode ser obtido em tempos menores de tratamento térmico, 3 ciclos de dois dias (24 horas) de aquecimento e posterior resfriamento totalizando 9 dias de síntese (Pt_2HgSe_3-16-9D-3C). Os resultados de DRX indicam, através do tratamento de refinamento Rietveld, a formação da fase Jacutingaita e de dois outros subprodutos, a Sudovikovita e em menor quantidade Pt_5Se_4 (abaixo de 8%).</p>  <p>The figure displays XRD patterns and SEM images for four samples of Pt_2HgSe_3. The XRD patterns (A-D) show intensity versus 2θ (degrees) from 20 to 120. The patterns are fitted with Rietveld refinement, showing the calculated pattern (Ycalc, red line) and the difference (Diff, black line). The Rietveld refinement parameters are as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> A: Pt_2HgSe_3-16-3D, GOF 1,84, R_{wp} 6,57% B: Pt_2HgSe_3-16-9D-3C, GOF 1,87, R_{wp} 6,00% C: Pt_2HgSe_3-16-1M, GOF 3,17, R_{wp} 7,97% D: Pt_2HgSe_3-16-2M, GOF 2,85, R_{wp} 7,89 <p>The SEM images (E-H) show the morphology of the samples at different magnifications. The images are arranged in a 4x2 grid, with the left column showing the sample at 10 μm magnification and the right column showing the sample at 2 μm magnification. The images are labeled E, F, G, and H, corresponding to the XRD patterns A, B, C, and D, respectively.</p>

Figura 1. Resultados de caracterização estrutural e morfológicas das partículas de Pt_2HgSe_3 . Refinamento de Rietveld das amostras referentes ao estudo da influência do tempo de tratamento térmico (3D - três dias; 9D-3C - 3 ciclos de dois dias em alta temperatura totalizando 9 dias; 1M - 30 dias; 2M - 60 dias) para as amostras nomeadas A) Pt_2HgSe_3 -16-3D, B) Pt_2HgSe_3 -16-9D-3C, C) Pt_2HgSe_3 -16-1M e D) Pt_2HgSe_3 -16-2M. Imagens de MEV obtidas com o detector de elétrons secundários para as amostras E) Pt_2HgSe_3 -16-3D, F) Pt_2HgSe_3 -16-9D-3C, G) Pt_2HgSe_3 -16-1M e H) Pt_2HgSe_3 -16-2M.

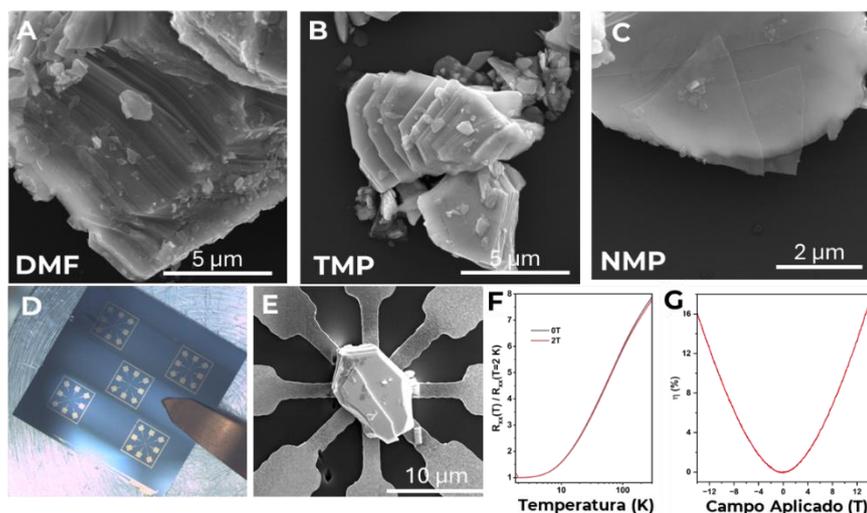


Figura 2. Resultados de MEV para processos de exfoliação química do Pt_2HgSe_3 utilizando A) dimetilformamida (DMF), B) fosfato de trimetila (TMP) e C) 1-metil-2-pirrolidona (NMP). Resultados de medidas elétricas para cristais de Pt_2HgSe_3 em D) dispositivos com contatos de ouro sobre substrato de Si/SiO₂ mostrando E) a partícula soldada nos contatos elétricos utilizando uma solda de Pt com auxílio do FIB (focused ion beam) no MEV. Os gráficos de medidas elétricas mostram curvas de F) resistência em função da temperatura e G) resistência normalizada η .

Análises de MEV mostram a morfologia das partículas em formatos facetados com dimensões micrométricas onde é possível observar a estrutura de empacotamento em camadas dos planos atômicos. Tentativas de exfoliação química em ultrassom para diferentes solventes (1-metil-2-pirrolidona - NMP), fosfato de trimetila - TMP e dimetilformamida -DMF) não levaram a formação de monocamadas, mas foi possível observar a diminuição das espessuras e a delaminação de folhas de Pt_2HgSe_3 , Figura 2A-C. Visando estudar o comportamento elétrico do material Pt_2HgSe_3 foi desenvolvido um dispositivo com contatos elétricos de ouro sobre um substrato de Si/SiO₂ para estabelecer o contato diretamente em um cristal de Jacutingaita utilizando um equipamento de MEV acoplado a um FIB (focused ion beam) para fazer a solda. O Pt_2HgSe_3 demonstra um comportamento metálico em temperatura ambiente com o decaimento da resistência com a diminuição da temperatura, Figura 2F. Curvas de magnetorresistência mostram a dependência do aumento da resistência na

	presença de um campo elétrico aplicado, Figura 2G. Resultados iniciais de magnetorresistência são importantes para estudar materiais topológicos onde oscilações de Shubnikov–de Haas serão ajustadas para extrair os dados do comportamento quântico do sistema na próxima etapa do projeto.
--	---

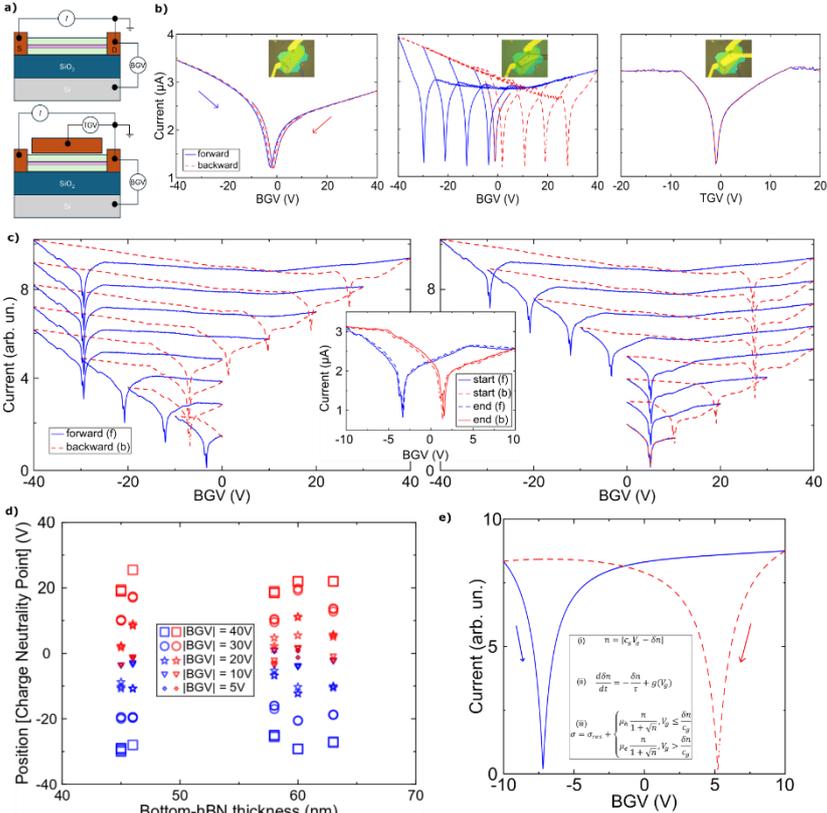
65. *Estudo teórico-computacional da estrutura eletrônica e de transporte de novos materiais quânticos: (1) Transporte eletrônico em estruturas híbridas de MoS2 e "linkers" moleculares; (2) Efeito da localização dos estados de vacâncias em dicalcogenetos-MX2 de metais de transição; (3) Fases topológicas em ligas :Pt(Hg,Se)2; (4) Cálculo em larga escala - acelerados por ML - para descoberta de materiais topológicos e 2D.*

PROJETO	Programa de P&D em Tecnologias Quânticas - Dispositivos Quânticos
ATIVIDADE	Programa de P&D em Tecnologias Quânticas - Dispositivos Quânticos
META	Estudo teórico-computacional da estrutura eletrônica e de transporte de novos materiais quânticos: (1) Transporte eletrônico em estruturas híbridas de MoS2 e "linkers" moleculares; (2) Efeito da localização dos estados de vacâncias em dicalcogenetos-MX2 de metais de transição; (3) Fases topológicas em ligas :Pt(Hg,Se)2; (4) Cálculo em larga escala - acelerados por ML - para descoberta de materiais topológicos e 2D.
INDICADOR	Relatório de Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Outubro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	O Subprograma de Dispositivos Quânticos é uma parte fundamental do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologias Quânticas do Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano). Este subprograma visa explorar e desenvolver novas tecnologias baseadas em fenômenos quânticos, com o potencial de revolucionar áreas como computação, comunicação e sensoriamento. A importância deste subprograma reside na sua capacidade de impulsionar a inovação tecnológica, proporcionando avanços significativos que podem transformar diversos setores industriais e científicos. Ao focar em dispositivos quânticos, o LNNano busca posicionar-se na vanguarda da pesquisa e desenvolvimento em nanotecnologia, contribuindo para o avanço do conhecimento científico e tecnológico no Brasil e no mundo. Os tópicos abordados no relatório destacam os avanços alcançados em várias frentes de pesquisa dentro do subprograma. A fabricação e caracterização de novos materiais bidimensionais (2D) e heteroestruturas de van der Waals, por exemplo, revelaram a estabilidade morfológica e estrutural da biotita natural do Brasil, destacando seu potencial como substrato 2D. A introdução dos dispositivos de memória opto-elétricos "Mem-emissores" demonstrou a manipulação das propriedades de emissão de luz de semicondutores para alcançar funcionalidades de memória. Além disso, os dispositivos de memória elétrica baseados em heteroestruturas 2D mostraram um comportamento histerético nas curvas de corrente, sugerindo a criação de uma janela de memória. Esses avanços não apenas ampliam o

	<p>conhecimento científico, mas também abrem novas possibilidades para aplicações tecnológicas em computação quântica, optoeletrônica e dispositivos eletrônicos. Outros tópicos importantes incluem a investigação das propriedades de transporte elétrico de filmes finos de óxido de grafeno reduzido, que revelou fenômenos como magnetoresistência e antilocalização fraca. A epitaxia de pontos quânticos de gálio utilizando a técnica de epitaxia por feixe molecular permitiu a avaliação da cristalinidade das ilhas de gálio. O desenvolvimento de filmes free-standing de óxidos complexos, utilizando uma camada de sacrifício de SCAO, abriu novas possibilidades para a exploração de propriedades físicas. A deposição de filmes finos de LaMn7O12 mostrou transições magnéticas e ferroeletricidade, com potencial para aplicações em dispositivos multiferróicos. A síntese de Jacutingaíta e a análise de transporte eletrônico revelaram comportamento metálico e potencial para explorar efeitos de quantum spin Hall. Por fim, a investigação da energia de formação de vacâncias e da energia de adesão de oxigênio na liga $\text{Mo}(1-x)\text{W}(x)\text{Se}_2$ mostrou preferências pela adesão do oxigênio em vacâncias de selênio adjacentes aos átomos de tungstênio. Esses avanços demonstram que os objetivos do subprograma foram atingidos, ampliando o conhecimento científico e abrindo novas possibilidades para aplicações tecnológicas em computação quântica, optoeletrônica e dispositivos.</p>
EVIDÊNCIAS	<ol style="list-style-type: none"> I. Foi determinado um material e produzido um alvo de um composto para ser utilizado como camada de sacrifício para obtenção de filmes <i>free-standing</i>. II. Foram realizados estudos de crescimento deste material como filme simples e bicamadas com materiais que poderão ser estudados <i>free-standing</i>. III. Foi realizada uma tentativa preliminar de remoção de material, dissolvendo o filme crescido em água e utilizando uma fita Kapton. IV. Apesar de termos um filme removido, o mesmo não pode ser manipulado, abrindo espaço para estudos posteriores de otimização do processo de dissolução da camada de sacrifício e o aperfeiçoamento do uso de PDMS como suporte de transferência. V. Além destes estudos, uma nova meta/atividade a ser explorada é a integração e empilhamento destes filmes em dispositivos inovadores.

66. *Desenvolvimento de camada de sacrifício para crescimento de óxidos complexos "free-standing"*

PROJETO	Programa de P&D em Tecnologias Quânticas - Dispositivos Quânticos
ATIVIDADE	Programa de P&D em Tecnologias Quânticas - Dispositivos Quânticos
META	Desenvolvimento de camada de sacrifício para crescimento de óxidos complexos "free-standing"
INDICADOR	Relatório de Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Outubro/2024
TERMO ADITIVO	44º

STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>Para esta atividade foi proposto desenvolvimento de camada de sacrifício para óxidos complexos. Foi definido um material, confeccionado um alvo para crescimento por deposição a laser pulsado e realizado testes de crescimento com este alvo. Uma remoção preliminar de filme foi realizada com sucesso. Como nova etapa deste projeto propomos a otimização do processo de dissolução da camada de sacrifício e o aperfeiçoamento do uso de PDMS como suporte de transferência.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>Os avanços alcançados no Subprograma de Dispositivos Quânticos do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologias Quânticas do Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano) se evidenciam em cada um dos tópicos abordados. A fabricação e caracterização de novos materiais bidimensionais (2D) e heteroestruturas de van der Waals, como a biotita natural do Brasil, demonstraram estabilidade morfológica e estrutural ao longo do tempo, além de boas propriedades dielétricas.</p>  <p>Figura 1. (a) Ilustração dos dispositivos 2D fabricados. (b) e (c) curvas de transferência (corrente versus tensão de porta) para nanodispositivos de grafeno encapsulados e medido na configuração “back-gate” (BGV) e “top-gate” (TGV). Após a fabricação do eletrodo superior (TGV), as curvas de corrente vs BGV apresentam uma clara curva de histerese à medida que a intensidade da tensão de porta aplicada aumenta, porém, mostrou-se totalmente reversível (c) e independente da espessura do substrato 2D em contato com o substrato de SiO₂ (d). (e) Modelamento teórico da condutividade do grafeno, levando em conta a existência de cargas extras no substrato ou interface (isolante/SiO₂) que induzem a histerese na corrente.</p> <p>A introdução dos dispositivos de memória opto-elétricos "Mem-emissores" mostrou a manipulação das propriedades de emissão de luz de semicondutores para alcançar funcionalidades de memória. Além disso, os</p>

dispositivos de memória elétrica baseados em heteroestruturas 2D apresentaram comportamento histerético nas curvas de corrente, sugerindo a criação de uma janela de memória. A investigação das propriedades de transporte elétrico de filmes finos de óxido de grafeno reduzido revelou fenômenos como magnetoresistência e antilocalização fraca. A epitaxia de pontos quânticos de gálio utilizando a técnica de epitaxia por feixe molecular permitiu a avaliação da cristalinidade das ilhas de gálio. O desenvolvimento de filmes free-standing de óxidos complexos, utilizando uma camada de sacrifício de SCAO, abriu novas possibilidades para a exploração de propriedades físicas. A deposição de filmes finos de LaMn7O12 mostrou transições magnéticas e ferroeletricidade, com potencial para aplicações em dispositivos multiferróicos.

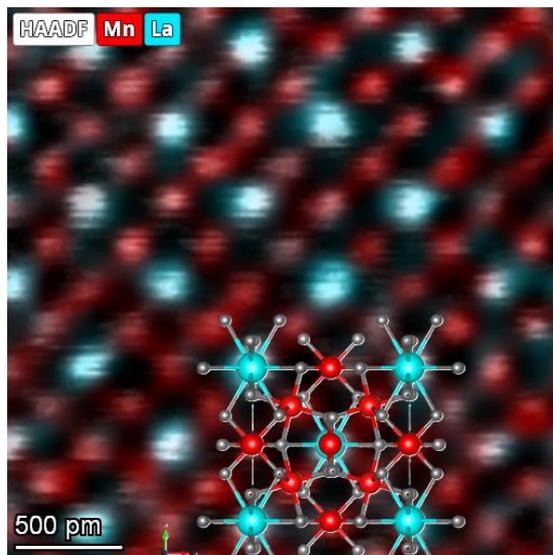


Figura 2-Imagem de campo escuro angular anular (HAADF) da lamela preparada por FIB a partir da amostra 2 de LaMn7O12. Escala de cores indica espectroscopia dispersiva em energia para identificação elemental. Detalhe mostra a célula unitária do LaMn7O12.

A síntese de Jacutingaíta e a análise de transporte eletrônico revelaram comportamento metálico e potencial para explorar efeitos de quantum spin Hall.

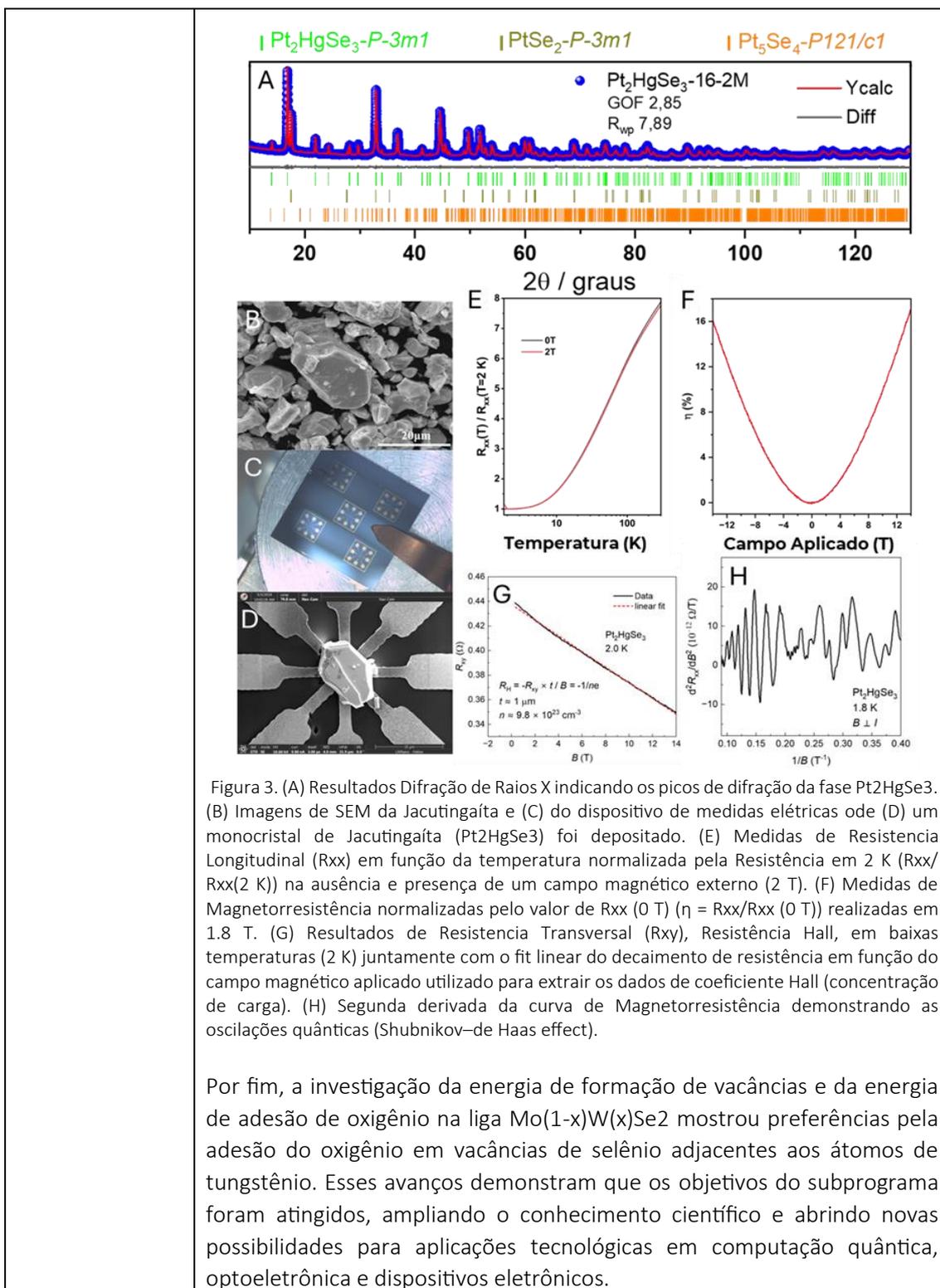


Figura 3. (A) Resultados Difração de Raios X indicando os picos de difração da fase Pt₂HgSe₃. (B) Imagens de SEM da Jacutingaíta e (C) do dispositivo de medidas elétricas onde (D) um monocristal de Jacutingaíta (Pt₂HgSe₃) foi depositado. (E) Medidas de Resistência Longitudinal (R_{xx}) em função da temperatura normalizada pela Resistência em 2 K (R_{xx}/R_{xx}(2 K)) na ausência e presença de um campo magnético externo (2 T). (F) Medidas de Magnetoresistência normalizadas pelo valor de R_{xx} (0 T) ($\eta = R_{xx}/R_{xx}(0 T)$) realizadas em 1.8 T. (G) Resultados de Resistência Transversal (R_{xy}), Resistência Hall, em baixas temperaturas (2 K) juntamente com o fit linear do decaimento de resistência em função do campo magnético aplicado utilizado para extrair os dados de coeficiente Hall (concentração de carga). (H) Segunda derivada da curva de Magnetoresistência demonstrando as oscilações quânticas (Shubnikov-de Haas effect).

Por fim, a investigação da energia de formação de vacâncias e da energia de adesão de oxigênio na liga Mo(1-x)W(x)Se₂ mostrou preferências pela adesão do oxigênio em vacâncias de selênio adjacentes aos átomos de tungstênio. Esses avanços demonstram que os objetivos do subprograma foram atingidos, ampliando o conhecimento científico e abrindo novas possibilidades para aplicações tecnológicas em computação quântica, optoeletrônica e dispositivos eletrônicos.

67. Estudo preliminar de procedimento para litografia micro e nano em filmes finos de YBa₂Cu₃O₇

PROJETO	Programa de P&D em Tecnologias Quânticas - Dispositivos Quânticos
ATIVIDADE	Programa de P&D em Tecnologias Quânticas - Dispositivos Quânticos

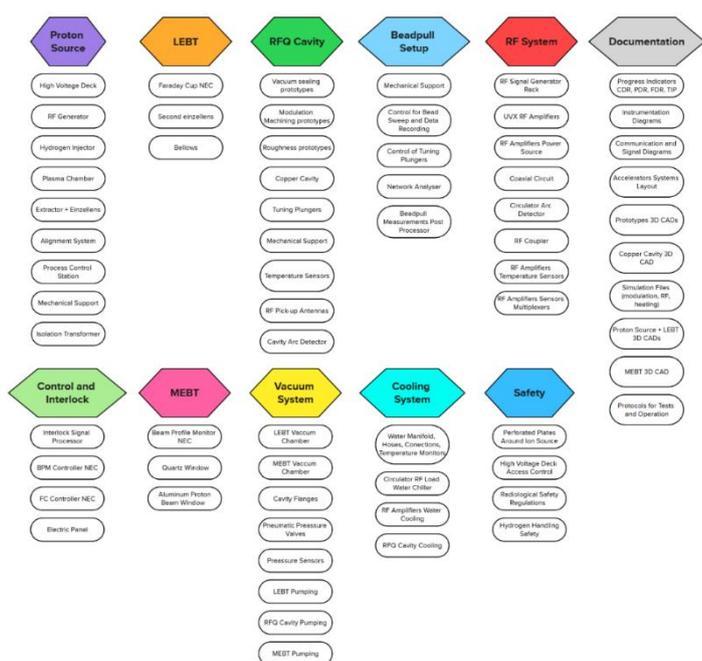
META	Estudo preliminar de procedimento para litografia micro e nano em filmes finos de $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$
INDICADOR	Relatório de Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Outubro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	Para esta atividade foi proposto desenvolvimento de procedimento de litografia em filmes de $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (YBCO) utilizando escrita direta para estruturas de até 2 micrômetros. O primeiro passo envolveu o estudo dos parâmetros de crescimento dos filmes via deposição a laser pulsado (PLD) no Laboratório de Crescimento In Situ (LCIS/LNNano/CNPEM), seguido pelo desenvolvimento do processo de litografia no Laboratório e Micro e Nanofabricação (LMF/LNNano/CNPEM). Foi estudado do crescimento do material por deposição a laser pulsado e foram obtidos filmes epitaxiais (com eixo c cristalográfico orientado perpendicular ao substrato) com propriedades supercondutoras. Foi realizado estudo de litografia com escrita direta e desbaste com íons de argônio que resultou em estruturas desejadas na geometria <i>bow-tie</i> . Estudos de eletro-migração deste material serão realizados utilizando as estruturas obtidas.
EVIDÊNCIAS	<ol style="list-style-type: none"> I. Estudamos o crescimento do material por deposição a laser pulsado e foram obtidos filmes epitaxiais (com eixo c cristalográfico orientado perpendicular ao substrato) com propriedades supercondutoras. II. Estudamos processos de litografia com escrita direta e desbaste com íons de argônio que resultou em estruturas desejadas na geometria <i>bow-tie</i>. III. Estudos de eletro-migração estão sendo realizados nas estruturas produzidas. IV. O procedimento para litografia realizado pode ser expandido para outros materiais, habilitando estudos diversos em diferentes materiais e outros estudos além de eletro-migração.

Ações Transversais de Engenharia e Tecnologia

Ações Transversais de Engenharia e Tecnologia

68. Acelerador conceito para terapias

PROJETO	Ações Transversais de Engenharia e Tecnologia
ATIVIDADE	Estudos conceituais e prova de conceito de subsistemas
META	Acelerador conceito para terapias
INDICADOR	Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Dezembro/24
TERMO ADITIVO	44º

<p>STATUS DA EXECUÇÃO</p>	<p>100%</p>
<p>JUSTIFICATIVA</p>	<p>O projeto do Acelerador Conceito Para Terapias visa o desenvolvimento de um protótipo de acelerador de prótons de 1 MeV, como etapa crucial para a construção de um acelerador de prótons pelo CNPEM. A iniciativa contribui para a modernização das tecnologias de saúde no Brasil, oferecendo acesso a uma terapia de alta precisão para o tratamento de tumores.</p> <p>O objetivo principal desta fase do projeto foi a consolidação dos conceitos técnicos e o desenvolvimento de um protótipo de acelerador de prótons, focando principalmente no desenvolvimento e caracterização dos subsistemas-chave. Este protótipo de 1 MeV serve como prova de conceito e demonstrador tecnológico para um futuro acelerador na faixa de centenas de MeV, para aplicações em terapia de prótons. Adicionalmente, o projeto explora o potencial multipropósito do acelerador para produção de radioisótopos e terapia de nêutrons.</p>
<p>EVIDÊNCIAS</p>	<p>O design conceitual do acelerador de 1 MeV foi concluído, incluindo modelagem detalhada de todos os subsistemas (fonte de íons, transporte de feixe de baixa energia (LEBT), cavidade de radiofrequência (RFQ), transporte de feixe de média energia (MEBT), sistema de vácuo, sistema de controle, sistemas de monitoramento de feixe (<i>Faraday Cup</i> e Monitores de Feixe)). Simulações extensivas foram conduzidas para validar o desempenho dos subsistemas e otimizar seu funcionamento, especialmente no que diz respeito à cavidade RFQ e seus componentes. Um modelo de vedação utilizando EPDM (Ethylene Propylene Diene Methylene) foi desenvolvido e validado experimentalmente. Essa solução simplificou significativamente a montagem e garantiu a repetibilidade do processo de vedação, reduzindo a complexidade e o tempo de fabricação.</p>  <p><i>Figura 1: Componentes de cada sistema necessários para o desenvolvimento do projeto.</i></p>

O protótipo da cavidade RFQ foi projetado e está em desenvolvimento. Estudos de deformação térmica e ajustes de precisão, com o desenvolvimento de um sistema para a técnica *bead pull*, foram realizados. Os materiais para a fabricação da cavidade e de outros componentes (cobre e aço inoxidável) foram especificados, atendendo aos requisitos de alta condutividade térmica e resistência a vácuo. Novos métodos de usinagem e montagem, com foco em precisão e repetibilidade, estão sendo empregados para a construção da cavidade.

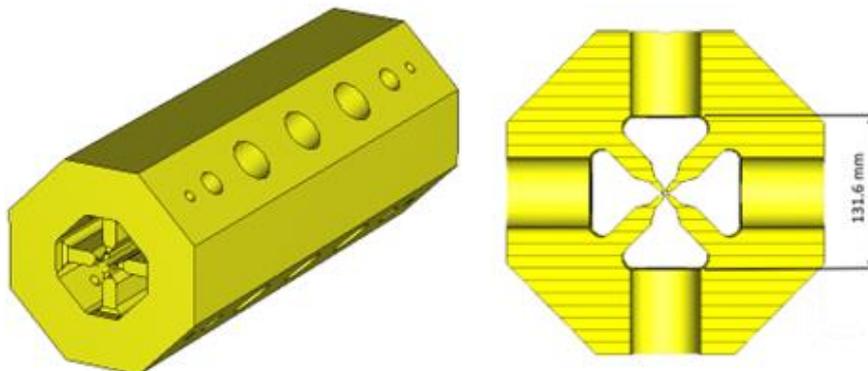


Figura 2: Modelo mecânico de cobre da cavidade RFQ usada para simulações.



Figura 3: Setup Bead Pull desenvolvida pelo CNPEM para um ajuste de RFQ.

Foram realizados estudos comparativos de tecnologias existentes de monitoramento de feixe como Faraday Cup e Monitor de Perfil de Feixe, levando ao projeto e desenvolvimento de componentes otimizados para o acelerador do CNPEM, visando alta precisão e robustez. Protótipos destes sistemas estão em construção.

No que tange ao sistema de vácuo, simulações foram conduzidas utilizando o software *MolFlow*, otimizando a configuração de bombas e válvulas para alcançar os níveis de vácuo necessários para operação. Os testes de vedação com o protótipo do *O-ring* 3D demonstraram excelente desempenho, com taxa de vazamento abaixo do esperado.

A arquitetura do sistema de controle foi definida, incluindo o uso de protocolos de comunicação Ethernet/IP, Modbus TCP e RS-485. Um protótipo do sistema de controle está em fase de teste. Assim, a próxima fase do projeto focará na construção e teste completo do protótipo do acelerador de 1 MeV, incluindo a integração e testes de todos os subsistemas.

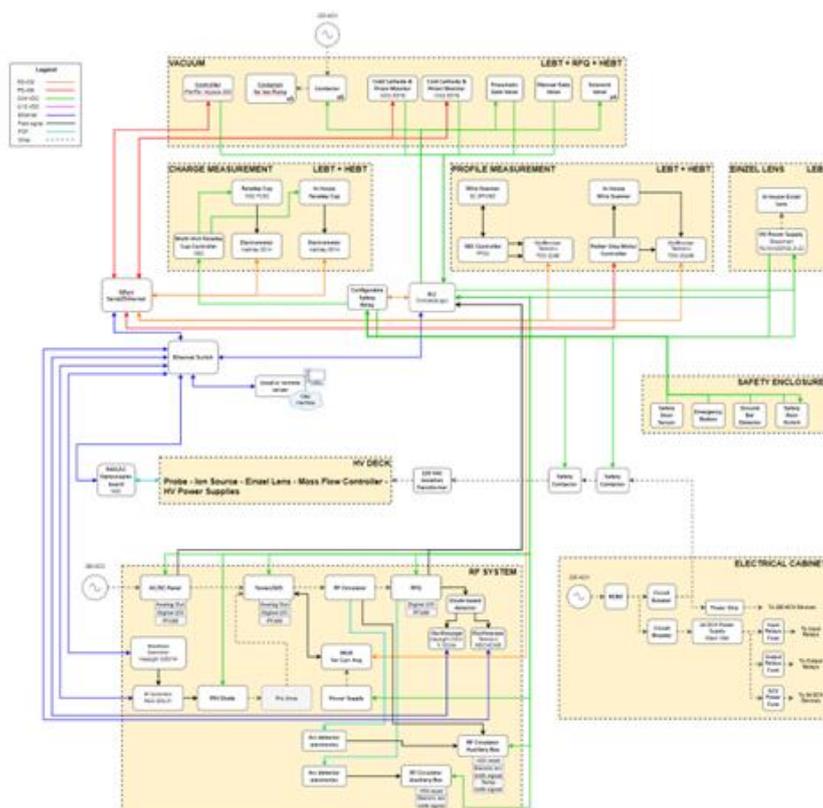


Figure 4: Arquitetura do sistema de controle.

Os resultados obtidos nessa fase serão cruciais para a evolução do projeto e para a construção do acelerador de prótons de alta energia.

69. PAPU 2.0 - Conceito de Ondulador Planar tipo APU longo

PROJETO	Ações Transversais de Engenharia e Tecnologia
ATIVIDADE	Protótipo Funcional
META	PAPU 2.0- Conceito de Ondulador Planar tipo APU longo
INDICADOR	Projeto Preliminar (PDR)
PRAZO	Dezembro/24
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	O projeto PAPU21, desenvolvido pela DAT no CNPEM, visa produzir um ondulador com gap menor que 6 mm utilizando um sistema de vácuo compatível com blocos magnéticos em ar. O objetivo é gerar radiação síncrotron semelhante à de um ondulador em vácuo, mas com custo e complexidade reduzidos. A abordagem adotada para o design e execução do

	<p>projeto é a da construção do ondulador em dois módulos, que serão unidos para a formação de uma única unidade de ondulador com 117 períodos de 21 mm e gap de 5,8 mm, resultando em campo de pico de 0,98 T. O primeiro módulo poderá ser montado para formar um ondulador completo de metade do comprimento do final, validando o conceito de APU de gap reduzido e sistema de vácuo associado em menos períodos. Um segundo módulo será então unido ao primeiro para formar o ondulador final.</p> <p>A etapa concluída do projeto (PDR) viabiliza a construção do primeiro módulo APU completo de gap pequeno com a conclusão do projeto mecânico permitindo o início das fabricações, além da especificação de componentes e características de sistema de automação. Como ambos os módulos têm projetos mecânicos idênticos, esse desenvolvimento também viabiliza a produção das partes para a construção do sistema mecânico/magnético do segundo módulo, o que, somado a desenvolvimentos em próximas etapas do projeto no sistema de vácuo para produção de câmara de maior comprimento e desenvolvimentos em métodos de simulação para otimização magnética, permitirá a construção do ondulador final.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>O projeto PAPU21 (Prototype Adjustable Phase Undulator de período 21 mm) tem como objetivo a produção de um ondulador de gap fixo menor que 6 mm, incluindo um sistema de vácuo com câmara de elétrons compatível com ímãs fora do vácuo. Esse desenvolvimento é viabilizado tecnologicamente pela evolução contínua da DAT no desenvolvimento de câmaras de vácuo de seções transversais reduzidas.</p> <p>Na etapa de projeto preliminar, os projetos mecânico/magnético, de vácuo e de automação foram refinados. O objetivo foi concluir os projetos mecânicos para iniciar a fabricação do ondulador com um módulo. Para garantir a execução das próximas etapas do projeto, foi necessário também especificar o sistema de automação, considerando os requisitos de integração com linhas de luz, permitindo a compra dos componentes necessários. Esta etapa visou, portanto, viabilizar a primeira construção completa de um APU de gap pequeno e o prosseguimento futuro para a construção do ondulador de comprimento final.</p> <p>Design de Arranjo Magnético</p> <p>A determinação dos parâmetros da estrutura magnética foi realizada por meio de cálculos comparando a radiação produzida pelo novo ondulador com a produzida pelo ondulador em vácuo IVU18, com 108 períodos de 18,5 mm, campo de pico 1,24 T e gap de 4,2 mm, mantendo a compatibilidade com o beam-stay-clear de um trecho reto de baixo β do Sirius, como detalhado no CDR do projeto.</p> <p>Dessa forma, foi definida a estrutura com 5,8 mm de gap e 117 períodos de 21 mm, totalizando 2,457 m, e atingindo um campo de pico de 0,98 T com blocos magnéticos de grade 52SH. Análises tomando também como referência o roll-off transversal horizontal dos IVU18 definiram a dimensão dos blocos principais. Simulações foram também utilizadas para definir o design do sistema de compensação de forças, que contará com um arranjo de blocos paralelo, de mesmo período longitudinal, e com sentidos de magnetizações invertidos em relação ao arranjo principal. A geometria de blocos definida levou a uma compensação simulada de mais de 99% da força longitudinal.</p>

Segundo simulações via elementos finitos, sem compensação a força máxima seria de 11 kN; com compensação, não excede 100 N.

Design de Sistema de Vácuo e Resultados

O sistema de vácuo do ondulador deve ser compatível com o gap de 5,8 mm do arranjo magnético, sendo baseado em câmara de elétrons de perfil oblongo de 9 mm de abertura horizontal e 4,6 mm de abertura vertical, que é compatível com o beam-stay-clear em comprimento de 2,6 m centrado em um trecho reto de baixo β do Sirius.

As dimensões reduzidas da seção transversal impõem um desafio à deposição de filme NEG, definindo um volume que desfavorece o desenvolvimento do plasma de sputtering, sendo que até o momento nenhuma deposição de sucesso de filme NEG para dimensões tão reduzidas foi publicada. O sucesso reportado na etapa conceitual em CDR da deposição completa em três câmaras dessa seção transversal e comprimento de 1300 mm solidificou a viabilidade do conceito de câmara de elétrons com essas dimensões, validando o desenvolvimento deste projeto.

Essa deposição, e os testes para sua otimização, foram conduzidos em condições controladas de ultra-alto vácuo (UHV), contribuindo para a uniformidade do filme mesmo em regiões de difícil acesso. A Figura 1 mostra os resultados de análises por espectroscopia de fotoelétrons excitados por raios X (XPS), que permitiu uma caracterização detalhada do filme depositado. As análises revelaram que, para gaps reduzidos, os parâmetros para deposição selecionados proporcionaram um filme NEG com boa aderência e com excelente capacidade de bombeamento. A uniformidade obtida também está dentro do esperado com variações de espessura inferiores a 5% ao longo do comprimento dos tubos.

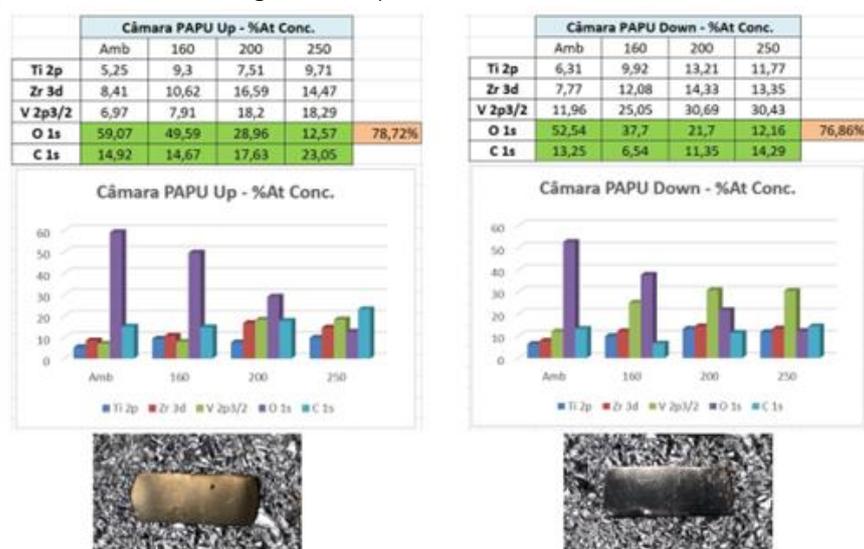


Figura 1: Resultados de análise realizados em XPS para amostras com filme NEG.

Assim, a câmara de 1350 mm sem aba lateral foi desenvolvida como parte de uma abordagem experimental para otimizar os parâmetros de deposição em ambientes de ultra-alto vácuo (UHV), assegurando maior precisão e reprodutibilidade no processo. A ausência da aba lateral foi uma escolha de design estratégica, considerando tanto aspectos técnicos quanto operacionais, como a simplificação da montagem e o melhor alinhamento

com os dispositivos auxiliares, como fontes de deposição, sensores e janelas de observação. Adicionalmente, o protótipo permitiu testar a interação do sistema com os componentes de suporte, incluindo o controle de temperatura, o sistema de bombeamento e os sensores de monitoramento de pressão.

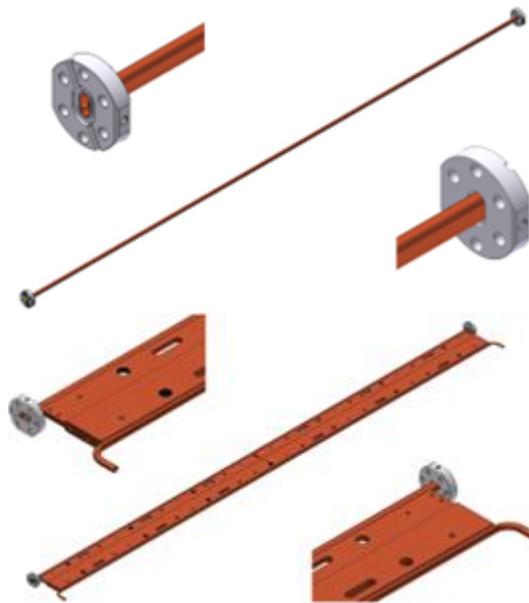


Figura 2: Protótipo de câmara de 1350mm sem aba lateral (esquerda), e com aba lateral (direita).

O desenvolvimento atual foca no projeto conceitual da câmara de 1350 mm equipada com uma aba lateral, que possui a função de servir como reforço mecânico e para transferência de calor a um sistema integrado de refrigeração. Um gabarito será utilizado para os processos de usinagem, brasagem, limpeza, deposição de NEG e transporte da câmara ao longo dos diversos processos de fabricação. O projeto da câmara e gabarito de suportação foram finalizados e serão fabricados por fornecedor externo.

Design de Sistema Mecânico e Resultados

Como mencionado em seções anteriores, foi adotada uma abordagem modular para o projeto da estrutura mecânica e magnética, onde dois módulos de onduladores de serão unidos para a formação do ondulador completo. O projeto mecânico do ondulador foi concluído, e o design adotado conta com os dois módulos mecanicamente idênticos, sendo que cada um pode ser montado como um ondulador completo com a montagem de terminações e magic fingers em suas extremidades, representando um comprimento de aproximadamente metade do total objetivado.

A Figura 3 mostra a união de dois módulos para formar o ondulador completo de 2,52 m. Nesse caso, conjuntos de blocos de terminação e conjunto de magic fingers são montados apenas na entrada e saída do ondulador completo, sendo os módulos unidos por meio de conjuntos de tirantes com uma guia centralizadora adicional. Também é mostrada seção transversal de um módulo com destaque para os gaps de conjuntos de subcassetes principais e de compensação, em representação junto a câmara de vácuo desenvolvida. A dimensão dos blocos e gap entre subcassetes para os blocos de compensação foi otimizada para maximizar o cancelamento de força total dos

subcassetes principais e de compensação. A Figura 4 mostra uma montagem de teste realizada com blocos magnéticos e fabricações preliminares de subcassetes principais e de compensação. A largura de um bloco principal é indicada para escala. Essa montagem, junto a simulações, validou o conceito de fixação dos blocos magnéticos.

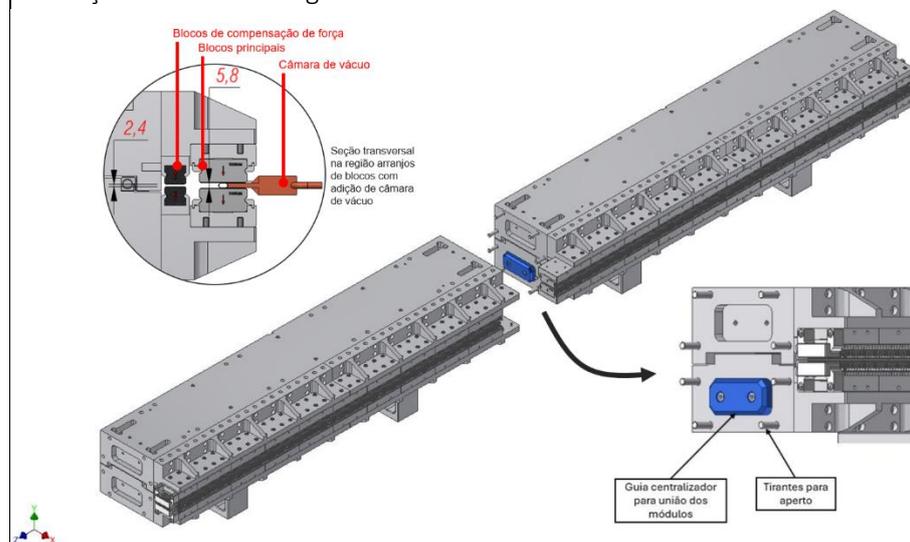


Figura 3: Módulos do ondulador a serem unidos para formar ondulador único com detalhe de união e visualização de seção transversal na região dos arranjos de blocos com adição de câmara de vácuo.

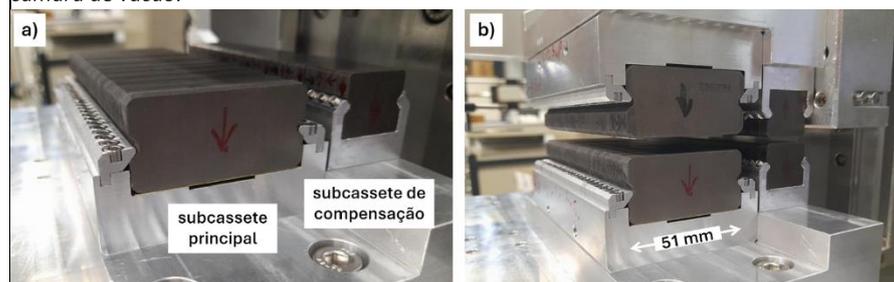


Figura 4: Montagem teste de subcassetes principal e de compensação para validação de conceito de fixação dos blocos. Largura de bloco principal é indicada para escala.

Correção Magnética

A minimização dos valores de integrais de campo e erros de fase será iniciada durante a montagem do ondulador por um processo de sorting, no qual a sequência de blocos magnéticos é escolhida por meio de algoritmos de otimização. Para isso, no período deste relatório foram medidas as magnetizações a temperatura conhecida de todos os 1200 blocos principais e 40 blocos de terminação adquiridos, sendo que o refinamento de algoritmo de sorting está atualmente sendo finalizado tendo em vista a montagem do ondulador no início de 2025.

A correção magnética será realizada após a montagem do primeiro módulo do ondulador e após a adição do segundo módulo. A correção de erros de fase e integrais de campo nessa etapa será feita via shimming virtual a partir da movimentação vertical dos blocos magnéticos principais. Uma movimentação de $-0,25$ mm até $0,25$ mm em passos de $0,05$ mm é permitida pelo design mecânico dos subcassetes com a inserção de lâminas em latão abaixo dos blocos com espessuras de $0,05$ mm a $0,50$ mm, também em passos de $0,05$ mm, sendo a lâmina de $0,25$ mm padrão para todos os blocos. Com esse

ajuste o gap final livre garantido é de 5,3 mm (5,8 mm – 2×0,25 mm). Uma adaptação para o sistema de montagem de blocos magnéticos da DAT dedicada aos blocos do PAPU21 foi projetada, fabricada e instalada (Figura 5a). O sistema será usado tanto para a montagem dos blocos nos subcassetes quanto para mudança das lâminas de latão durante cada iteração de shimming. Ainda, para a realização das iterações de shimming, um dispositivo foi projetado para permitir a remoção individual de subcassetes do ondulador montado (5b).

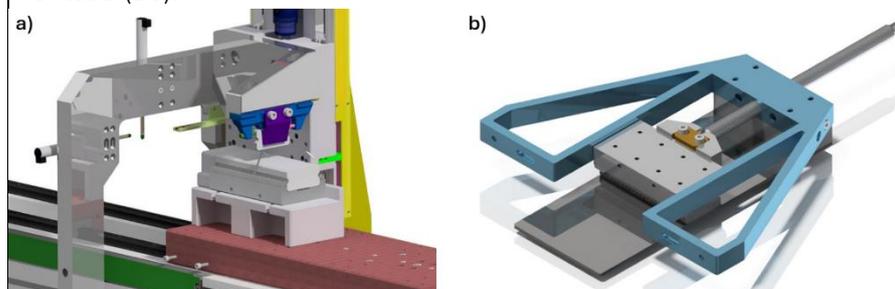


Figura 5: a) sistema de montagem de blocos magnéticos com adaptação projetada para blocos do PAPU21; b) dispositivo projetado para a remoção de subcassetes.

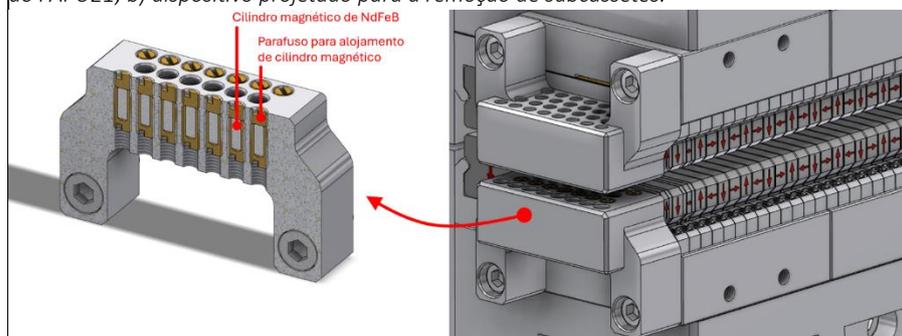


Figura 6: Conjuntos de magic fingers na saída do ondulador e corte mostrando cilindros magnéticos de NdFeB alojados dentro de parafusos não magnéticos.

Após a etapa de shimming virtual, as integrais de campo, em especial fora do eixo central do dispositivo, serão corrigidas (correção de multipolos integrados) utilizando os conjuntos denominados magic fingers. A Figura 6 mostra dois desses conjuntos adicionados ao subcassetes superior e inferior na saída do ondulador. Outro par de conjuntos é também adicionado antes da entrada do ondulador. É também apresentado um corte mostrando a montagem de cilindros ferromagnéticos de NdFeB alojados em parafusos não magnéticos. Essa montagem permite o uso de métodos computacionais para otimizar a configuração dos cilindros magnéticos, incluindo orientação e posição de presença ou não em um furo, de modo a minimizar os multipolos integrados medidos.

Design de Sistema de Automação e Requisitos de Integração com Linhas de Luz

Após estudo das principais soluções para a automação do ondulador foi escolhida a plataforma Beckhoff, que está presente em várias soluções de movimentação para onduladores, atendendo bem, principalmente aos requisitos de sincronismo com monocromadores, com opções de sincronização via transmissão de posição com protocolo UDP, cartões de saída rápida e malha de controle em 1 kHz.

	<p>O controlador utilizado será o Beckhoff C6017, com um processador Intel Atom® com 2 núcleos. Esse controlador fornece uma interface com diversos protocolos de comunicação, como EtherCAT, OPCUA e MQTT; seu sistema é baseado em FreeBSD, permite a execução de tarefas em tempo real e execução de aplicações com uso de contêineres, possibilitando, por exemplo, que um IOC EPICS seja hospedado no próprio controlador.</p> <p>Implementação e Perspectivas</p> <p>Conforme discutido nas seções anteriores, o projeto será construído em dois módulos, resultando em um ondulator de 117 períodos. Com a conclusão do projeto mecânico do sistema magnético, a fabricação das partes para a construção do primeiro módulo já foi iniciada. No caso dos cassetes e subcassetes, a fabricação contratada já contempla os dois módulos do ondulator. Os blocos magnéticos principais e de compensação para os dois módulos já foram adquiridos e os componentes comerciais para o sistema de movimentação e automação estão em processo de compra. Ainda, o projeto da câmara de vácuo e respectivo gabarito de suportaço, para comprimento compatível com primeiro módulo, foi concluído e as usinagens serão realizadas por fornecedor.</p> <p>A finalizaço da fabricaço e aquisiço das primeiras partes permitirão a montagem e otimizaco do primeiro ondulator, com comprimento de um módulo, em março de 2025. No primeiro semestre de 2025 serão também executadas a fabricaço das partes mecânicas restantes para a construçao do segundo módulo e a implementaço do sistema de automaço e movimentação. Ainda, serão realizados desenvolvimentos adicionais no sistema de vácuo, visando a fabricaço da câmara de comprimento compatível com o ondulator completo de 117 períodos, a ser montado e otimizado até o final de julho de 2025. A demonstraço completa da viabilidade do ondulator em ar com gap inferior a 6 mm será concluída com a montagem de um protótipo de trecho, finalizando a última etapa, associada ao indicador TIP do projeto, em setembro de 2025.</p>
--	---

70. Protótipo de equipamento de MRI para pequenos animais

PROJETO	Ações Transversais de Engenharia e Tecnologia
ATIVIDADE	Estudos conceituais e prova de conceito de subsistemas
META	Protótipo de equipamento de MRI para pequenos animais
INDICADOR	Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Dezembro/24
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	Durante a fase conceitual do Projeto de Protótipo de Equipamento de MRI para Pequenos Animais, o objetivo principal foi desenvolver um protótipo capaz de produzir uma imagem de Ressonância Magnética em um ano, com custo máximo de um milhão de reais, incluindo materiais de consumo, permanentes e capacitação. Para o protótipo, optou-se pelo desenvolvimento

	<p>interno dos sistemas magnéticos e de radiofrequência, enquanto os sistemas de amplificação de sinal e console de controle seriam adquiridos.</p> <p>Para tanto, conta-se com a atuação das equipes Arquitetura e Modelagem de Sistemas, Automação e Robótica, Conversores de Potência, Eletrônica e Microeletrônica, Ferramentaria, Projetos Mecânicos, Metrologia e Sistemas Magnéticos e Eletromagnéticos presentes na DAT. Em conjunto, os grupos desenvolveram as etapas necessárias para a obtenção de um protótipo funcional capaz de gerar imagens de Ressonância Magnética.</p> <p>Os objetivos específicos relacionados ao desenvolvimento do protótipo foram cumpridos, incluindo a entrega de um magneto com alta homogeneidade de campo em um volume útil, ao menos um conjunto de bobina e eletrônica de RF, e bobinas de gradiente X, Y e Z compatíveis com as especificações do magneto. Além disso, foram especificados, adquiridos e operados amplificadores de RF e gradiente adequados para as bobinas desenvolvidas, bem como o console de controle, e integrados o magneto, a estrutura mecânica, as bobinas de RF e gradiente, os amplificadores e o console. Também foi realizada a capacitação da equipe da DAT em disciplinas como radiofrequência para Ressonância Magnética; simulação, projeto e fabricação de bobinas e eletrônica associada; operação de equipamentos de Ressonância Magnética; eletrônica de potência pulsada; e eletrônica e instrumentação para controle de equipamentos biomédicos.</p> <p>Os resultados deste protótipo evidenciaram a maturidade da equipe do CNPEM no entendimento fundamental do fenômeno da Ressonância Magnética e na instrumentação dos aparelhos que se valem deste fenômeno para a obtenção de imagens sem a presença de radiação ionizante. As perspectivas futuras são estratégicas na evolução dessas compreensões e na especialização de cientistas e engenheiros brasileiros no projeto e fabricação de equipamentos de ressonância magnética, com o objetivo de, a longo prazo, suprir a deficiência do sistema de saúde nacional na disponibilidade e acessibilidade deste método de diagnóstico por imagem.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>Para a execução da entrega de um protótipo funcional de um equipamento de ressonância magnética capaz de gerar imagens, tem-se como escopo de projeto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento dos sistemas magnéticos (magneto central e bobinas de gradiente) e sistemas de radiofrequência (bobina de RF e circuito integrado); • Estudo, especificação e aquisição dos sistemas de controle e interface de usuário e sistemas de recepção, transdução e amplificação de sinais (console de controle, amplificadores de RF e gradiente); • Integração de todos os componentes necessários para a construção de um protótipo de equipamento de Ressonância Magnética; • Capacitação nas disciplinas envolvidas no desenvolvimento. <p>A diagramação esquemática dos subsistemas e se irão ser adquiridos ou desenvolvidos está representada na figura 1, assim como o equipamento final montado.</p>

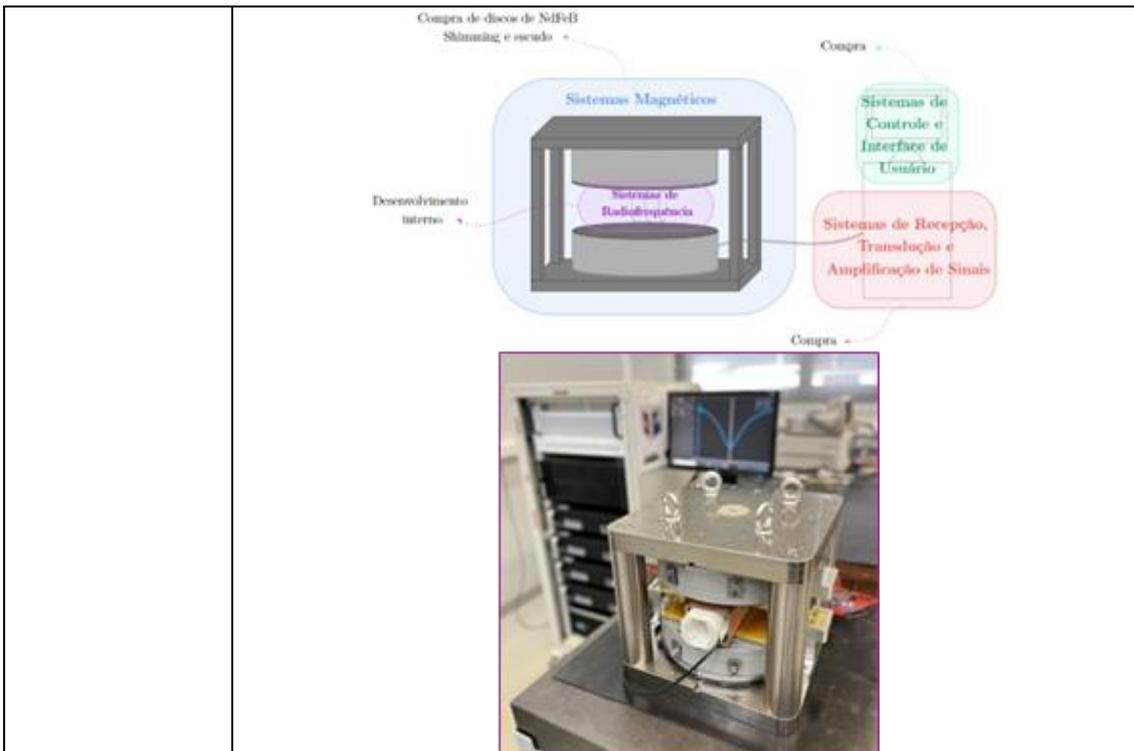


Figura 1: Diagrama dos subsistemas do protótipo a ser construído e protótipo montado.

No desenvolvimento do magneto central, optou-se por utilizar discos de magneto permanente (NdFeB) para atender às especificações de campo magnético médio e homogeneidade. A homogeneidade exigida é inferior a 10 ppm em um volume equivalente a uma esfera de 40 mm de diâmetro. Após a montagem do magneto, que gerou uma força de atração de cerca de 1 kN, foi realizado um teste com sonda Hall, que inicialmente indicou uma homogeneidade de 450 ppm. Após ajustes com peças ferromagnéticas, a homogeneidade foi reduzida para 26 ppm, permitindo a integração com as bobinas de gradiente, sonda de RF, amplificadores de potência e console de controle.

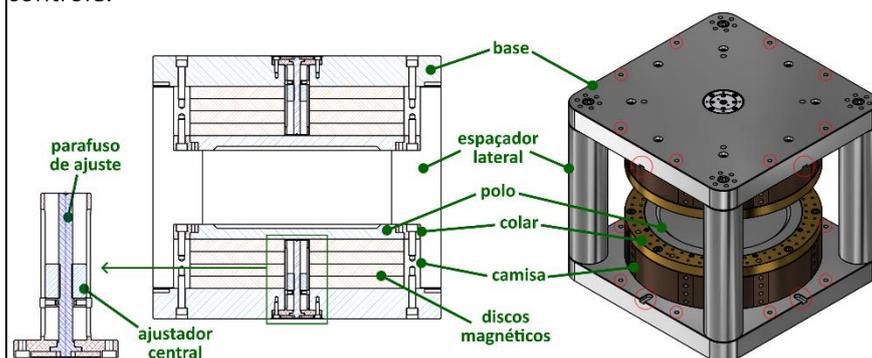


Figura 2: Projeto mecânico de magneto central. Além da estrutura ferromagnética que acondiciona os discos de NdFeB, bases, espaçadores e polos em aço 1006, são indicadas partes em alumínio de fixação dos conjuntos de discos e polos (camisas e colares) e o conjunto de shims móveis.

O projeto das bobinas de gradiente foi realizado usando um código que gera o padrão de densidade de corrente necessário para criar o perfil magnético desejado. Para atender aos requisitos de intensidade, foi projetado um

sistema capaz de gerar gradientes de até 100 mT/m, com corrente limitada a 50 A, utilizando PCBs de duas faces de 1,6 mm de espessura. A não-linearidade da curva do gradiente foi restringida a 15% para evitar artefatos na imagem.

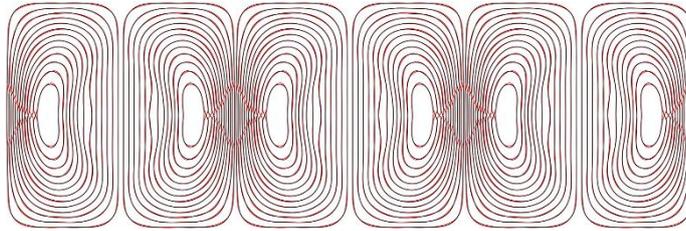


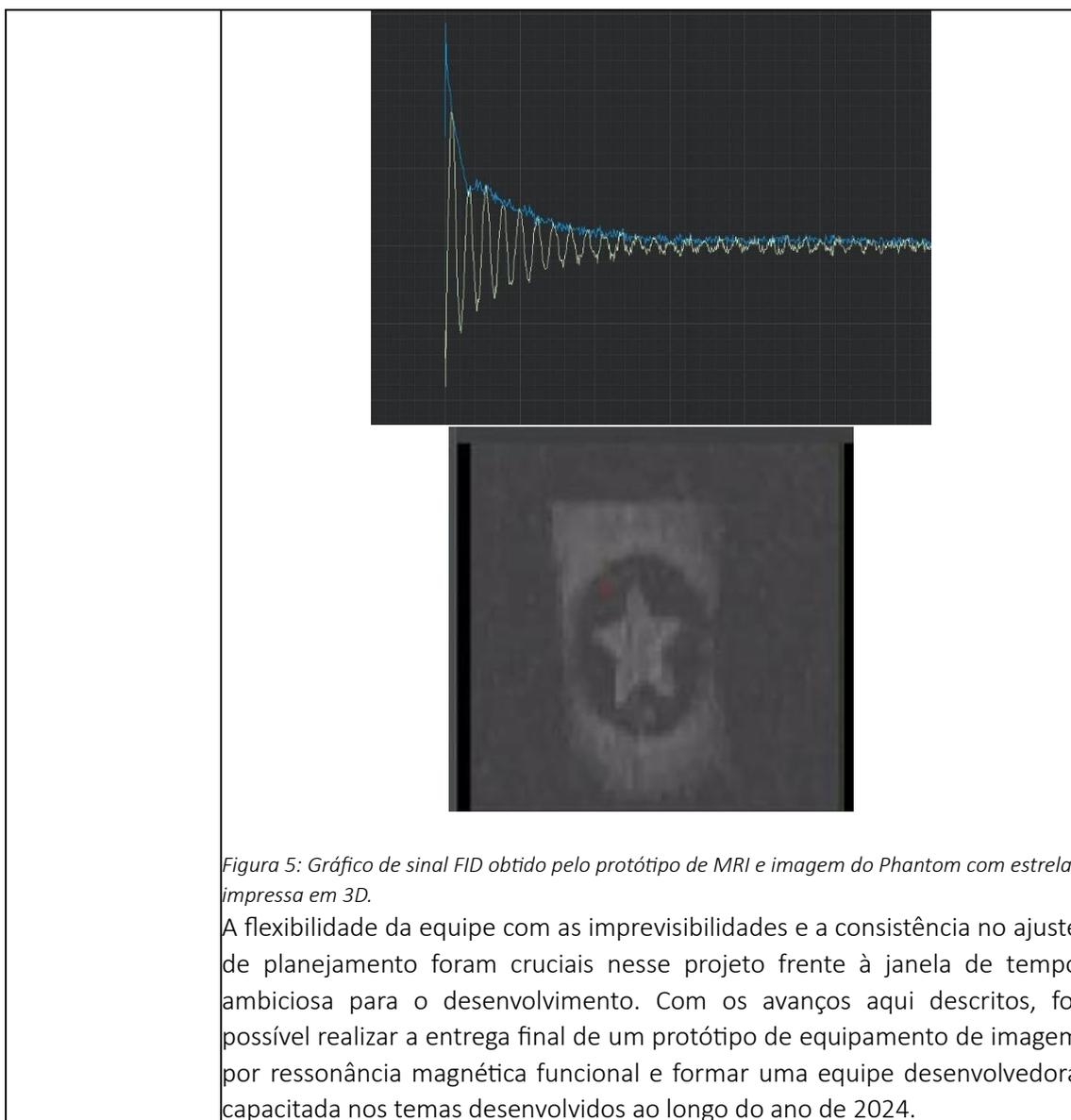
Figura 3: Enrolamentos finais das bobinas de gradiente em X (esquerda), Y (centro) e Z (direita). As cores correspondem aos lados superior e inferior das PCBs.

No sistema de radiofrequência (RF), foi escolhida uma única sonda de geometria solenoide para transmissão e recepção dos sinais. Os circuitos da chave de Transmissão/Recepção e da placa de sintonização em 16,6 MHz foram simulados para definir os componentes eletrônicos necessários, com posterior fabricação, montagem e validação.



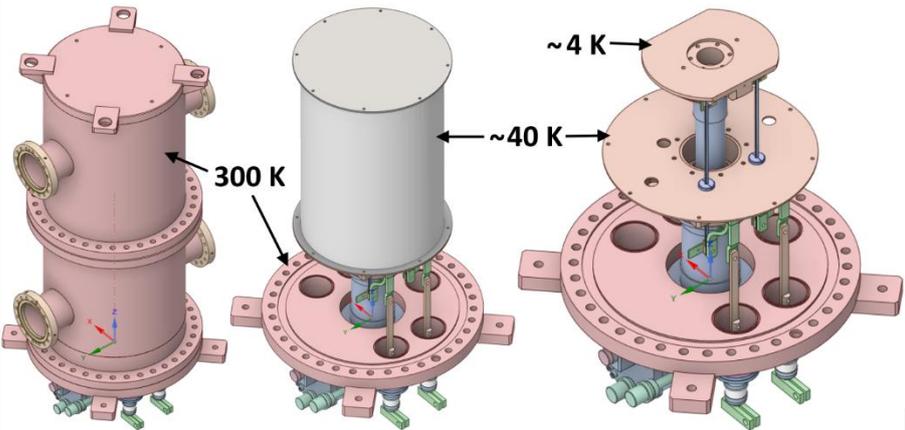
Figura 4: Desenhos mecânicos da sonda de radiofrequência (à esquerda) e ela integrada com o magneto central (à direita).

Após a fabricação dos protótipos de phantoms e a montagem do equipamento com a integração eletrônica, iniciaram-se os testes de aquisição. Foram realizadas capacitações para operação do console de controle. A partir de um processo iterativo de ajustes e variação de parâmetros, foi possível adquirir inicialmente um sinal de ressonância (FID), e, posteriormente, imagens de baixa resolução.



71. Protótipo conceito de SMES

PROJETO	Ações Transversais de Engenharia e Tecnologia
ATIVIDADE	Estudos conceituais e prova de conceito de subsistemas
META	Protótipo conceito de SMES
INDICADOR	Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Dezembro/24
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	Este projeto busca o desenvolvimento de um SMES (<i>Superconducting Magnetic Energy Storage</i>), que é um dispositivo que armazena energia elétrica através de um campo magnético. O SMES é basicamente um solenoide (fio condutor enrolado) que usa a supercondutividade para permitir

	<p>que altas correntes circulem em um fio sem apresentar perda de condução, visto que a resistência elétrica de um supercondutor é igual a zero ohms.</p> <p>Diferentes de baterias, o SMES não é um componente que tem uma alta densidade de armazenamento de energia, porém ele consegue fornecer e absorver altíssimas potências, ou seja, apesar da energia não ser tão alta comparado a baterias, o SMES consegue absorver e descarregar essa energia de forma bastante rápida. Esse efeito faz com que o SMES seja uma boa solução para ajudar a manter a estabilidade de linhas de transmissão do SEP (Sistema Elétrico de Potência), visto que consegue reagir a distúrbios rápidos da rede.</p> <p>Para esta etapa de projeto conceitual, a proposta foi a de fazer um estudo do conceito de um SMES, além de propor uma solução para a montagem de um protótipo utilizando algumas das infraestruturas que já temos no CNPEM.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>Parte das propostas analisadas e explicitadas no indicador são baseadas na experiência adquirida no desenvolvimento de bobinas supercondutoras que serão utilizadas em outro projeto do CNPEM, o SWLS (<i>Superconducting Wavelength Shifter</i>). Essas bobinas foram fabricadas com sucesso, utilizando fios de nióbio titânio (Nb-Ti), alcançando e mantendo o estado supercondutor para correntes elétricas de até 300 A.</p> <p>A proposta de protótipo então é de usar o mesmo criostato que foi utilizado para testes das bobinas e o mesmo fio que foi utilizado na fabricação delas, mudando apenas a geometria e o número de espiras, para que permita armazenar uma maior energia. O criostato vertical conta com as seguintes características principais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Refrigeração por condução (<i>Cryogen-free</i>); • Poder de refrigeração de 1,5 W em 4,2 K; • Espaço útil com diâmetro de 279 mm e altura de 238 mm em 4,2 K; • Escudo térmico em torno de 40 K; • Corrente máxima suportada de 300 A;  <p>Figura- Criostato vertical montado, com a câmara de vácuo removida e com o escudo térmico removido, com vista para a plataforma de testes em torno de 4 K.</p> <p>Para o sistema de proteção de quench, a proposta para a próxima etapa do projeto é a de utilizar soluções semelhantes às usadas no SWLS também, ou</p>

	<p>seja, um sistema de detecção baseado em FPGA e um sistema de extração utilizando resistores.</p> <p>Para a conexão da bobina com a rede elétrica, precisará ser desenvolvido um conversor de potência do tipo inversor bidirecional. Não temos hoje um conversor similar no CNPEM para ser reaproveitado, por isso essa parte do projeto deverá ser iniciada do zero.</p> <p>Esse projeto conceitual vislumbra que ao final de uma próxima etapa de protótipo o SMES montado possa ser carregado e descarregado diretamente pela rede elétrica, caracterizando parâmetros como potência, eficiência, robustez. Não está sendo considerado para a próxima etapa do projeto o controle integrado de estabilidade da rede elétrica.</p>
--	---

72. Protótipo de motor axial supercondutor

PROJETO	Ações Transversais de Engenharia e Tecnologia
ATIVIDADE	Estudos conceituais e prova de conceito de subsistemas
META	Protótipo de motor axial supercondutor
INDICADOR	Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Dezembro/24
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>O projeto “Protótipo de motor axial supercondutor” desenvolvido na DAT tem como objetivo propor um protótipo de motor supercondutor passível de produção no CNPEM como primeira validação local da tecnologia. O estudo teve como base o levantamento bibliográfico em fontes técnico-científicas e análises teóricas amparadas por teoria de supercondutividade e de máquinas elétricas rotativas e por simulações por elementos finitos. O desenvolvimento objetiva um motor elétrico axial conceitual de alta eficiência e densidade de potência, visando desenvolvimentos futuros para aplicações em aeronaves e mobilidade elétrica em geral. Esse tipo de motor se destaca por utilizar um design onde o fluxo magnético se desenvolve ao longo do eixo, resultando em uma arquitetura compacta e eficiente.</p> <p>Pensando e avaliando isso, este indicador está concentrado na revisão da literatura técnico-científica relevante para o desenvolvimento da tecnologia, para, então, propor um design conceitual de um motor de fluxo axial supercondutor apropriado para ser produzido no CNPEM como primeira validação local do conceito, e que seja capaz de apresentar alto torque e densidade de potência de modo a demonstrar as vantagens do uso de supercondutividade nessas máquinas elétricas. Como requisito para proposta, o protótipo do motor deve ser desenvolvido de modo a permitir sua futura confecção e teste através da infraestrutura e capacidades da DAT.</p>
EVIDÊNCIAS	A literatura levantada e análises realizadas no contexto tecnológico da Diretoria Adjunta de Tecnologia (DAT) levaram à decisão pela proposta de um motor axial AC síncrono baseado em supercondutores de alta temperatura (HTS) no estator e ímãs permanentes no rotor. O design conceitual do motor foi elaborado com 12 bobinas supercondutoras de YBCO e 10 ímãs

permanentes de NdFeB. Um processo envolvendo cálculos analíticos e simulações resultaram em design eletromagnético com estator de 372 mm de diâmetro e torque de saída simulado de 302 N·m. Foi realizado um estudo a respeito das tecnologias criogênicas para manter as bobinas supercondutoras em temperaturas operacionais adequadas. Ainda, a análise apresenta o custo estimado para a produção do protótipo, incluindo um estudo preliminar dos custos dos materiais e da fabricação.

O projeto até o momento demonstrou ter uma base teórica sólida, o que permite uma evolução significativa na complexidade do projeto de um motor axial supercondutor. Os estudos foram limitados a requisitos primários do sistema, resultando em um modelo conceitual da estrutura eletromagnética, assim, espera-se que futuramente novos tópicos de pesquisa sejam levantados, como estudo termomecânico da máquina.

Esse próximo passo inclui a criação de um design conceitual das partes anexas do motor, sendo elas: o eixo; a carcaça externa da máquina; o criostato interno para a parte ativa; sistemas de refrigeração; suportes internos. Além do design geométrico dessas partes é importante estudar os materiais aplicáveis ao produto proposto de modo a não comprometer os requisitos magnéticos, mecânicos e térmicos do sistema.

Vale ressaltar que estudos relacionados às perdas AC em materiais supercondutores, como o realizado em (Weng et al., 2021), também deve ser um grande foco do projeto, uma vez que essa propriedade afeta diretamente o conceito proposto. Outro a ser definido em etapas seguintes é o de detecção de *quench*.

Além disso, uma proposta para desenvolvimentos adicionais no projeto é a reorganização da teoria analítica permitindo definir entradas mais apropriadas ao design baseado em requisitos, como diâmetro externo, dimensões dos ímãs e comprimento total dos condutores. Da maneira com que as equações estão estruturadas atualmente, esses termos são considerados variáveis dependentes do sistema e são calculados a partir de parâmetros de entrada tipicamente menos relevantes como requisitos.

No cenário de simulações, além das simulações termomecânicas já citadas, é interessante realizar novas simulações eletromagnéticas da máquina sob regimes de operação com carga. Nesta perspectiva, pode ser interessante a confecção de modelos 2D do motor a fim de reduzir a complexidade das simulações avançadas.

Após a conclusão de uma primeira etapa experimental conceitual, será natural a evolução do design considerando as mais promissoras aplicações no cenário de motores supercondutores. Apesar de ainda ser uma tecnologia recente e pouco desenvolvida, artigos como em (Okazaki et al., 2006), relatam a possibilidade de confeccionar máquinas completamente supercondutoras ("*fully-superconducting machines*"). Motores e geradores desse tipo, além de apresentarem o estator com enrolamento não convencional, também incluem no rotor bobinas ou até mesmo *bulks* supercondutores como elementos geradores de campo. Assim, como esses elementos são capazes de gerar campos magnéticos muito mais intensos que os ímãs de terras raras, é possível aumentar significativamente os valores de torque e potência do protótipo. A confecção de máquinas totalmente supercondutoras também é

	<p>uma evolução natural da tecnologia de máquinas elétricas baseadas nesses materiais.</p> <p>O projeto apresentado nesse relatório conceitual representa um passo importante no desenvolvimento de know-how interno do CNPEM em tecnologia supercondutora ao revisar a teoria e o estado da arte tecnológico em máquinas elétricas supercondutoras com foco em motores axiais. Ainda, um modelo de motor axial passível de ser construído no CNPEM como primeira realização experimental da tecnologia no Centro foi proposto e analisado. Esse trabalho resultou em um design conceitual, incluindo propostas de abordagens de refrigeração, uma análise de estrutura eletromagnética baseada em simulações e uma estimativa de preços para sua construção, viabilizando então o avanço desse desenvolvimento em direção à construção de máquinas elétricas supercondutoras promissoras para diversas aplicações</p> <p>Em resumo, o projeto apresenta uma base teórica sólida e conceito eletromagnético promissor, com perspectivas de avanços significativos no desempenho de motores elétricos para aplicações em mobilidade.</p>
--	---

73. Estudo conceitual de Electron Beam Welding (EBW)

PROJETO	Ações Transversais de Engenharia e Tecnologia
ATIVIDADE	Estudos conceituais e prova de conceito de subsistemas
META	Estudo conceitual de Electron Beam Welding (EBW)
INDICADOR	Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Dezembro/24
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>O projeto de desenvolvimento de um protótipo de equipamento de soldagem por feixe de elétrons (EBW) se justifica pela capacidade superior do processo em garantir uniões de alta qualidade em materiais diversos e geometrias complexas, crucial para setores como aeroespacial, médico, automotivo, eletrônica e energia. Além disso, o EBW se destaca por ser um método mais limpo e seguro comparado às técnicas tradicionais de soldagem, minimizando a emissão de poluentes e melhorando as condições de segurança no trabalho.</p> <p>O projeto conceitual definido para execução em 2024 busca avaliar a viabilidade técnica e econômica da construção do equipamento, visando não apenas fortalecer a pesquisa e o desenvolvimento da DAT/CNPEM e entre colaboradores, mas também expandir o escopo de oportunidades frente os novos desafios presentes na atualidade.</p> <p>Nesse período foram levantadas informações básicas sobre a técnica e elaborado um relatório técnico contemplando as etapas necessárias a serem exploradas para construção de um equipamento in-house, como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Classificação dos equipamentos comerciais; • Desafios e inovações na soldagem por EBW; • Manufatura aditiva por EBAM;

	<ul style="list-style-type: none"> • Análise e comparativos de canhões de elétrons; • Aplicações; • Simulações; • Sistema de vácuo; • Sistema de potência; • Bobinas; • Controle e automação; • Proteção radiológica. <p>Também, foi obtido um orçamento de um equipamento comercial, para servir de comparativo na tomada de decisão sobre a fabricação ou possível compra do modelo comercial.</p> <p>Caso a avaliação seja positiva em relação à construção de um equipamento dedicado ao processo de soldagem por <i>Electron Beam Welding</i>, ao longo de 2025, será executada uma nova etapa do projeto que contemplará o projeto e fabricação do equipamento com as características necessárias para as aplicações no CNPEM.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>A soldagem por feixe de elétrons (Electron Beam Welding – EBW) é um processo de alta precisão que utiliza um feixe de elétrons altamente concentrado para fundir materiais metálicos em um ambiente de vácuo. Esta técnica oferece diversas vantagens em comparação com métodos de soldagem convencionais, incluindo uma maior profundidade de penetração, controle térmico, soldas de alta qualidade e mínima distorção térmica nas peças. O vácuo evita a contaminação por gases atmosféricos, como oxigênio e nitrogênio, que podem prejudicar a qualidade das soldas.</p> <p>O processo de soldagem por feixe de elétrons é extremamente versátil, sendo aplicável a uma vasta gama de materiais metálicos, como por exemplo aços inoxidáveis, superligas de níquel, ligas de titânio, alumínio e cobre. A versatilidade na aplicação da soldagem por <i>electron beam</i> é uma das suas principais vantagens em relação aos demais métodos de soldagem, sendo aplicável à grande variedade de dimensões, além de seu uso para construção de peças por manufatura aditiva e modificação de superfícies.</p> <p>Visando analisar os diferentes subsistemas que constituem o equipamento de EBW foi realizada uma pesquisa bibliográfica a respeito das especificações e necessidades de cada um.</p> <p>Fontes de Potência</p> <p>Para a operação do Electron Beam Welding (EBW), são necessárias basicamente duas fontes, uma fonte de alta tensão, capaz de atender a demanda desejada no canhão de elétrons, e outra para alimentar o filamento do canhão de elétrons, que deve demandar algumas unidades de Amperes somente. É importante ressaltar que é necessário garantir uma operação de forma segura e devidamente aterrada na carcaça e na instalação predial.</p> <p>A fonte do filamento fica conectada à parte de alta tensão do canhão, com isso é necessário o uso de um transformador isolador, com tensão de isolamento de centenas de kV. Esse transformador pode ter um ganho unitário, porém o isolamento entre o primário e secundário deve garantir que não haja rompimento do dielétrico quando o equipamento está em operação.</p> <p>Automação e Controle</p>

	<p>O sistema de controle geralmente utilizado para a classe de equipamentos similares ao Electron Beam Welding é o CLP com classificação de segurança SIL 2 (Safety Integrity Level), devido à classificação da fonte de potência do equipamento, ou computadores industriais, similares ao da fabricante Beckhoff.</p> <p>Como o equipamento possui diversos graus de liberdade, para movimentação da mesa e dos eixos de suporte de peças, são necessários servoacionamentos para permitir a atuação desses componentes de forma integrada ao sistema de controle do equipamento. Esse conjunto é basicamente composto por um módulo servoconversor e servomotores para cada grau de liberdade de movimentação.</p> <p>Segurança e Proteção Radiológica</p> <p>O equipamento de EBW gera raios X através de um processo conhecido como radiação Bremsstrahlung. Neste processo, a interação dos elétrons de alta energia com o núcleo do átomo do material bombardeado resulta na desaceleração dos elétrons e a conversão de parte dessa energia cinética em radiação eletromagnética, com a emissão de radiação X. A intensidade e a energia dessa radiação dependem da energia dos elétrons incidentes (proporcional a tensão e a corrente do feixe de elétrons) e da massa atômica do material sobre o qual ele incide, no caso do EBW, principalmente o material soldado. Assim, o sistema é capaz de gerar raios X apenas quando o feixe de elétrons está ligado.</p> <p>Utilizando dados de tensão e corrente do feixe de elétrons, distância do equipamento e espessura das paredes, é possível calcular a taxa de kerma no ar, uma grandeza relacionada com a dosimetria emitida pelo equipamento em uma determinada posição. Segundo a Diretiva 2013/59/Euratom a dosimetria máxima permitida para um equipamento operando em condições normais de funcionamento é de 1 $\mu\text{Sv/h}$ a uma distância de 0,1m de qualquer superfície acessível. Para satisfazer esse critério faz-se necessária uma blindagem adequada do aparelho, com a adição de um bom absorvedor, normalmente chumbo no caso da emissão de raios X, mas também podendo ser concreto ou aço, às paredes da câmara.</p> <p>Software</p> <p>Os módulos de software associados à aplicação devem incluir uma interface gráfica de usuário para configuração e operação da soldagem, rotinas para controle dos eixos de movimentação, leitura de sensores e processamento de dados de câmera. As rotinas são embarcadas no controlador (CLP ou computador industrial) para integrar as funções do equipamento sem a necessidade de conexões externas. A interface gráfica de usuário fica disponível em um Painel de Interface Homem-Máquina (IHM) local, mas o equipamento pode disponibilizar interfaces de comunicação que permitam monitoramento, controle e transmissão de dados através de protocolos de IoT como OPC UA e MQTT. Para a configuração da trajetória de deposição, o software de controle embarcado no controlador deve ser capaz de interpretar Código G (usado comumente na configuração de máquinas CNC). Um software CAD/CAM é utilizado para converter a trajetória de deposição em Código G. As rotinas de controle de posicionamento podem também incluir</p>
--	--

funcionalidades mais avançadas como a detecção automática da junta para soldagem (seam tracking).

Sistema de Vácuo

Visando especificar os componentes necessários ao sistema de vácuo do equipamento, foi realizada uma pesquisa de mercado verificando a pressão de equipamentos comerciais semelhantes.

Os dados de pressão na câmara para cada um dos modelos de equipamentos de EBW de grande porte, bancada e equipamentos que realizam o processo de manufatura aditiva utilizando o feixe de elétrons estão dispostos abaixo na 1.

Tabela 1: Comparação das pressões da câmara de cada um dos equipamentos comerciais analisados.

Tipo de equipamento	Modelo do equipamento	Pressão da câmara [mbar]
Grande Porte	Sciaky Large Chamber Systems (EBW 110, 150, 200 e 300)	1,0E-04
	Evobeam EBW cube 200	1,0E-04
	PTR Strahltechnik EBOCAM	5,0E-04
Bancada	MEBW-60 L135	2,0E-05
	Cambridge Vacuum 60kV ECO	1,0E-04
	Evobeam CUBE Universal EB	1,0E-04
Manufatura Aditiva	Arcam EBM Spectra H	5,0E-04
	Sciaky EBAM 110, 150 e 300	1,0E-04
	Sciaky EBAM 53 e 200	1,0E-05
	JEOL JAM-5200EBM	1,0E-04

Nota-se que todos os equipamentos analisados operam em alto vácuo, ou seja, em pressões de até

$6,7 \cdot 10^{-4}$ mbar $6,7 \cdot 10^{-4}$ mbar

, sendo apropriados para soldagens de alta precisão e controle rigoroso sobre o ambiente de soldagem de forma a evitar a oxidação dos materiais.

Fonte de Elétrons

Fonte ou canhões de elétrons são projetados e fabricados para atender a requisitos específicos de aplicação, com variações na corrente, potência e tensão de aceleração. Em geral, um canhão de elétrons é composto por três eletrodos principais: o cátodo, a grade de controle (Wehnelt) e o ânodo de aceleração.

O cátodo, que incorpora o filamento, é a fonte de elétrons. O filamento, ao ser aquecido por corrente elétrica, emite elétrons por emissão termiônica. Esses elétrons são acelerados por um campo elétrico enquanto percorrem uma estrutura (tubo/coluna) de aceleração constituída por eletrodos

metálicos cilíndricos (anodos) com uma abertura central, conectados a uma fonte de alta tensão. A Figura 1 apresenta os principais componentes que compõe o canhão de elétrons.

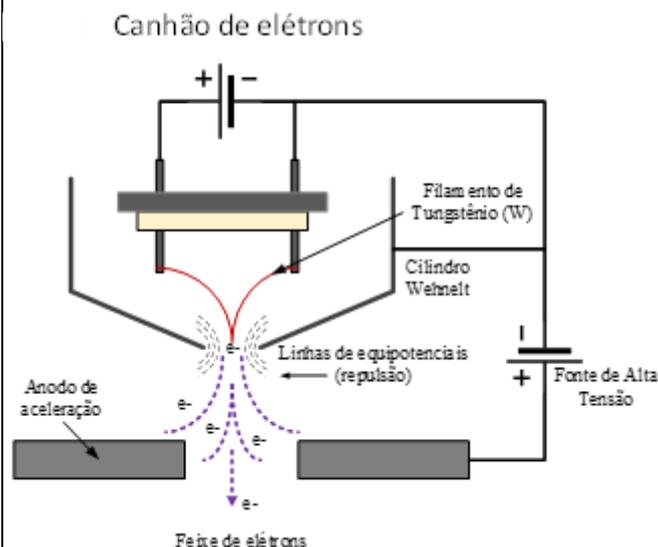


Figura 1: Representação detalhada dos componentes principais de um canhão de elétrons.

Plano de Implementação

Para implementação do sistema de electron beam welding no CNPEM, existem três rotas distintas que podem implicar consideravelmente em custos, prazo de conclusão e riscos envolvidos.

A primeira rota envolve a compra do canhão de elétrons pronto. Foi encontrado um fornecedor desse tipo de equipamento, que atualmente produz canhões de elétrons com uma tecnologia um pouco diferente da utilizada para aplicação do feixe de elétrons em soldagem. No entanto, a empresa relatou que possui capacidade de fazer um desenvolvimento para essa aplicação em um prazo de aproximadamente seis meses.

O custo do canhão de elétrons é de aproximadamente USD 200.000,00 (R\$ 1.200.000,00). Considerando os outros itens que compõe o sistema, como fonte de potência, câmara de vácuo, sistema de bombeamento e controle, o custo final do equipamento é estimado em R\$ 2.000.000,00 em materiais e equipamentos. O prazo estimado conclusão é de dois anos e deve planejado de forma mais refinada, caso utilizada essa rota de desenvolvimento. Com exceção do custo do canhão de elétrons, os custos envolvidos foram estimados com base em informações obtidas em projetos executados no passado, que envolveram sistemas similares, e devem ser atualizados e refinados para a nova aplicação.

A segunda rota é a compra de um equipamento comercial. Essa opção teria como principal vantagem que tal equipamento já seria um desenvolvimento consolidado, acelerando o processo. No entanto, a compra do equipamento elevaria os custos do projeto e limitaria os cenários de aplicação. O custo estimado dessa opção seria de €640.000,00 (R\$3.850.000,00) com prazo estimado de um ano e meio.

	<p>A última rota é o desenvolvimento do canhão de elétrons em paralelo ao restante do sistema. Essa opção implica em uma redução de custos e um ganho tecnológico por parte do corpo técnico da DAT. No entanto, existe um grande risco envolvido de não ser possível atingir os requisitos necessários para aplicação. Seguindo essa opção de desenvolvimento mais complexa, o custo estimado reduz para cerca de R\$ 1.200.000,00, mas o prazo aumenta para cerca de quatro anos para conclusão do projeto. Assim como na opção da primeira rota, os custos e prazos devem ser devidamente refinados no caso de se executar o projeto.</p>
--	--

74. Protótipo de bioimpressora com braço robótico

PROJETO	Ações Transversais de Engenharia e Tecnologia
ATIVIDADE	Estudos conceituais e prova de conceito de subsistemas
META	Protótipo de bioimpressora com braço robótico
INDICADOR	Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Dezembro/2024
TERMO ADITIVO	44ª
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>O projeto “Protótipo de bioimpressora com braço robótico” visa o desenvolvimento de uma bioimpressora 3D inovadora equipada com um braço robótico articulado de seis graus de liberdade, projetada para depositar biotintas com alta precisão em superfícies tridimensionais complexas. A bioimpressora será integrada com tecnologias de controle avançado, simulação e aprendizado de máquina para otimizar o processo de impressão de tecidos funcionais e personalizados. A principal inovação deste sistema está na capacidade de realizar impressões em geometrias complexas, como tecidos vasculares e coróide (tecido ocular), utilizando um processo de cura local com luz UV para assegurar a estabilidade das biotintas depositadas.</p> <p>A bioimpressora robótica proposta neste projeto combina tecnologias de ponta em robótica, hardware e sistemas de controle avançados para atender às demandas complexas da biofabricação tridimensional.</p> <p>Desta forma, o relatório do indicador apresentou os aspectos técnicos do sistema, dividido em três subitens principais: projeto mecânico, projeto de hardware, e projeto de software.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>O relatório do projeto conceitual do Protótipo de bioimpressora com braço robótico descreve os aspectos técnicos do sistema, dividido em três subitens principais: projeto mecânico, projeto de hardware, e projeto de software. Cada seção detalha os componentes críticos, suas funções e as soluções a serem desenvolvidas para superar os desafios técnicos identificados na literatura.</p> <p>O projeto mecânico da bioimpressora com braço robótico é essencial para garantir a conformidade técnica, a qualidade do produto final e a segurança na operação. A estrutura principal deve ser robusta e adaptativa, acomodando todos os componentes com materiais adequados para evitar contaminação. A adaptação do braço robótico envolve a instalação na estrutura do</p>

equipamento e a integração de subconjuntos de manipulação, como extrusores e LED de luz UV. Além disso, o conjunto extrusor utilizará dois modelos de extrusoras com sistemas de refrigeração embutida para garantir a estabilidade da temperatura da biotinta, e o sistema de luz UV será acoplado ao braço robótico para a cura da biotinta após a aplicação.

Outros componentes importantes incluem um magazine de acessórios com sensores de presença, uma mesa com controle de temperatura para acomodação das amostras, e sistemas pneumáticos e de automação. A integração ou projeto de um enclausuramento com classe de segurança biológica também está prevista. Esses subsistemas mecânicos serão tratados separadamente no início e integrados na fase intermediária para formar o conceito final do projeto.

Para o projeto de hardware O projeto de bioimpressão 3D da DAT envolve a escolha de sistemas robóticos adequados, como o robô articulado de seis eixos UR3e da Universal Robots, que oferece alta precisão, flexibilidade e capacidade de integração com dispositivos auxiliares. Este robô é ideal para aplicações que exigem controle geométrico rigoroso e execução de trajetórias complexas, sendo capaz de operar em espaços reduzidos e suportar ciclos contínuos, o que o torna uma escolha robusta para processos laboratoriais e clínicos.



Figura 1- Robô articulado de seis eixos UR3e.

Para o sistema de deposição das biotintas, serão utilizadas abordagens pneumáticas e eletromecânicas. A solução pneumática inclui dosificadores comerciais como o Performus X da Nordson, que permite controle preciso da pressão de dosagem e evita o gotejamento. Já a abordagem eletromecânica utilizará sistemas lineares de alta precisão e motores DC, garantindo a aplicação uniforme e consistente de biomateriais durante o processo de bioimpressão. Esses sistemas serão controlados por drivers avançados, como o TIC T825, que oferece feedback em tempo real e ajustes dinâmicos.

Além disso, será integrado um sistema de controle térmico, como o ECO Mini Chiller da App-Therm, para manter a temperatura estável das biotintas durante a impressão, e um sistema de cura UV com LEDs de alta potência, como o Phrozen Cure Beam, para polimerização imediata das biotintas.

	A combinação dessas tecnologias visa superar as limitações dos métodos tradicionais de bioimpressão, permitindo a fabricação de tecidos personalizados de alta complexidade e atendendo às demandas da pesquisa clínica e das aplicações médicas.
--	---

Centro de Visitantes e CNPEM Itinerante

75. Projeto Preliminar/Básico do Centro de Visitantes e CNPEM Itinerante

PROJETO	Centro de Visitantes e CNPEM Itinerante
ATIVIDADE	Centro de Visitantes e CNPEM Itinerante
META	Projeto Preliminar/Básico do Centro de Visitantes e CNPEM Itinerante
INDICADOR	Relatório de Projeto Preliminar (PDR)
PRAZO	Julho/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>O projeto Cápsula da Ciência (https://pages.cnpem.br/capsuladaciencia/), materializado por meio de um domo geodésico de 95 m², percorreu mais de 9 mil quilômetros pelo Brasil entre outubro e dezembro de 2022. Durante a etapa de planejamento, foram definidos o roteiro da turnê, a produção de um vídeo em 360º, que foi exibido dentro do domo, além de escolhidas as localidades que receberam o projeto: Gaspar (SC), Campinas (SP), Guarapari (ES), Lagarto (SE), Quixeramobim (CE), Brasília (DF) e Manaus (AM). Na execução, cada parada da turnê envolveu a montagem do domo, a apresentação da experiência que incluía uma maquete itinerante do Sirius e um tour virtual, contando ainda com o trabalho de desmontagem da estrutura para seu transporte à próxima localidade. Com a finalização da turnê itinerante, o projeto atingiu cerca de 14.000 pessoas, sendo realizado o processo de avaliação do projeto por meio da análise de 6.800 respostas coletas na pesquisa de satisfação dos participantes que visitaram o projeto.</p> <p>A meta do Projeto Preliminar do Centro de Visitantes foi plenamente alcançada. Na fase final do desenvolvimento conceitual, o projeto arquitetônico foi elaborado pelo escritório Estúdio41, com base nas diretrizes conceituais previamente definidas pela Atelier Bruckner. O plano arquitetônico do projeto inclui uma ampla área externa com jardim interativo, espaços de descanso e convivência, laboratórios educacionais, áreas de acolhimento, galerias expositivas, um elevador de experiência, um mirante, além de novas vias e estacionamentos. A estrutura deverá ser construída na Gleba 3, um terreno adjacente ao CNPEM atualmente em negociação. Este novo espaço desempenhará um papel estratégico na ampliação da capacidade de recepção de visitantes, consolidando-se como um atrativo científico e turístico de destaque na região de Campinas.</p>

**EVIDÊNCIAS DO
CUMPRIMENTO
DA META**

As etapas descritas foram concluídas com sucesso, e os produtos resultantes encontram-se disponíveis no anexo de evidências.

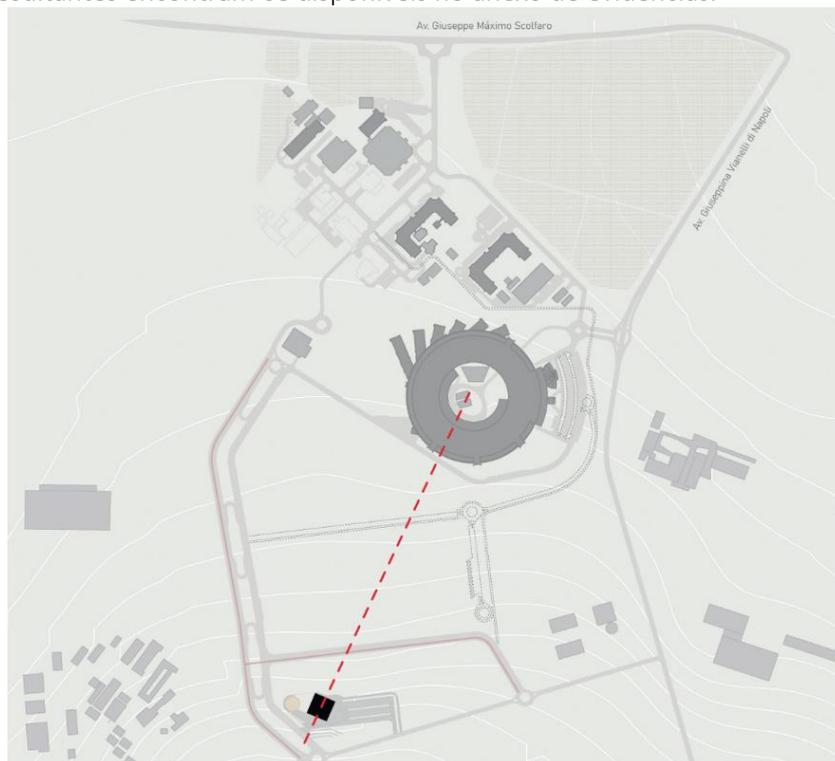


Figura 1 – Implantação do Centro de visitantes em relação ao SIRIUS



Figura 2 – Implantação do Centro de Visitantes

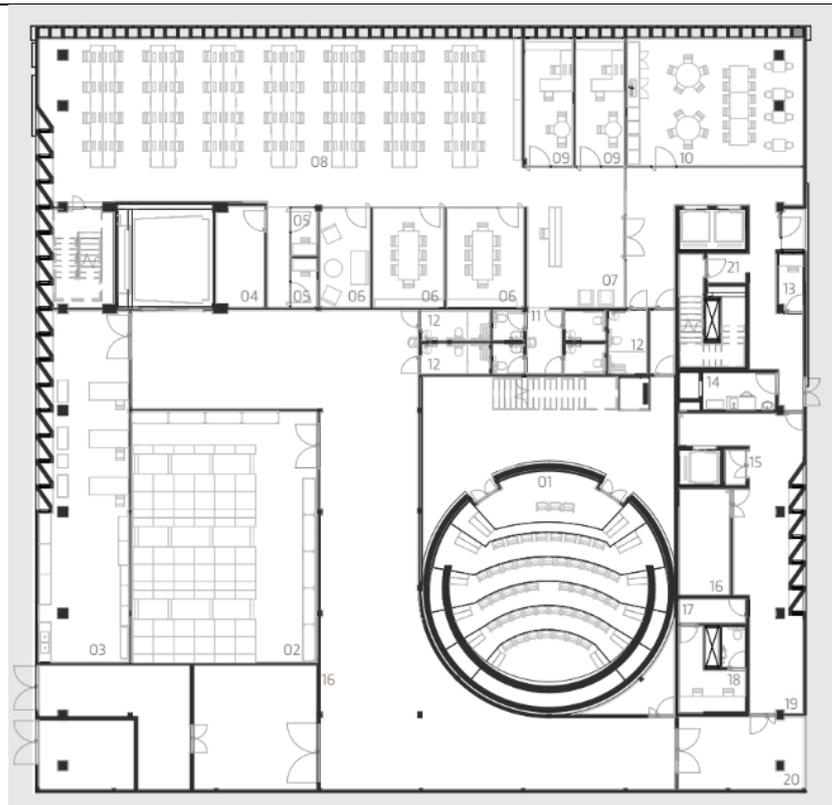


Figura 3 – Planta Nível -7,00

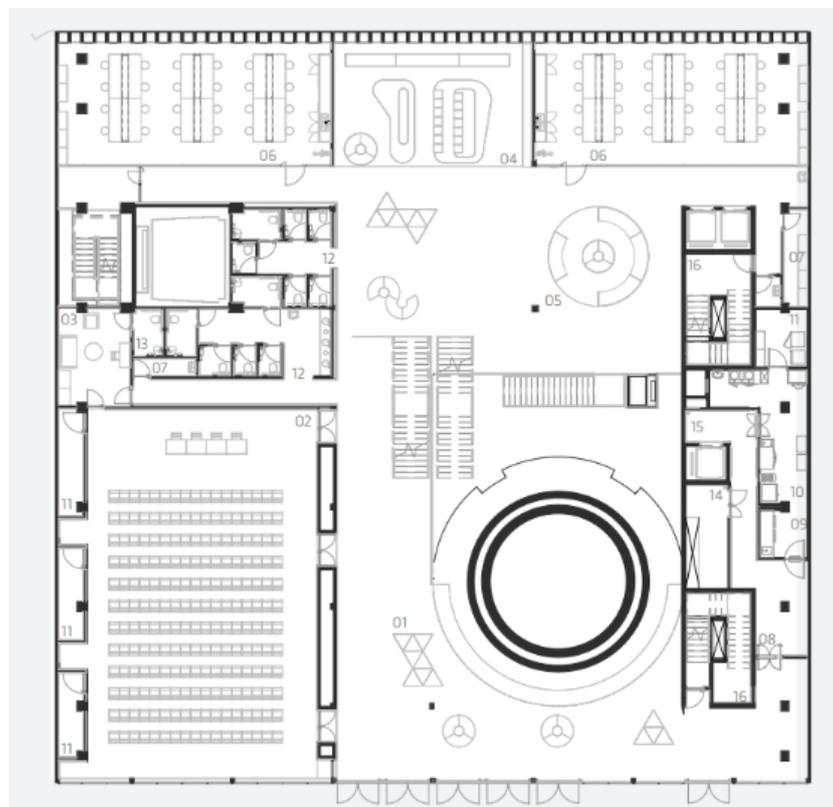


Figura 4 - Planta Nível -4,00

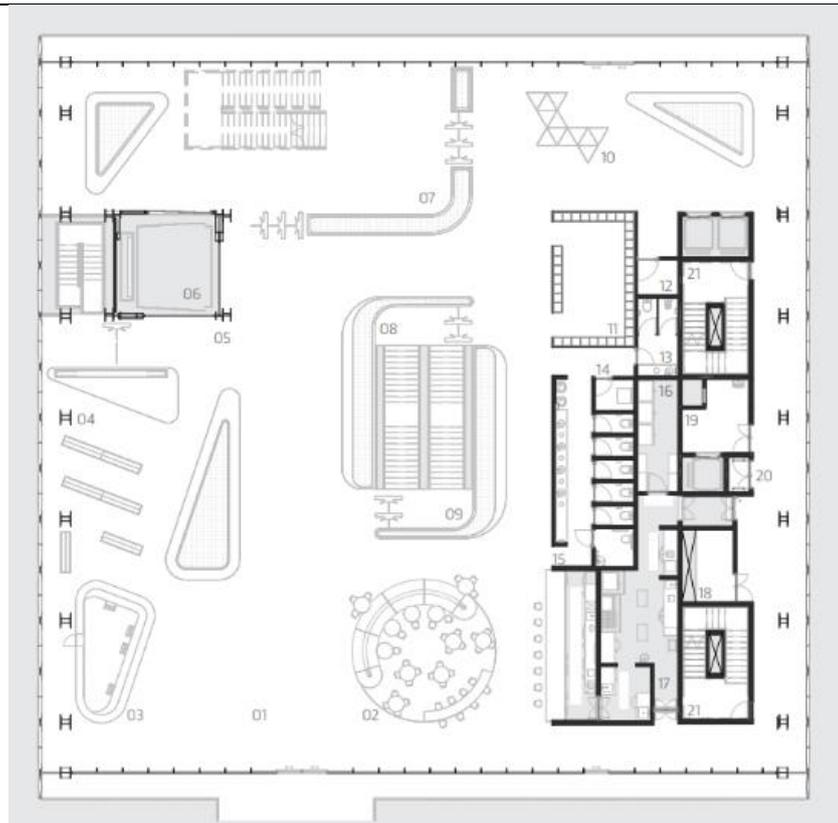


Figura 5 - Planta Nível 0,00

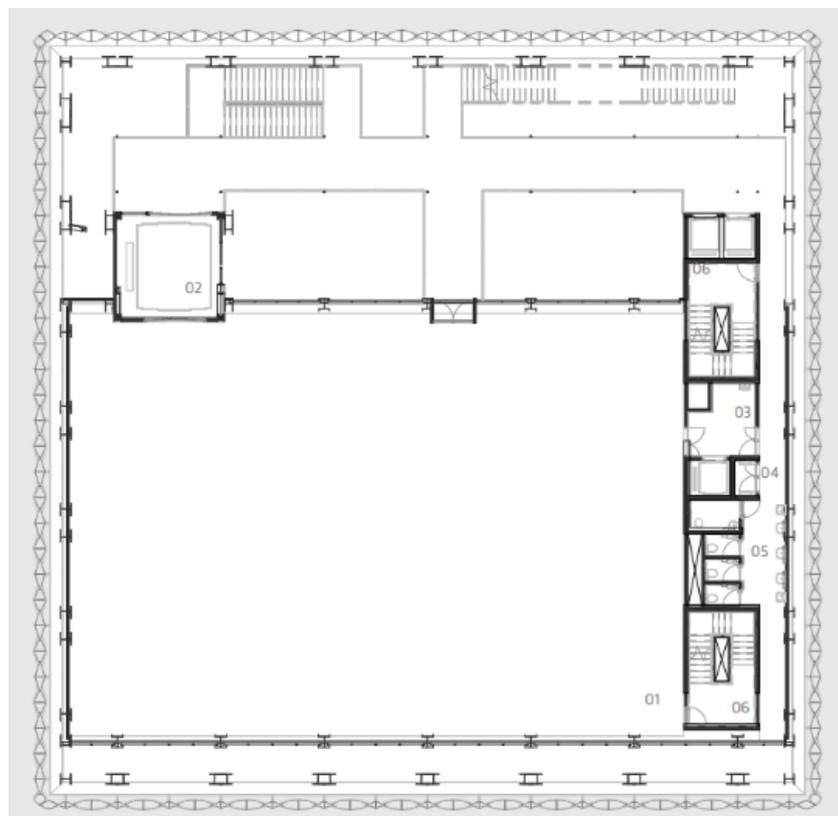


Figura 6 - Planta Nível +6,50 / + 12,50 / + 19,50

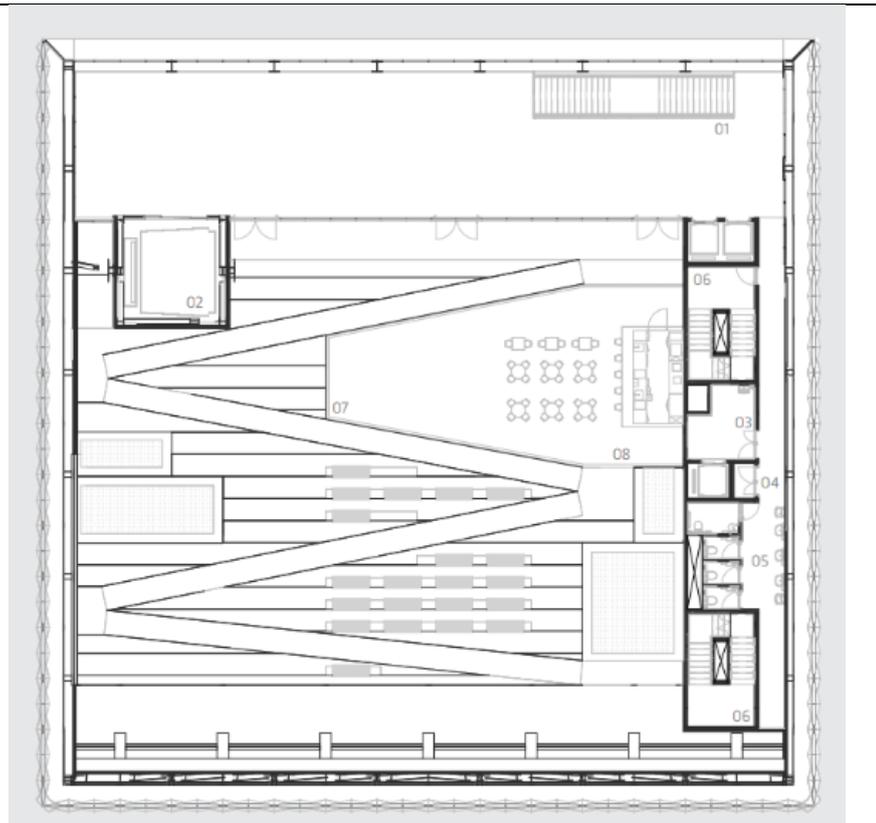


Figura 7 – Planta Nivel +24,50

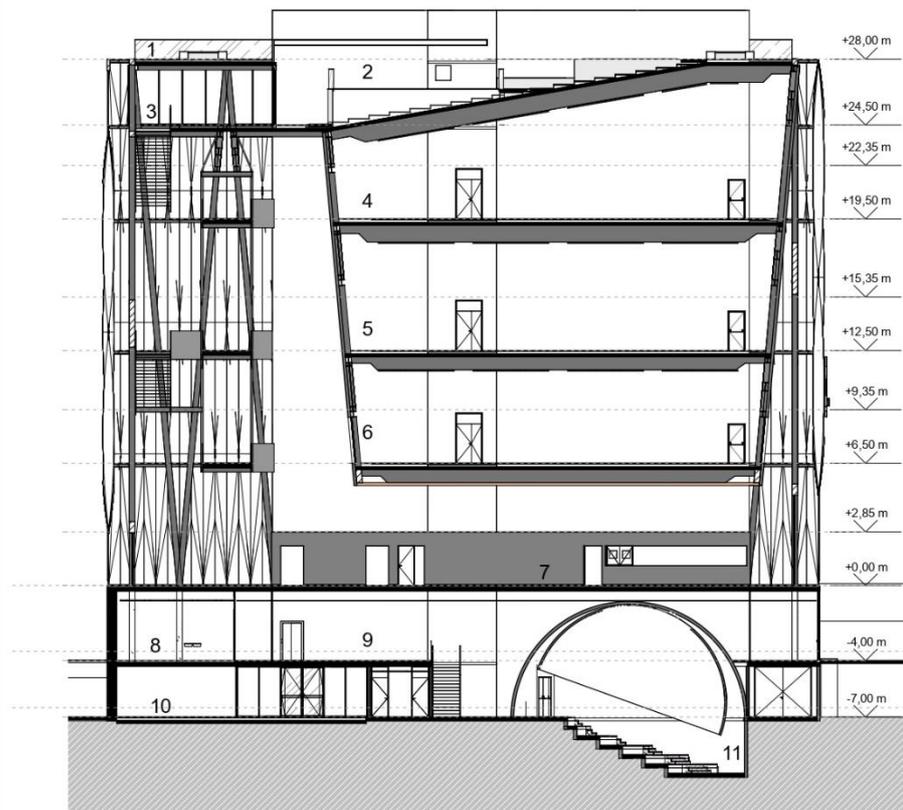


Figura 8 – Corte Longitudinal



Figura 9 – Fachada Frontal Centro de Visitantes

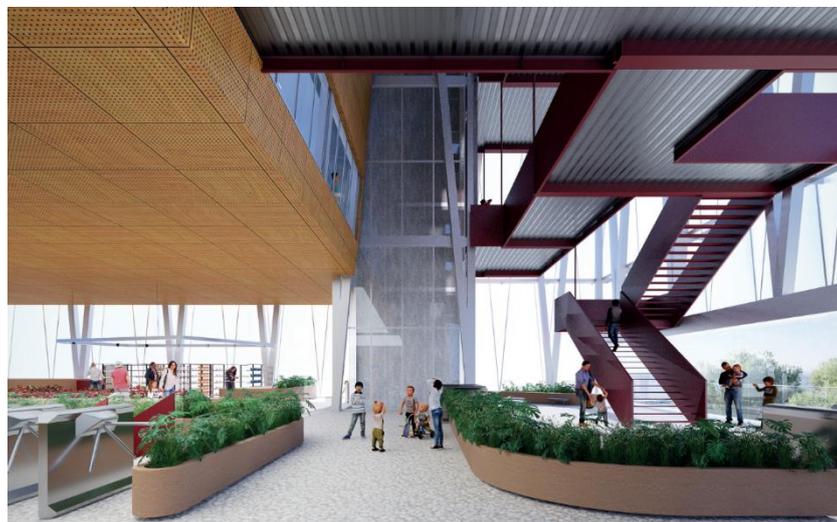


Figura 10 – Perspectiva Interna Átrio



Figura 11 – Perspectiva Terraço Café

Atualização dos Indicadores reportados em Relatórios Anteriores

Projeto Sirius

Linha de Luz Sapucaia

76. Instalação do ondulador tipo delta para obtenção de raios-X de alto brilho, espectro e polarização de acordo com a especificação da linha de luz

PROJETO	Linha de Luz Sapucaia
ATIVIDADE	Ótica de raios-x
META	Instalação do ondulador tipo delta para obtenção de raios-X de alto brilho, espectro e polarização de acordo com a especificação da linha de luz
INDICADOR	Projeto, aquisição e instalação equipamentos de ótica para início do comissionamento técnico
PRAZO	Dezembro/2023
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA (DO % DA META ATINGIDA)	O fluxo de feixe de raios-X medido na posição da amostra confirma o parâmetro de projeto, mostrando que todos os componentes óticos estão instalados dentro dos parâmetros de projeto.
EVIDÊNCIAS (DO CUMPRIMENTO DA META)	O projeto inicial da SAPUCAIA considerava a possibilidade de duas unidades do ondulador KYMA22 serem utilizados como fonte de luz da linha. Porém, tendo em vista a dificuldade de sincronização dos dois onduladores, foi decidido utilizar apenas um ondulador como fonte na fase final de operação da linha. O KYMA22 possui 51 períodos regulares de 22 mm, com parâmetro de deflexão máximo de 1,71 ($B = 0,832 T$) e polarização horizontal. A Figura 27 mostra o tamanho e a divergência do KYMA22 para o caso da SAPUCAIA (trecho high- β), bem como o fluxo espectral.

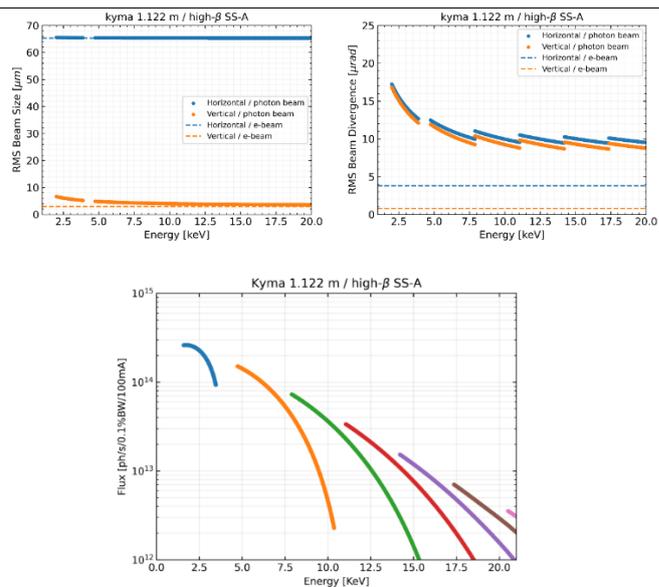


Figura 26 - Tamanho de feixe da fonte (canto superior esquerdo), divergência da fonte (canto superior direito) e fluxo espectral na aceitação do espelho ($34 \times 150 \mu\text{rad}^2$) (abaixo), considerando um único ondulador KYMA22.

Hoje o ondulador KYMA está instalado e a figura abaixo mostra o fluxo de raios-X na amostra, comparado com a simulação teórica. A diferença de fluxo em energias mais baixas é um artefato de medida devido a atenuação do feixe.

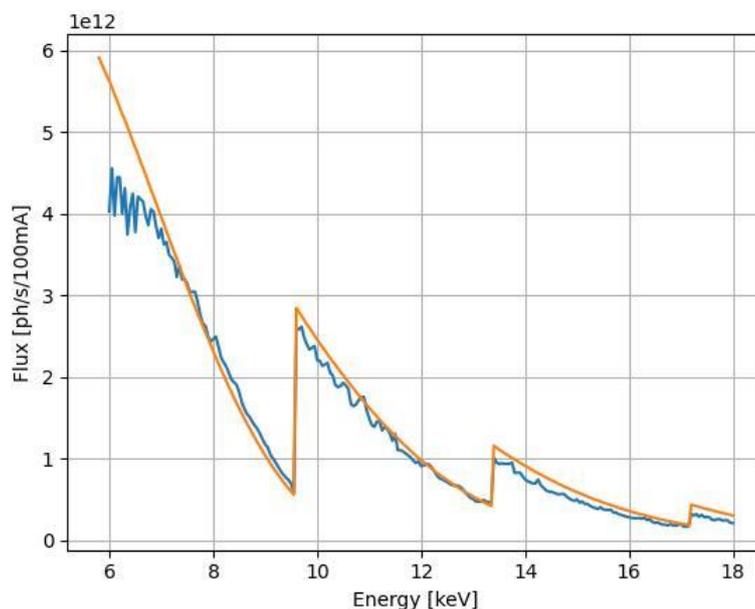


Figura 27: Comparação entre o fluxo de raios-X teórico e experimental, mostrando que a linha SAPUCAIA chegou ao objetivo do indicador.

As curvas cáusticas, determinadas pelo tamanho do feixe de raios-X em função da distância ao ponto focal, também foram medidas e comparadas com as simulações teóricas (Figura 3). Os resultados mostram que o astigmatismo relatado anteriormente foi sanado e a

linha se encontra dentro da especificação de projeto, atestando o sucesso na instalação dos componentes óticos

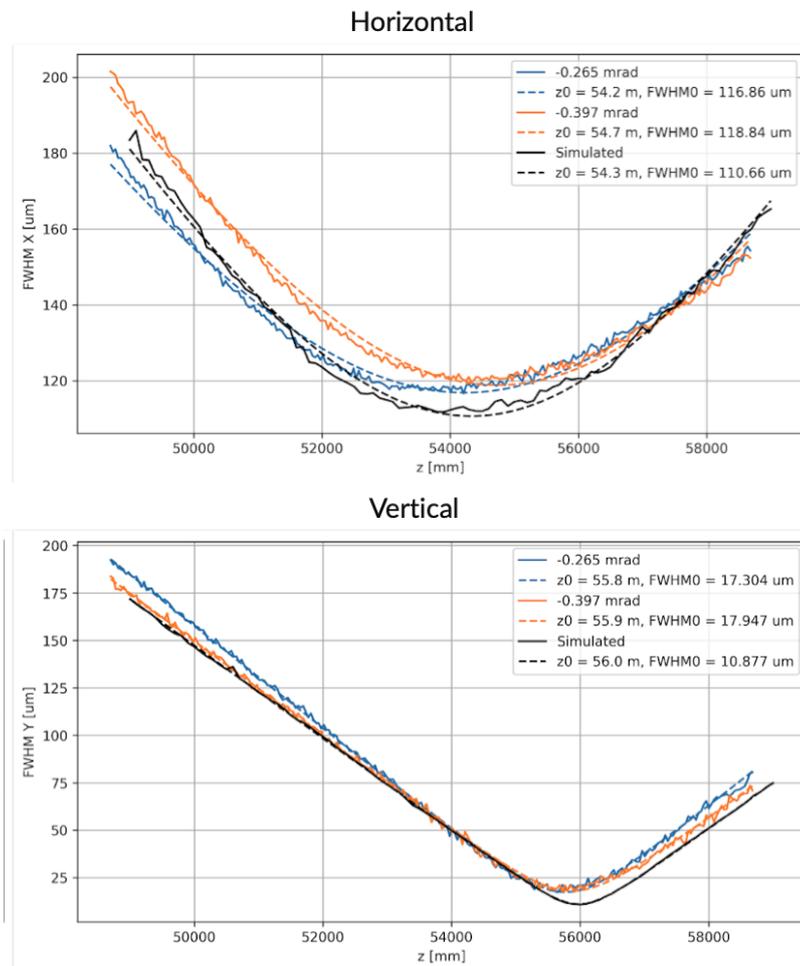


Figura 28: Comparação entre as curvas cáusticas teórica e experimental, mostrando que os componentes óticos da linha SAPUCAIA foram instalados dentro da especificação.

Linha de Luz Paineira

77. Comissionamento científico e início de experimentos com usuários da estação experimental

PROJETO	LINHA DE LUZ PAINEIRA
ATIVIDADE	Estações experimentais
META	Comissionamento científico e início de experimentos com usuários da estação experimental
INDICADOR	Relatório de Performance Científica (TPC)
PRAZO	Dezembro/2023
TERMO ADITIVO	44 ^o
STATUS DA EXECUÇÃO	100%

<p>JUSTIFICATIVA</p>	<p>A linha de luz Paineira já opera de forma otimizada no modo de alta resolução, utilizando fly scan para aquisição de dados. O comissionamento científico incluiu testes detalhados com a amostra padrão LaB6 (NIST 660b), permitindo determinar a função de perfil instrumental e a resolução angular da linha. Os resultados obtidos mostram desempenho comparável ou superior a linhas internacionais estabelecidas, como a I-ID do Diamond e a 11BM do APS.</p> <p>Além do modo de alta resolução, foi implementado o modo de detecção rápida, utilizando o detector Pimega 450D, reinstalado na linha em fevereiro após reparos. Testes foram realizados para verificar sua calibração e operação, incluindo a captura de anéis de difração da amostra LaB6 em 19.5keV. O software de conversão das imagens de difração para dados quantitativos ainda está em desenvolvimento.</p> <p>Por fim, experimentos in situ foram conduzidos, evidenciando a capacidade da linha Paineira em operar tanto no modo de alta resolução quanto na detecção rápida, ampliando suas possibilidades para estudos avançados de difração de raios-X.</p>
<p>EVIDÊNCIAS</p>	<p>1. Otimização e operação no modo de alta resolução</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aquisição de dados em fly scan – permitindo movimentação eficiente do detector e minimizando o tempo de coleta. • Obtenção de difratograma de alta precisão – teste realizado com a amostra padrão LaB6 (NIST 660b). • Pequeno passo angular (0.0010°) e tempo total de aquisição de 2h40min – assegurando alta resolução na caracterização dos picos de difração. • Determinação da função de perfil instrumental (IPF) – garantindo a confiabilidade dos dados obtidos • Resolução angular equivalente ou superior a linhas internacionais – comparação com I-ID (Diamond) e 11BM (APS). <div data-bbox="614 1361 1209 1845" style="text-align: center;"> </div>

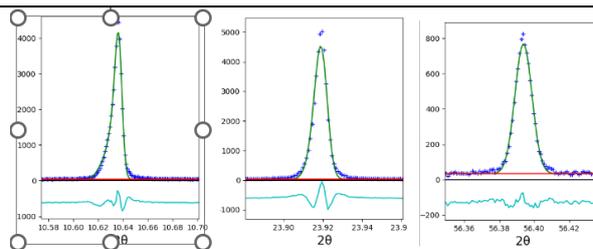


Figura 29: Refinamento Rietveld do padrão de difração de raios X da amostra padrão LaB₆ (Nist 660b) obtido na linha Paineira do Sirius

2. Implementação do modo de detecção rápida

- Reinstalação e testes do detector Pimega 450D – após reparos, foi reinstalado e testado em fevereiro.
- Determinação do flatfield em 20 keV – assegurando calibração adequada do detector.
- Aquisição de imagens de anéis de difração da amostra LaB₆ em 19.5 keV – confirmando o funcionamento do detector rápido.
- Desenvolvimento de software para conversão dos dados – em andamento, permitindo futura análise quantitativa.

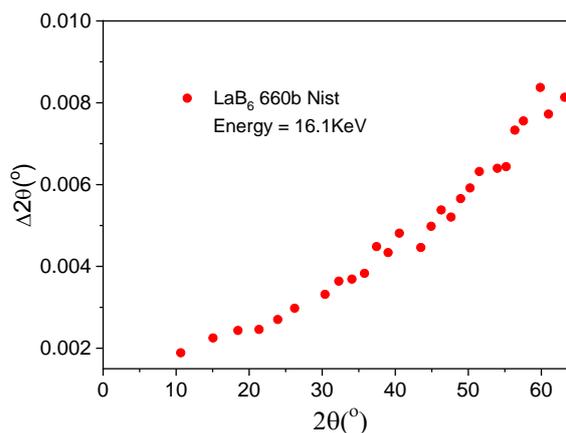
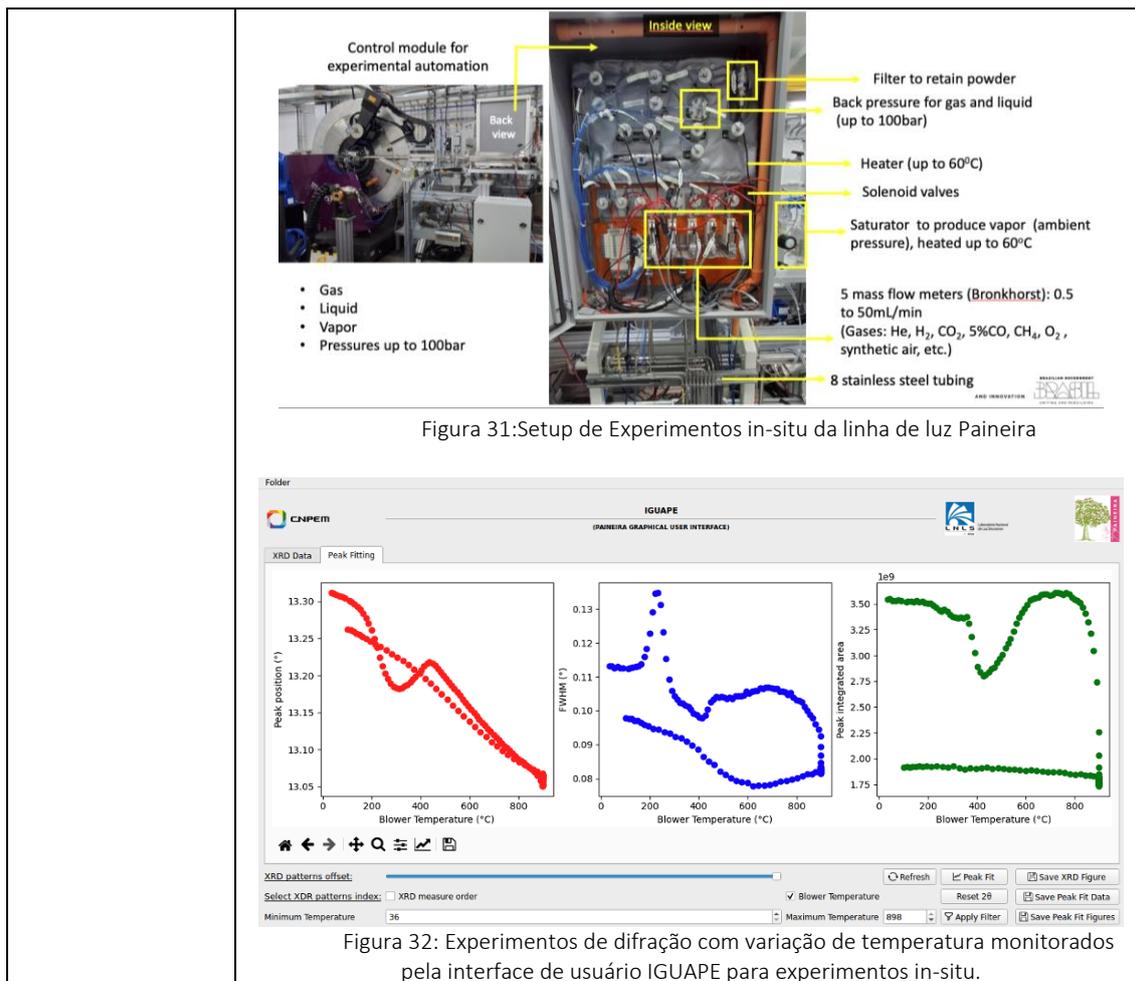


Figura 30: Dados de largura à meia altura dos picos de difração de raios X da medida apresentada na Figura 1 (padrão de difração do LaB₆).

3. Realização de experimentos in situ

- Execução de experimentos in situ com sucesso – validando a capacidade da linha para medições em condições controladas (Figura 31).
- Confirmação da robustez da linha para diferentes tipos de experimentos – combinando alta resolução e aquisição rápida (Figura 32).



Projeto de novos indutores para fontes Regatron

78. Projeto Preliminar

PROJETO	Sírius
ATIVIDADE	Projeto de novos indutores para fontes Regatron
META	Projeto Preliminar Fontes Regatron
INDICADOR	Relatório de Projeto Preliminar (PDR)
PRAZO	Junho/2024
TERMO ADITIVO	44
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	Este projeto visa desenvolver um indutor para ser instalado nas fontes (Regatron) utilizadas como DC-Link das fontes de alta potência do Anel do Sírius. Também faz parte do projeto a caracterização, teste e aprovação deste indutor para ser efetivamente instalado no Sírius. Após a confirmação de funcionamento, 35 desses indutores precisarão ser fabricados, sendo que 26 serão instalados no Sírius e o restante ficará como reserva.
EVIDÊNCIAS	A motivação do projeto parte de um evento ocorrido no Sírius, em 2022, onde ocorreu um princípio de incêndio em um dos equipamentos do subsistema de fontes. O equipamento em questão é uma fonte, modelo TopCon Quadro, da

Regatron, que é responsável por alimentar os conversores desenvolvidos por grupos do CNPEM para alimentar magnetos do Anel de armazenamento do Sirius.

Neste evento a fonte foi substituída por uma reserva e foi possível retomar o funcionamento normal do subsistema.

Ao investigar o motivo deste equipamento ter apresentado problema, foi identificado que o indutor do filtro de saída estava queimado, assim como mostrado na Figura 1 a).

Já em ambiente de manutenção, este indutor foi trocado, a fonte foi testada e voltou a funcionar, confirmando que o problema era realmente só o indutor.

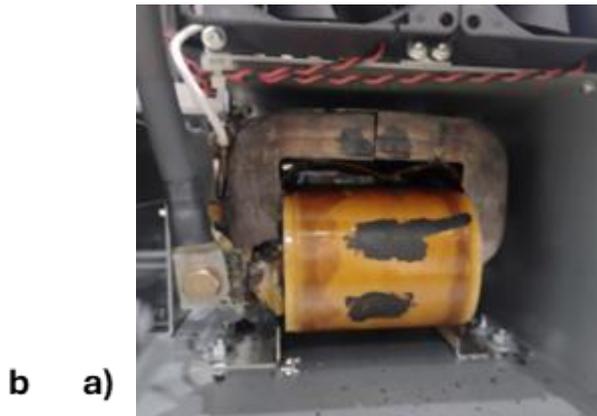
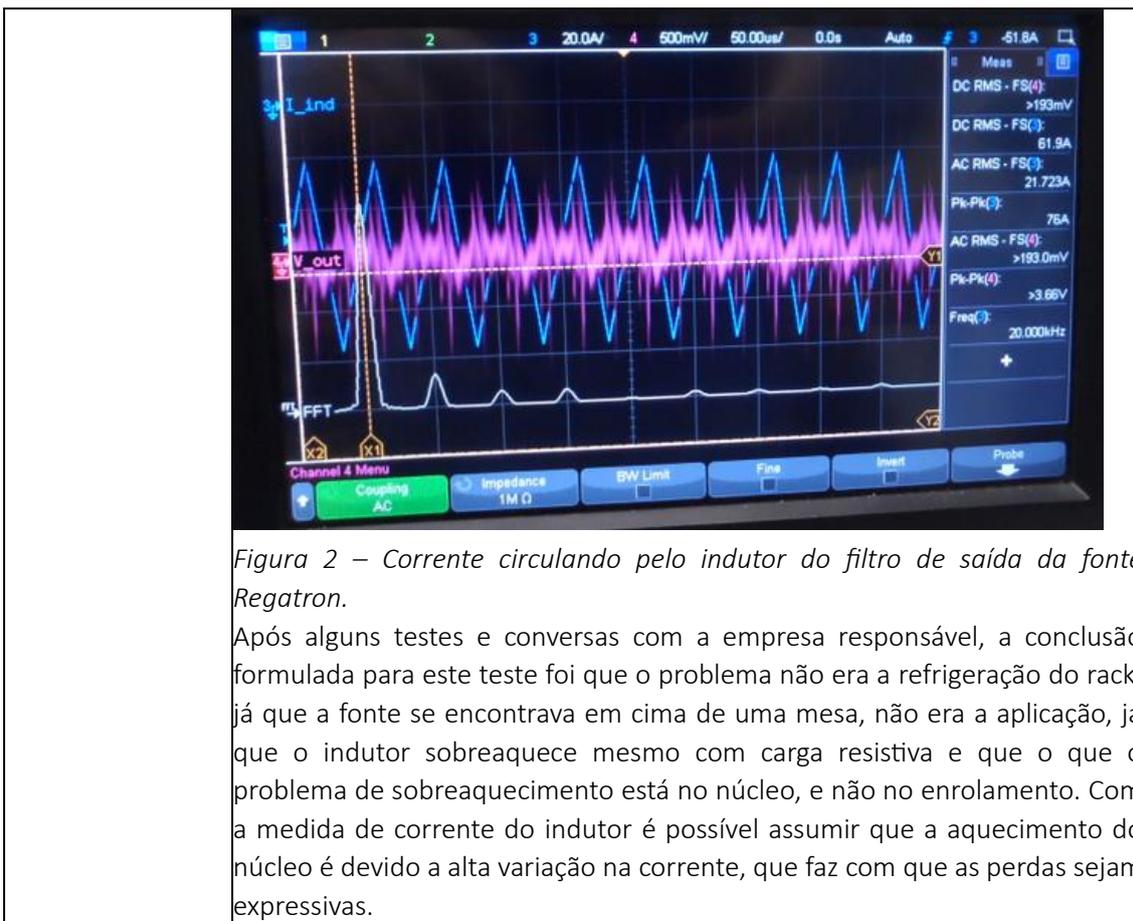


Figura 1 – a) Indutor de saída da Regatron após evento de queima. b) Indutor Reformado.

Antes de qualquer coisa, foi necessário fazer o contingenciamento do problema no Sirius. Foi feita uma reforma dos indutores que estavam prestes a queimar, adicionando um núcleo de TVE. Também foram adicionados ventiladores no frontal dessas fontes, para melhorar a refrigeração e diminuir a temperatura de operação deles.

Após o problema estar contido, foi feita uma análise do motivo dos indutores estarem sobreaquecendo. Foi feito um teste, com a fonte Regatron fora do rack e alimentando uma carga resistiva, onde medimos a temperatura do indutor e a corrente passando por ele. Foi identificado que o ponto de maior aquecimento era o núcleo, e que a corrente circulando por ele tinha uma amplitude de 76 A pico a pico (Figura 2).



Ações Transversais de Engenharia e Tecnologia

79. PAPU 2.0 - Conceito de Ondulador Planar tipo APU longo

PROJETO	Ações Transversais de Engenharia e Tecnologia
ATIVIDADE	Estudos conceituais de subsistemas
META	PAPU 2.0 - Conceito de Ondulador Planar tipo APU longo
INDICADOR	Projeto Conceitual (CDR)
PRAZO	Março/24
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	O projeto PAPU21, desenvolvido pela DAT no CNPEM, visa produzir um ondulator com gap menor que 6 mm utilizando um sistema de vácuo compatível com blocos magnéticos em ar. O objetivo é gerar radiação síncrotron semelhante à de um ondulator em vácuo, mas com custo e complexidade reduzidos. A etapa concluída do projeto (CDR) validou a viabilidade da produção das câmaras de elétrons necessárias para o menor gap em comprimento reduzido, e definiu as principais características mecânicas, magnéticas e de sistema de vácuo do ondulator para posteriores detalhamentos, testes e fabricações. O ondulator proposto terá 117

	<p>períodos de 21 mm com gap de 5,8 mm, resultando em campo de pico de 0,98 T, sendo que o conceito mecânico de fixação dos blocos para a obtenção dessas características foi validado por simulações e testes práticos.</p> <p>A estrutura contará com arranjos de blocos magnéticos adicionais para compensação de força magnética, diminuindo os requisitos do sistema de movimentação, com simulações mostrando compensação de mais de 99% da força longitudinal na estrutura proposta. A câmara de elétrons terá perfil oblongo com 4,6 mm de abertura vertical, compatível com o gap magnético e permitindo manter a estrutura magnética em ar. Um marco significativo alcançado foi a validação do processo de deposição de filme NEG em câmaras do perfil transversal de vácuo final e 1300 mm de comprimento, confirmando a viabilidade de um módulo de 58 períodos. Nesse contexto, o plano de implementação prevê a construção do ondulator com dois módulos unidos formando um dispositivo contínuo único de 117 períodos, incluindo protótipo de trecho reto de vácuo, sendo um módulo completo construído anteriormente ao segundo para validação de conceitos. Assim, será demonstrada a viabilidade de um ondulator com gap inferior a 6 mm com ímãs em ar e entregue uma unidade apropriada para instalação no Sirius.</p>
<p>EVIDÊNCIAS</p>	<p>O projeto do protótipo de ondulator PAPU21 tem início na constante evolução da DAT no desenvolvimento de câmaras de vácuo. Nos últimos anos, houve uma redução significativa da seção transversal das câmaras de vácuo produzidas, fato que possibilita o desenvolvimento de novos dispositivos de inserção com gap menores para instalação no Sirius.</p> <p>Nesse sentido, o design magnético do PAPU21 se baseou no desenvolvimento de câmara de vácuo com 4,6 mm de abertura vertical, permitindo onduladores com gaps < 6 mm. O design do ondulator teve como referência inicial o espectro dos onduladores em vácuo adquiridos para o Sirius, IVU18. Os estudos realizados mostraram que aproximadamente 117 períodos de 21 mm para o PAPU21 com gap de 5,8 mm seriam suficientes para obter um espectro de raios-X similar ao dos IVU18 enquanto são respeitados os limites de beam-stay-clear de um trecho baixo-β do Sirius, totalizando um comprimento de quase 2,4 metros de ondulator. Inicialmente, foi decidido realizar a produção de um primeiro módulo de aproximadamente 1250 mm de comprimento, com 58 períodos, mantendo todos os outros parâmetros necessários.</p> <p style="text-align: center;">Design Magnético e Simulações de Forças</p> <p>Durante o primeiro semestre de 2024, foi concluído o projeto magnético do ondulator incluindo as definições de amplitude de campo magnético, gap e período. O PAPU21 terá um campo magnético de 0.98 T, 5,8 mm de gap e 58 períodos de 21 mm para esse primeiro módulo. Também foram definidas as terminações do ondulator, que contarão com blocos de tamanho regular e com blocos mais finos, de metade da espessura dos blocos regulares. A geometria dos blocos foi definida a partir da análise do roll-off do campo magnético (Figura 1). Todos esses avanços e definições foram realizados a partir da análise de resultados de simulações magnéticas.</p>

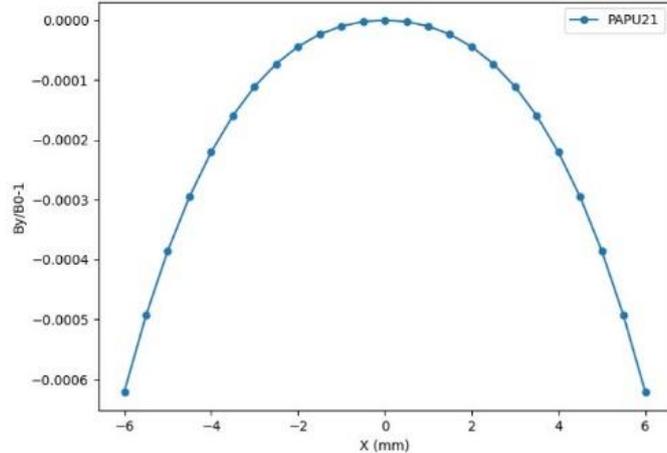


Figura 133 - roll-off do PAPU21.

Além disso, o desenvolvimento desse protótipo de ondulator também abarcou a exploração de um conceito bastante importante e que vem sendo amplamente estudado e aplicado no projeto de novos dispositivos de inserção (DIs): a compensação magnética das forças. Essa forma de compensação utiliza um cassete de blocos magnéticos adicional com direções de magnetizações invertidas em relação às direções no cassete de blocos principal, como visto na Figura 2. Inicialmente, foi testada a possibilidade de utilização dos blocos magnéticos do ondulator protótipo Delta20, que atualmente estão disponíveis, resultados mostraram uma compensação de aproximadamente 40% das forças magnéticas. Para um teste de conceito, também foi realizado um estudo para a definição de uma geometria de bloco ideal e do gap necessário para maximizar a compensação das forças magnéticas (caso mostrado na Figura 2). Com os blocos obtidos nesse caso, dedicados a compensação de forças, mais de 99% da força longitudinal poderá ser compensada, como visto nos resultados de cálculos de força mostrados na Figura 3. Sem a compensação, a força magnética máxima estava da ordem de 11kN, já com a compensação, os resultados não passam de 100N.

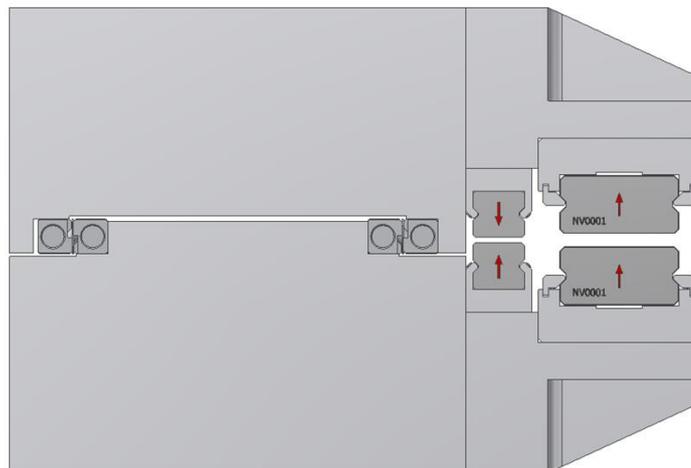


Figura 2 – Desenho esquemático PAPU21.

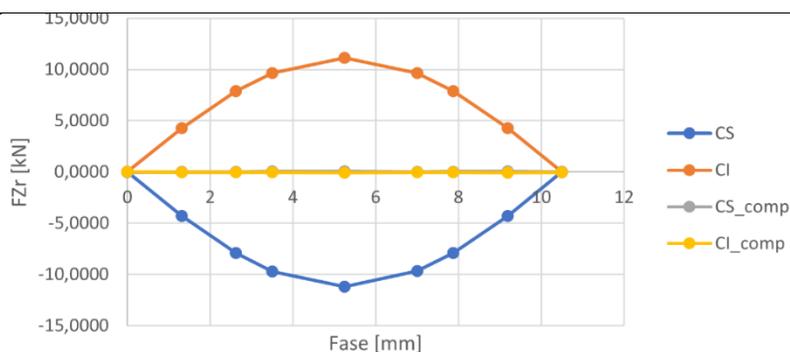


Figura 3 – Compensação de força longitudinal PAPU21.

Estrutura mecânica e magnética

O projeto mecânico do PAPU21 está seguindo o mesmo conceito em “C”, como visto no projeto mecânico da Figura 2, sendo que este conceito foi utilizado e validado no PAPU50 (projeto anterior) com sucesso. As vantagens deste formato estão na facilidade de caracterização magnética, correções de erros de fase com shims, instalação da câmara de vácuo entre outras. Neste semestre, o trabalho foi em definições do formato geométrico do bloco magnético e maneira de fixação, definição do projeto dos subcassetes (Figura 4), clamps de fixação dos blocos, estudo dos guias lineares para movimentação de fase e suportes para compensação de forças. Simulações de esforços estruturais foram realizadas com programa de elementos finitos, como mostrado na Figura 5, e testes experimentais para validação foram realizados.



Figura 4 – Subcassete superior com 6 períodos.

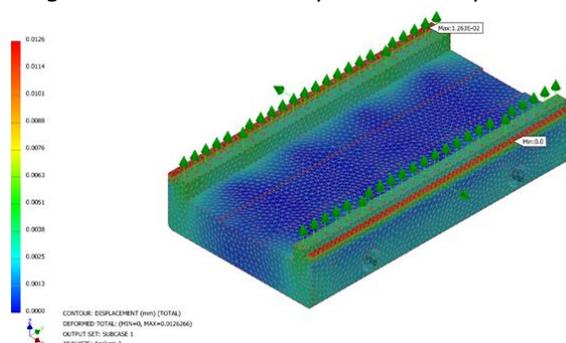


Figura 5 – Simulação estrutural para análise de esforços.

Na sala de montagem de dispositivos magnéticos da DAT/CNPEM foi montado um setup com célula de carga para teste dos elementos de fixação dos blocos (Figura 6), foi aplicada força de arranque similar às forças magnéticas no ondulator montado, como calculadas por elementos finitos.



Figura 6 – Setup de teste para simular força de arranque.

Com a geometria do bloco definida e simulações de campo requeridas alcançadas foi escrito uma especificação técnica e detalhados desenhos com tolerância dimensional e geométrica para o processo de aquisição dos blocos. Os blocos foram recebidos no CNPEM no primeiro semestre de 2024. Neste momento, está em andamento a inspeção dimensional e caracterização magnética dos blocos adquiridos.

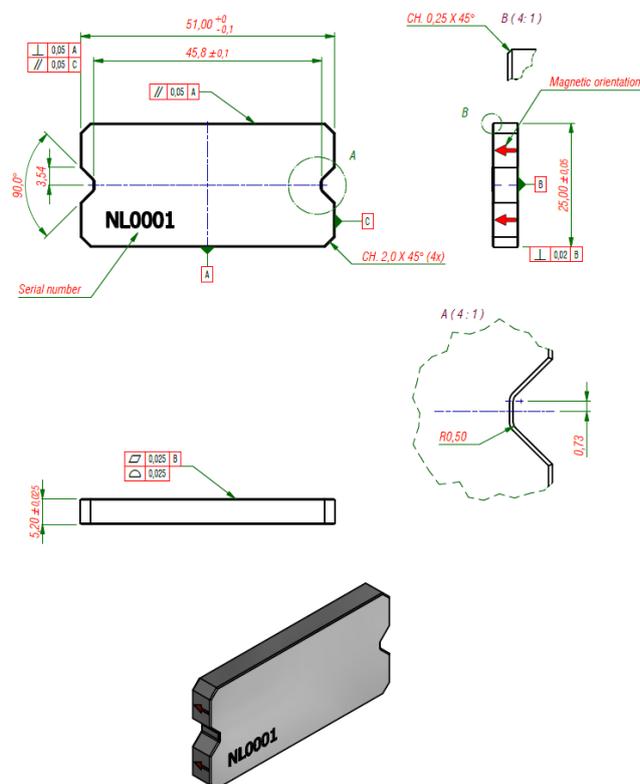


Figura 7 – Desenho detalhado do bloco longitudinal.

Um setup está sendo projetado para ser montado um conjunto de subcassetes (inferior e superior) para validar a fixação com os próprios blocos magnéticos e a compensação de força.

Sistema de Vácuo

Do ponto de vista do sistema de vácuo, foi realizado neste primeiro semestre o projeto conceitual da câmara de vácuo para o ondulador PAPU 2.0. Está em desenvolvimento o processo de brasagem do tubo principal da câmara com chapa lateral que atua com as funções de suportaçã

transferência de calor. O desenho da câmara de vácuo é ilustrado na Figura 8.

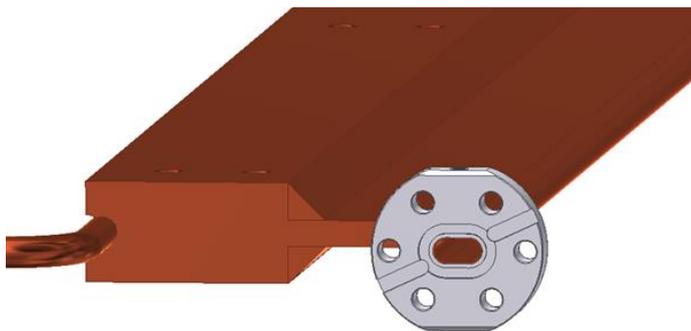


Figura 8 – Projeto conceitual proposto para a câmara de vácuo.

Este projeto apresenta o grande desafio de ter sucesso na deposição do filme metálico (NEG) no interior do tubo oblongo, proposto para a câmara de vácuo, de dimensões pequenas de 9 mm na horizontal e 4.6 mm na vertical. Devido a estas dimensões muito pequenas, principalmente a dimensão vertical, o volume de plasma apresenta maior dificuldade de se desenvolver e a deposição passa a ser instável e muito difícil. Até o momento, nenhum artigo científico foi publicado demonstrando sucesso de deposição de um filme NEG em uma câmara de vácuo nestas dimensões, evidenciando o pioneirismo do trabalho.

Após várias tentativas e ajustes de parametrizações de deposição, foi desenvolvido com sucesso o processo de deposição NEG em um tubo de 1300 mm de comprimento. Após diversos testes, foram depositadas 3 câmaras com deposição completa ao longo do comprimento e excelente comportamento de ativação NEG em equipamento de XPS. A Figura 9 mostra o tubo cortado com deposição NEG completa. Com o processo de deposição definido para o comprimento de 1300 mm, o foco agora será evoluir com a fabricação de uma câmara completa conforme Figura 8. Na sequência, será iniciado o desenvolvimento do processo de deposição para o comprimento final de 2600 mm almejado para o ondulator final.

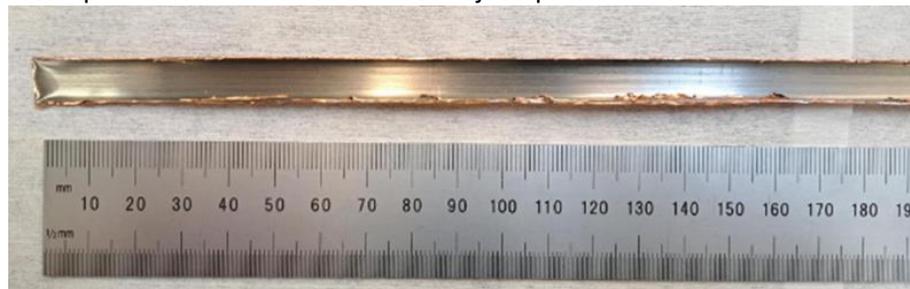


Figura 9 – Tubo oblongo, parte principal da câmara, aberto para inspeção do filme NEG, evidenciando o sucesso no processo de deposição.

O projeto do ondulator planar proposto é baseado em conceitos desafiadores, principalmente para a câmara de vácuo, dada a abertura vertical de apenas 4,6 mm. Por isso, testes e validações da viabilidade de fabricação dessa câmara de vácuo são necessários para estabelecer o conceito proposto para o ondulator. O sucesso da deposição do filme NEG para câmaras com comprimentos de 1300 mm libera os avanços no projeto pois mostra que ele é factível, pelo menos para onduladores com comprimentos de 1250 mm (primeiro módulo a ser construído).

Plataforma de Biotecnologia Industrial

80. *Implantação parcial da Plataforma de Biotecnologia Industrial, incluindo: (i) processo de aquisição dos equipamentos laboratoriais e (ii) instalação e testes de performance para desenvolvimento de bioprocessos usando microrganismos modelo*

PROJETO	Plataforma de Biotecnologia Industrial
ATIVIDADE	Plataforma de Biotecnologia Industrial
META	Implantação parcial da Plataforma de Biotecnologia Industrial, incluindo: (i) processo de aquisição dos equipamentos laboratoriais e (ii) instalação e testes de performance para desenvolvimento de bioprocessos usando microrganismos modelo
INDICADOR	Relatório de Desenvolvimento
PRAZO	Dezembro/2023
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>O foco em 2024 foi na finalização da submeta (ii) usando microrganismos modelo comissionar os seguintes equipamentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chi.Bio, dispositivo de automação experimental completo para caracterização e manipulação de sistemas biológicos; • eVOLVER, protótipo de sistema automatizado, customizável e modular para evolução adaptativa em condições de crescimento controladas e com a manutenção de culturas em fase exponencial; • Microbiorreator BioLector XT, microbiorreatores automatizados de alto rendimento com monitoramento e controle em tempo real para downscaling de processos de biorreatores. <p>O Chi.Bio e o eVolver representam uma abordagem para high-throughput para estratégias experimentais que envolvam Evolução Adaptativa Laboratorial de microrganismos. A expectativa era responder rápida e com menor custo de transação as perguntas oriundas do desenvolvimento de biotecnologias industriais. Em razão disso foram adquiridos os equipamentos Chi-bio, assumindo o risco quanto a sua robustez uma vez que era fornecido por uma start-up com pouco histórico de comercialização no Brasil. Ainda assim, era a única opção disponível para este tipo de abordagem. Complementar a isso aumentando o número de ciclos e a escala baseado num projeto publicado por uma universidade norte-americana, foi implementado o desenvolvimento do equipamento eVolver, adaptado às necessidades do CNPEM.</p> <p>Durante o comissionamento do Chi-bio, desde a etapa de configuração e montagem do sistema, foi observado a fragilidade dos componentes, como por exemplo, circuitos eletrônicos sem a devida proteção, dentre outros. No caso do eVolver, por se tratar de um desenvolvimento interno, o nível de complexidade foi maior, uma vez que exigia um processo iterativo mais longo e interdisciplinar para o seu desenvolvimento. De maneira similar ao Chi-bio, problemas de robustez foram também identificados em razão dos componentes serem análogos ao do Chi-bio, como por exemplo, intermitência no sistema de alimentação em razão de inadequado</p>

	<p>funcionamento de bombas peristálticas e instabilidades na medição da densidade ótica (OD600nm).</p> <p>O microbiorreator Biolector XT teve o comissionamento concluído e bem-sucedido. Encontra-se em funcionamento e está sendo utilizado para o desenvolvimento de plataformas microbianas, contribuindo significativamente para estudos aeróbios, com possibilidades de cultivos em batelada e batelada alimentada.</p>
<p>EVIDÊNCIAS:</p>	<p>No primeiro teste de robustez do Chi_bio, todas as partes desempenharam adequadamente, com a exceção de um microrreator que não foi capaz de fazer as medidas de densidade óptica, inviabilizando seu uso em um futuro ensaio de Evolução Adaptativa. Durante o segundo teste de robustez, foram observados diversos problemas indicativos de uma baixa robustez do equipamento, como (i) interrupção da comunicação de um controlador com os microrreatores; (ii) falhas no paralelismo do sistema, resultando na interrupção inesperada de todos os experimentos que estavam sendo conduzidos, por um problema ocorrido em apenas um dos biorreatores, (iii) a alta velocidade de agitação das bombas peristálticas promovendo desgastes das mangueiras, conseqüentemente vazamento de meio de cultura e caldo fermentativo, indicando que as mangueiras fornecidas com o sistema não são adequadas para operações contínuas e de longo prazo, como requerem os ensaios de evolução adaptativa; (iv) erros drásticos na leitura das densidades celulares que impossibilitaram a condução de novos testes de robustez, já que os dados de densidade celular guiam a condução deste tipo de experimento.</p> <p>Nos quatro testes pilotos do eVolver, realizados na sequência, foram detectadas várias intercorrências no primeiro teste: mal funcionamento de bomba de alimentação, instabilidades e intermitência na agitação, extravasamento de meio de cultura; interfaces não responsivas ao comando de interrupção; problemas com a placa eletrônicas, que levaram a atualizações de hardware e firmware. No segundo teste, LEDs queimados; problemas nas bombas de saída; diluições errôneas, medições ruidosas e negativas, que levaram a revisão do desempenho das mangueiras. No terceiro teste instabilidade e ruídos após 240h de uso, supersaturação de biomassa; medições ainda instáveis, extravasamento e oscilações de temperatura; variações na medição após 80 horas e contaminação na linha de alimentação, o que levou a suspeição que os sensores OD600nm não era confiáveis. Já no quarto teste, erros de acionamento de bombas; problemas de agitação; interface gráfica instável, extravasamento e oscilações de temperatura; crescimento microbiano com ruídos, extravasamentos após 120 horas; problemas nas bombas de entrada, levando a uma baixa reprodutibilidade de desempenho da maioria dos reatores. Assim, concluiu-se o que o sistema precisa ser inteiramente revisado e novamente orçado para futuros desenvolvimentos experimentais.</p> <p>O microbiorreator Biolector XT teve o comissionamento concluído e bem-sucedido. Os resultados experimentais com microrganismo modelo</p>

Saccharomyces cerevisiae demonstraram a funcionalidade de todos os componentes do microbioreator. As curvas de crescimento apresentaram alta qualidade e reprodutibilidade, permitindo avaliar inclusive processos de diauxia metabólica no crescimento, refletindo com precisão o monitoramento de biomassa realizado em escala de bancada. As medidas de pH e oxigênio dissolvido (DO), obtidas de forma on-line por sensores ópticos, mostraram-se consistentes e sensíveis às variações das condições de cultivo (Figura 1).

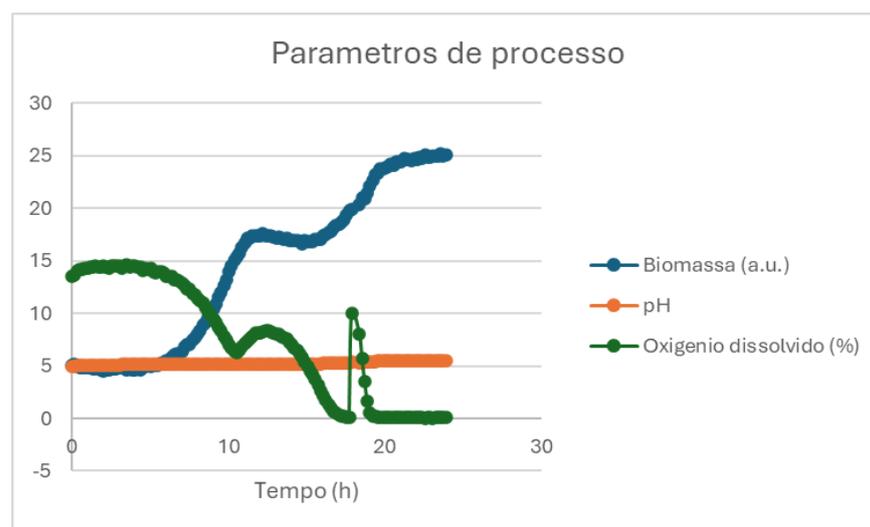
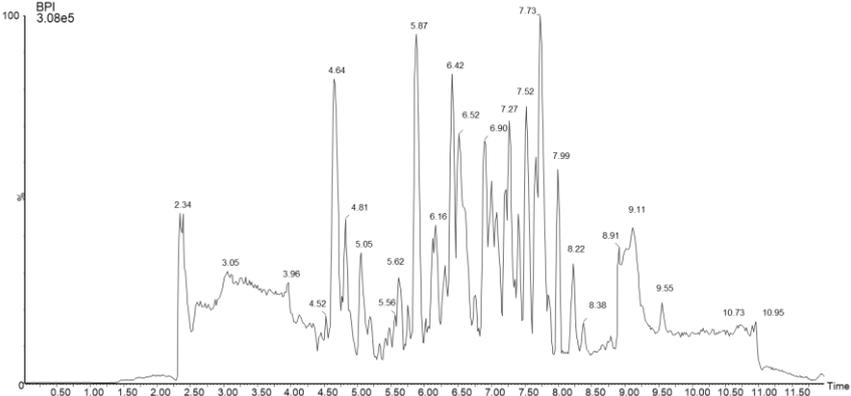


Figura 1: Parâmetros do crescimento microbiano avaliados em microbioreator Biolector XT durante o cultivo com microrganismo modelo *Saccharomyces cerevisiae*.

81. Implantação parcial da Plataforma de Biotecnologia Industrial, incluindo: (i) processo de aquisição dos equipamentos laboratoriais e (ii) instalação e testes de performance para sistema de sequenciamento de DNA e espectrômetros de massas.

PROJETO	Plataforma de Biotecnologia Industrial
ATIVIDADE	Plataforma de Biotecnologia Industrial
META	Implantação parcial da Plataforma de Biotecnologia Industrial, incluindo: (i) processo de aquisição dos equipamentos laboratoriais e (ii) instalação e testes de performance para sistema de sequenciamento de DNA e espectrômetros de massas.
INDICADOR	Relatório de Instalação ou Parâmetros de Performance do Projeto (TIP)
PRAZO	Dezembro/2022
TERMO ADITIVO	44 ^o
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	A instalação e verificação do sistema foram divididas em várias etapas: (i) instalação do espectrômetro de massas – Synapt XS, (ii) análise de desempenho do Synapt XS e ESI, (iii) instalação e avaliação de funcionamento do cromatógrafo líquido, (iv) instalação e reconhecimento de operação do MALDI, (v) reconhecimento de performance da IM e (vi)

	<p>instalação e investigação do sistema integrado de HDX. Ao longo do processo aconteceram alguns atrasos na importação de reagentes e falhas identificadas no sistema HDX. Entretanto, o comissionamento se deu de forma satisfatória para a conclusão da meta estabelecida.</p>
<p>EVIDÊNCIAS</p>	<p>O sistema HDX é formado por três componentes principais, sendo eles:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Sistema de Cromatografia Líquida de Ultra Eficiência (UPLC), M-Class. 2) Gerenciador HDX, o qual mantém a temperatura das colunas analítica e de aprisionamento próximo de 0 oC, diminuindo a taxa de troca de hidrogênio por deutério em solução. Ademais, possui compartimento com coluna de pepsina imobilizada mantida a 16 oC para digestão ácida online da proteína a ser estudada (Figura 23). 3) Robô LEAP HDX, trata-se de um sistema de automação para ensaios HDX, permitindo um controle preciso do tempo e da temperatura, que são cruciais para a precisão e a reprodutibilidade dos experimentos. Essa automação é essencial, pois o ensaio HDX envolve várias etapas complexas e sensíveis ao tempo. <p>As primeiras aquisições no sistema para teste de operação foram reportadas em 2023. Já em 2024 foi possível uma progressão com relação ao uso do Gerenciador HDX. Na Figura 1 é apresentado um cromatograma após digestão online de anticorpo monoclonal mAb em coluna com pepsina imobilizada. Os peptídeos gerados são retidos em coluna de aprisionamento (trap), e, posteriormente, separados na coluna analítica do tipo C18. Nesse experimento foi utilizado o redutor TCEP, já que esse anticorpo possui pontes dissulfeto entre suas cadeias, sendo, portanto, o procedimento também validado com o uso de agente redutor e ampliando o escopo de proteínas que poderão ser estudadas pela metodologia HDX.</p>  <p>Figura 1: Separação cromatográfica em coluna analítica de peptídeos gerados a partir da digestão online do anticorpo mAb em coluna com pepsina imobilizada. BPI, intensidade de base dos picos. O tempo de retenção é apresentado acima dos picos.</p>

Programa de P&D em Energia Renovável

Biocombustíveis Líquidos

82. *Bioprocesso otimizado em ambiente industrialmente relevante para produção de enzimas visando a produção de etanol de segunda geração.*

PROJETO	Programa de P&D em Energia Renovável - Biocombustíveis Líquidos
ATIVIDADE	Programa de P&D em Energia Renovável - Biocombustíveis Líquidos
META	Bioprocesso otimizado em ambiente industrialmente relevante para produção de enzimas visando a produção de etanol de segunda geração.
INDICADOR	Relatório de Desenvolvimento Experimental (FDR)
PRAZO	Dezembro/2023
TERMO ADITIVO	44 ^o
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>Esta meta está relacionada ao uso da biotecnologia industrial para o desenvolvimento de biocombustíveis líquidos sustentáveis, desde a escala de bancada até o seu escalonamento de processo em planta piloto, assistido por avaliações de sustentabilidade.</p> <p>A meta consistiu avaliar em escala piloto o bioprocesso de produção do coquetel enzimático para sacarificação de biomassa vegetal utilizando uma plataforma fúngica. Para isso, foram realizados cultivos em biorreatores de bancada de 3 litros para investigar o impacto de diferentes velocidades de agitação na produção de enzimas pela plataforma fúngica desenvolvida pelo LNBR/CNPEM. Após determinar a faixa ideal de agitação, foi testado o uso do parâmetro EDCF (função de energia de dissipação/circulação) para o escalonamento da produção em biorreatores de 65 litros. Uma validação das condições de cultivo e escalonamento do bioprocesso foi realizada utilizando uma cepa derivada da plataforma fúngica do LNBR/CNPEM. Por fim, o coquetel enzimático gerado nas três escalas de cultivo foi aplicado na sacarificação de bagaço de cana-de-açúcar pré-tratado, com seu desempenho comparado ao de um coquetel comercial.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>Cultivos com a cepa <i>T. reesei</i> Br_TrR03 foram realizados em biorreatores de 3 litros, testando diferentes velocidades de agitação, correspondendo a 9%, 25%, 50% e 100% do parâmetro EDCF. Não houve variações significativas na produção de proteínas ou rendimento quando a agitação ultrapassou 700 rpm, indicando que 25% do EDCF (700 rpm) é suficiente para a produção máxima de enzimas (Figura 1A). O bioprocesso para produção do coquetel enzimático do LNBR foi escalonado para um biorreator de escala piloto de 65 L, utilizando 15%, 25% e 50% do EDCF, replicando as condições de bancada. Assim como na escala de bancada, não houve diferença significativa ao usar 50% de EDCF, confirmando que a condição de 25% do EDCF de bancada é ideal também em condições industriais (Figura 1B). Para confirmar esses achados, cultivos com uma cepa fúngica derivada da cepa <i>T. reesei</i> Br_TrR03 foram realizados em biorreatores de 3, 65 e 300 litros.</p>

Nestes cultivos também não foram observadas diferenças significativas na produção de proteínas, validando a velocidade de agitação ideal em três escalas distintas de cultivo (Figura 1C). O coquetel produzido pela cepa *T. reesei* Br_TrR03 nas 3 escalas de cultivo utilizando EDCF acima de 25% do previamente reportado apresentou uma eficiência de sacarificação de bagaço de cana-de-açúcar pré-tratado com ácido diluído equivalente à de um coquetel comercialmente disponível (Figura 1D).

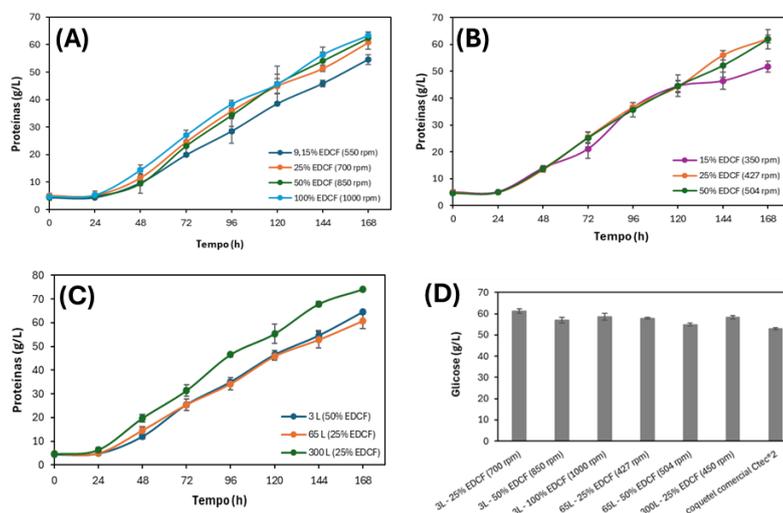


Figura 1. Cinéticas de produção de proteína pela plataforma fúngica em diferentes escalas de cultivo e ensaios de sacarificação de bagaço de cana-de-açúcar pré-tratado com os coquetéis obtidos. Nas Figura A e B estão ilustrados os perfis de produção de proteínas pela cepa *T. reesei* Br_TrR03 nos biorreatores de 3 e 65 L, respectivamente, sob diferentes velocidades máximas de agitação. Na Figura C são representadas as curvas de produção de proteínas pela cepa *T. reesei* Br_TrR04 quando cultivada em biorreatores de 3, 65 e 300 L utilizando como parâmetro de escalonamento o EDCF. Na Figura D é apresentado um comparativo das eficiências de sacarificação de bagaço de cana pré-tratado por explosão a vapor com ácido diluído utilizando os coquetéis enzimáticos produzidos pelo fungo *T. reesei* Br_TrR03 nas escalas de 3, 65 e 300 L e com o coquetel Cellic® CTec2.

83. Cepa engenheirada e caracterização da utilização de pentoses para a produção de etanol.

PROJETO	Programa de P&D em Energia Renovável - Biocombustíveis Líquidos
ATIVIDADE	Programa de P&D em Energia Renovável - Biocombustíveis Líquidos
META	Cepa engenheirada e caracterização da utilização de pentoses para a produção de etanol.
INDICADOR	Relatório de Desenvolvimento Experimental (FDR)
PRAZO	Dezembro/2023
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	Grande parte dos recursos renováveis se encontra disponível na forma de xilose, que é uma pentose não metabolizável por <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , principal microrganismo utilizado para produção industrial de etanol. Portanto, a construção de linhagens de <i>S. cerevisiae</i> para conversão de xilose em etanol se faz necessária para o aproveitamento total dos recursos

	<p>naturais e energéticos disponíveis na biomassa residual. Apesar de diversos esforços realizados para atingir esse objetivo, poucas linhagens desenvolvidas atingiram rendimentos maiores que 90% do teórico máximo (0.51 g de etanol/ 1 g de xilose). Dessa forma, este projeto visou o desenvolvimento de uma linhagem de <i>S. cerevisiae</i> engenheirada para produção de etanol a partir de xilose com alta eficiência.</p> <p>Para tanto, uma nova cepa engenheirada foi construída utilizando uma linhagem industrial brasileira conhecida como SA-1 e aplicando as mesmas modificações genéticas e estratégia de adaptação evolutiva utilizada na linhagem de base laboratorial (C5.V3 LNBR), descrita anteriormente. A cepa construída a partir da linhagem laboratorial apesar de consumir xilose e produzir etanol com alto rendimento (80% do máximo teórico), apresentou baixo desempenho fermentativo quando cultivada em hidrolisado de bagaço de cana-de-açúcar. Dessa forma, a fim de superar este desafio científico, uma cepa foi desenvolvida a partir da linhagem industrial brasileira conhecida como SA-1.</p> <p>A cepa engenheirada industrial quando cultivada em hidrolisado puro apresentou capacidade fermentativa e robustez superior a cepa derivada da linhagem laboratorial, conseguindo consumir quase todo o açúcar presente no hidrolisado em ~72 h de cultivo, além produzir etanol com rendimento de 0,46 g etanol/g açúcares totais consumidos, o que equivale a 90% do teórico máximo. Portanto, a meta foi cumprida em 100% com a construção da linhagem industrial C5.V3_Ind LNBR e obtenção de rendimento 90% do teórico máximo em fermentação utilizando hidrolisado de bagaço de cana-de-açúcar.</p>
<p>EVIDÊNCIAS</p>	<p>Na meta estabelecida no subprograma de Biocombustíveis Líquidos, referente ao desenvolvimento de cepa engenheirada e caracterização da utilização de pentoses para a produção de etanol, foi desenvolvida a linhagem C5.V3_Ind LNBR com alta eficiência de conversão de xilose em etanol e melhor performance fermentativa em hidrolisado lignocelulósico quando comparada com a linhagem C5.V3 LNBR (FNDCT 2023).</p> <p>A comparação do perfil fermentativo entre as linhagens C5.V3 LNBR e C5.V3_Ind no hidrolisado de bagaço de cana-de-açúcar preparado utilizando o coquetel enzimático do LNBR é apresentada na Figura 1.. Após 72 h de fermentação, títulos de etanol mais altos foram obtidos pela linhagem industrial C5.V3_Ind LNBR (48,2 g. L⁻¹) em comparação com C5.V3 LNBR (39,12 g. L⁻¹), bem como os rendimentos de etanol obtidos a partir do açúcar consumido (0,46 g etanol g⁻¹ açúcares totais versus 0,44 g etanol g⁻¹ açúcares totais, respectivamente). O desempenho da linhagem C5.V3 LNBR foi inferior ao da contraparte industrial e considerável inibição foi observada, conforme demonstrado por uma longa fase lag e maior açúcar residual total em comparação com C5.V3_Ind LNBR. Portanto, devido a um melhor desempenho no hidrolisado avaliado, a linhagem C5.V3_Ind LNBR foi selecionada para posterior otimização do bioprocessamento.</p>

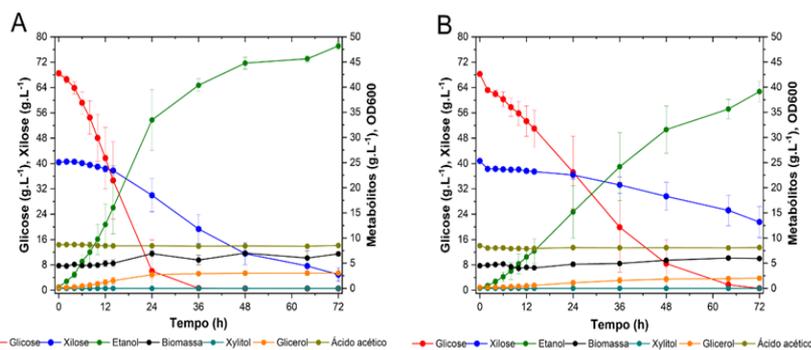


Figura 1. Comparação entre C5.V3_Ind LNBR e C5.V3 LNBR. Perfil fermentativo das linhagens evoluídas C5.V3_Ind LNBR (A) e C5.V3 LNBR (B) em hidrolisado de bagaço de cana-de-açúcar. As células foram cultivadas por 72 h e os metabólitos e biomassa foram monitorados durante o cultivo. Os experimentos foram realizados em, pelo menos, triplicatas biológicas. Visando otimizar a performance fermentativa obtida, avaliou-se o impacto que diferentes meios de cultivo utilizados na fase de propagação celular exercem na performance da fase fermentativa (Figura 2). Inicialmente, foram avaliados cinco diferentes meios de cultura, sintéticos e substratos relevantes industrialmente, como melação de cana de açúcar e hidrolisado lignocelulósico, com o objetivo de identificar as condições ideais para a propagação celular. Como resultado deste desenvolvimento, foi identificada a condição de propagação que resultou em uma maior produtividade de etanol, atingindo uma taxa de produção de 2,99 g/L.h nas primeiras 12 horas de fermentação (condição B).

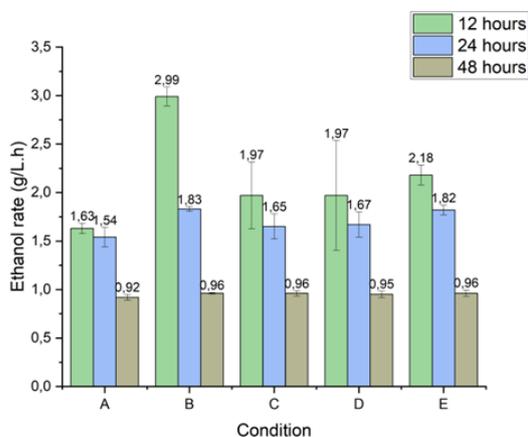


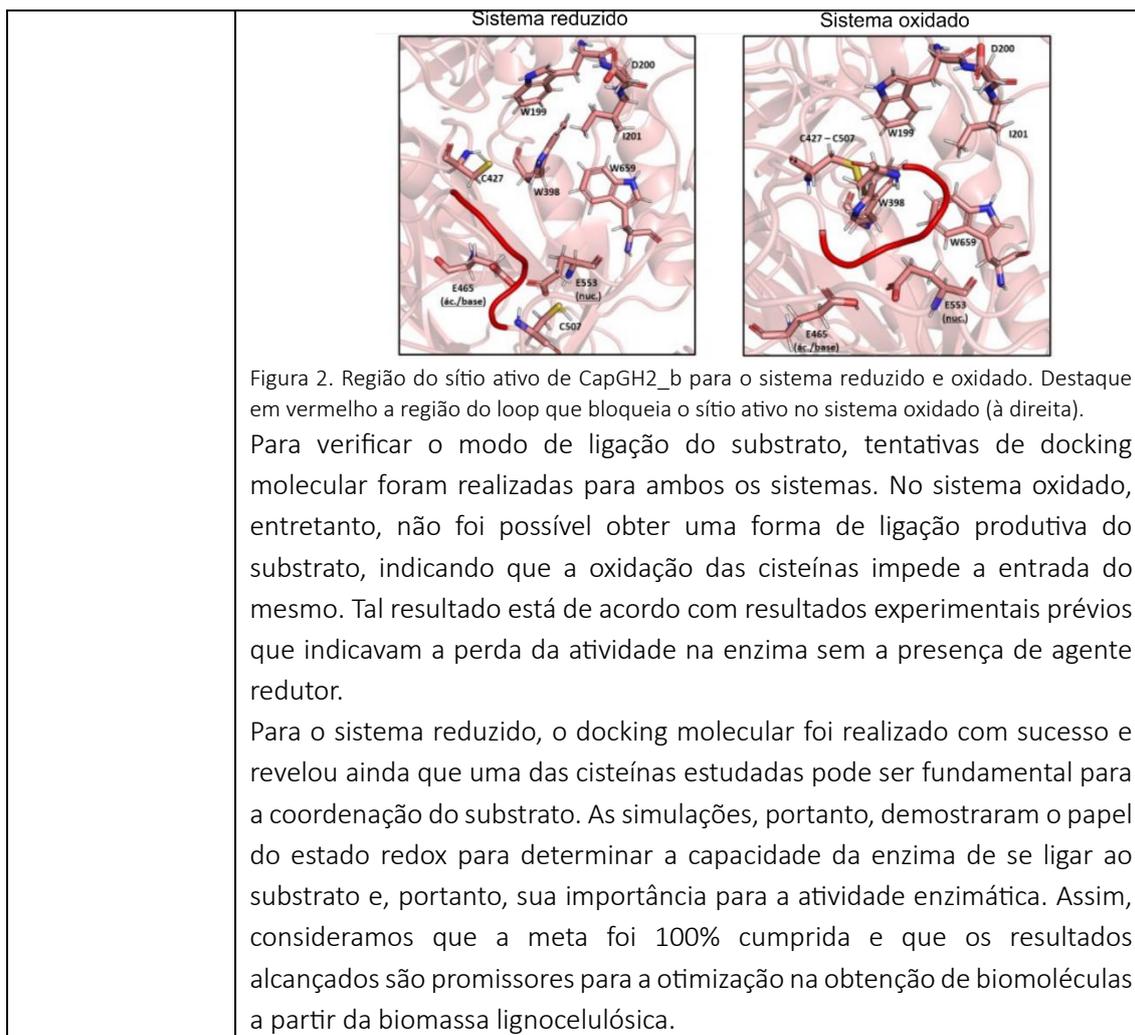
Figura 2. Otimização de bioprocesso para a linhagem C5.V3_Ind LNBR. Taxas de produção de etanol nos tempos de 12, 24 e 48 horas de fermentações conduzidas após processo de propagação em cinco substratos diferentes (A-E). As condições A a E representam propagações realizadas em substrato sintético, melação, hidrolisado ou combinações dos mesmos.

Programa de P&D em Materiais Renováveis

Biotransformação

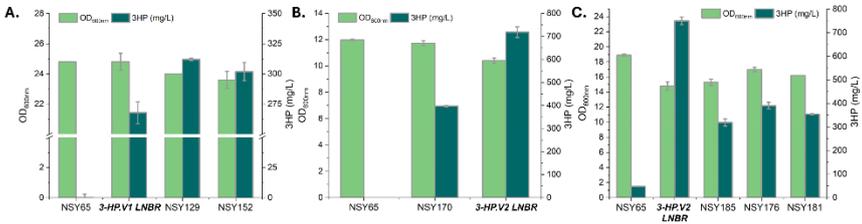
84. (i) Identificação e caracterização de desmetilases para aproveitamento de lignina e (ii) elucidação funcional e mecanística de uma nova enzima com potencial regulação redox ativa sobre polissacarídeos vegetais

PROJETO	Programa de P&D em Materiais Renováveis - Biotransformação
ATIVIDADE	Programa de P&D em Materiais Renováveis - Biotransformação
META	(i) Identificação e caracterização de desmetilases para aproveitamento de lignina e (ii) elucidação funcional e mecanística de uma nova enzima com potencial regulação redox ativa sobre polissacarídeos vegetais
INDICADOR	Relatório de Desenvolvimento Experimental-Projeto Executivo (FDR)
PRAZO	Dezembro/2023
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	<p>Esta meta está relacionada a Biotransformação que viabiliza o uso de matérias-primas renováveis para a produção de diferentes produtos de importância para a sociedade. Para isso, enzimas são parte fundamental na construção das tecnologias habilitadoras. No período relativo ao relatório, simulações computacionais foram realizadas para viabilizar a compreensão dos aspectos mecanísticos e estruturais relacionados à regulação da atividade de uma enzima ativa em carboidratos a partir de seu estado redox. Tais simulações permitiram a identificação dos determinantes atômicos para tal tipo de regulação, o que pode viabilizar uma otimização das condições ideais para a atividade enzimática, aumentando a eficiência catalítica e a conversão de polissacarídeos em açúcares menores.</p>
EVIDÊNCIAS	<p>Através da determinação da estrutura tridimensional da enzima CapGH2_b, obtida anteriormente, foram identificados dois resíduos de cisteína expostos na proteína. Aliada a dados experimentais que demonstraram um aumento da atividade enzimática na presença de agentes redutores, a presença das cisteínas indicavam a possível formação de uma ligação dissulfeto.</p> <p>Com o objetivo de compreender o papel da formação de uma ligação dissulfeto para a ligação do substrato, modelagens e simulações computacionais que incluíram o docking e a dinâmica molecular, foram realizadas. Nos sistemas na ausência de substrato, a enzima foi considerada em sua forma reduzida (com os resíduos de cisteína livres) ou oxidada (com a formação de ligação dissulfeto). Para ambos, as condições ideais de atividade enzimática, incluindo o pH e temperatura determinados experimentalmente, foram consideradas.</p> <p>Os resultados das simulações mostraram que, no sistema oxidado, diferentemente do reduzido, havia uma obstrução no sítio ativo da enzima, ocasionada pelo posicionamento de um loop flexível, próximo aos resíduos catalíticos (Figura 1).</p>



85. Cepa de levedura com capacidade metabólica para produção de ácido 3-hidroxiopropiônico

PROJETO	Programa de P&D em Materiais Renováveis - Biotransformação
ATIVIDADE	Programa de P&D em Materiais Renováveis - Biotransformação
META	Cepa de levedura com capacidade metabólica para produção de ácido 3-hidroxiopropiônico
INDICADOR	Relatório de Desenvolvimento Experimental
PRAZO	Dezembro/2023
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	100%
JUSTIFICATIVA	O ácido 3-hidroxiopropiônico (3-HP) é considerado um bloco químico de alto valor agregado, pois pode ser quimicamente convertido em diversas moléculas de interesse industrial, como o ácido acrílico, 1,3-propanediol, acrilamida, entre outros derivados com diferentes aplicações industriais. Portanto, a produção biológica desta molécula vem sendo apontada como estratégica para o desenvolvimento de uma indústria química mais sustentável e com baixa pegada de carbono. Neste contexto, a presente meta de “Desenvolvimento de uma cepa de levedura com capacidade metabólica para produção de ácido 3-hidroxiopropiônico” foi estabelecida

	<p>visando a construção de uma cepa prova-de-conceito para a bioprodução de ácido 3-HP a partir de glicose, um substrato renovável abundante e disponível na integração com biorrefinarias de cana-de-açúcar. Por meio da triagem de cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> quanto à capacidade de tolerância ao ácido 3-HP seguidas de seis modificações genéticas para habilitar a produção de 3-HP foi obtida uma cepa capaz de produzir este ácido, porém com títulos próximos ao threshold mínimo de detecção analítica. Devido a esse baixo rendimento, foi realizada uma modelagem matemática em escala genômica para identificação de vias metabólicas de alto potencial. A partir dessa análise in silico foram construídas sete novas cepas engenheiradas. Uma delas, nomeada 3-HP.V2 LNBR, com três novas modificações em relação a cepa 3-HP.V1 LNBR, apresentou um título de 3-HP 12 vezes superior a cepa prova-de-conceito construída no período anterior. Este resultado além de indicar a identificação bem-sucedida de modificações genéticas que resultam em uma melhora no fluxo de carbono direcionado a produção de 3-HP, também permite uma quantificação mais confiável da produção alcançada biologicamente. Dessa forma, a prova de conceito de uma cepa capaz de produzir 3-HP foi demonstrada de acordo com o objetivo da meta.</p>
<p>EVIDÊNCIAS:</p>	<p>Na submeta estabelecida no programa de Biotransformação referente ao desenvolvimento de uma cepa de levedura com capacidade metabólica para produção de 3-HP, investigamos o impacto de sete alterações genéticas (ACC1**, SmgapN, CaxPK, BsPTA, gpp1Δ, PYC2, Ppmd1C) na produção de 3-HP. Estas modificações individuais ou combinadas foram selecionadas racionalmente com o objetivo de avaliar a performance de diferentes rotas metabólicas possíveis para produção de 3-HP, assim como visando o aumento da disponibilidade do cofator NADPH e do substrato Malonil-CoA, requisitos importantes para o aumento nos títulos deste ácido orgânico. Nossos resultados mostram que a cepa 3-HP.V2 LNBR, a qual utiliza a via do Malonil-CoA e possui modificações para uma maior disponibilidade de cofator e substrato, apresenta a maior produção de 3-HP dentre as sete cepas construídas alcançando uma produção até 12x superior ao da cepa prova-de-conceito construída no período anterior. Diante disso, a cepa 3-HP.V2 LNBR, foi definida como a cepa base para futuros desenvolvimentos visando a otimização da produção do ácido orgânico 3-HP.</p>  <p>Figura 1. Avaliação da produção de 3-HP a partir de cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> engenheiradas. No desenvolvimento desta submeta, sete novas cepas foram construídas a partir da cepa 3-HP.V1 LNBR. Os impactos nos títulos de 3-HP de diferentes combinações de sete alterações genéticas foram avaliados em cultivos aeróbicos e os resultados estão apresentados em A, B e C. A cepa 3-HP.V2 LNBR, a qual apresenta três novas modificações em relação a cepa 3-HP.V1 LNBR, alcançou o maior título ($750,43 \pm 16,37$ mg/L) dentre as cepas testadas, sendo definida como base para novas modificações. O eixo y a esquerda apresenta os valores de OD_{600nm} e o eixo y a direita os valores de 3-HP em mg/L.</p>

Indicadores Cancelados

Projeto Sirius

86. Teste de Performance do Ambiente para Cryoloading – Sirius

PROJETO	Sirius
ATIVIDADE	Ambiente para Cryoloading - Sirius
META	Teste de Performance do Ambiente para Cryoloading - Sirius
INDICADOR	Relatório de Performance Científica (TIP)
PRAZO	Julho/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	0%
JUSTIFICATIVA	Novas formas de obtenção de hidrogênio para experimentos de alta pressão foram recentemente desenvolvidas, podendo esse ser obtido a partir de materiais de simples manipulação e que podem ser usados de forma segura em bancadas de laboratório de uso comum. Sendo assim, não há mais a necessidade de se ter um sistema dedicado para carregamento de hidrogênio em células de alta pressão operando em um ambiente externo controlado. Por isso, a meta de construção do laboratório ficou em 0%.
EVIDÊNCIA	O cryoloading consiste em um sistema projetado para liquefazer hidrogênio gasoso e inseri-lo dentro de células de pressão do tipo DAC. A motivação científica desse projeto é o estudo de materiais baseados em hidrogênio, como por exemplo os hidretos supercondutores de alta temperatura crítica (ex.: LaH10). Por usar certo volume de hidrogênio líquido, por questões de segurança, foi projetado um laboratório externo ao Sirius para comportar o cryoloading, sendo que a operação de carregamento de hidrogênio nas células de pressão seria feita remota.

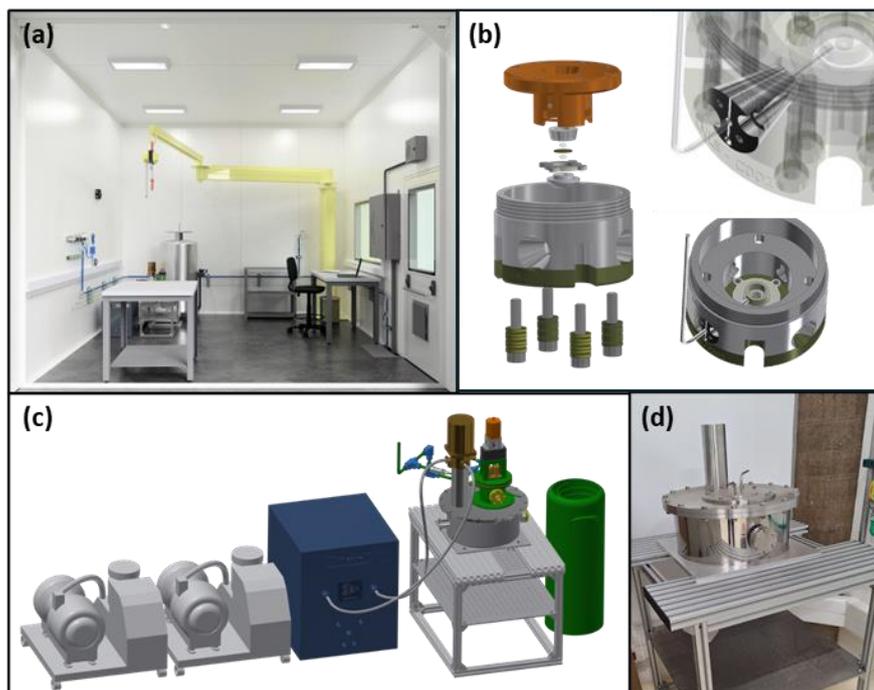
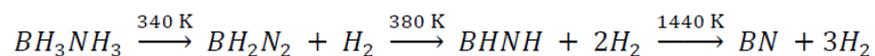


Figura 1. Projeto cryoloading. (a) Interior do laboratório. (b) Adaptações no projeto da DAC padrão para carregamento de hidrogênio. (c) Estação experimental composta por uma câmara, elementos ópticos, bombas de vácuo, compressor e criostato para liquefação de hidrogênio. (d) Foto da câmara principal que foi fabricada para compor a estação do cryoloading.

Estudos recentes [1-6] mostram que borano de amônia (NH_3BH_3) ou óleo de parafina ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$) são alternativas efetivas para obter hidrogênio puro para experimentos de síntese de materiais dentro de células de alta pressão, além de atuarem como meios transmissores de pressão nesses experimentos. No caso do composto borano de amônia, este é um sólido de coloração branca encontrado no mercado na forma de pó, porém exige manuseio em atmosfera controlada (sem umidade - H_2O) para evitar sua degradação. No laboratório LCTE dispomos de um sistema de glovebox que permite o carregamento de células de alta pressão com borano de amônia em atmosfera inerte. Nos experimentos, a obtenção do hidrogênio ocorre a partir da combinação de pressão e temperatura, no qual, em altas temperaturas, cada mol de borano de amônia se decompõe em etapas de liberação de hidrogênio resultando em 6 mol de hidrogênio (H_2) e 1 mol de nitreto de boro (BN) [7-8]:



Dado que hoje existem formas mais simplificadas para síntese de materiais baseados em hidrogênio, consideramos que não há mais a necessidade da execução de um projeto complexo para realizar o carregamento de hidrogênio em células de alta pressão. O prédio externo do laboratório cryoloading ainda não foi executado, está na fase de projeto, e para o equipamento cryoloader foram adquiridos alguns materiais que serão remanejados para outros projetos do Sirius.

	<p>Referências:</p> <p>[1] Science Advances 10, eadl5416 (2024);</p> <p>[2] Journal of Solid State Chemistry 334, 124654 (2024);</p> <p>[3] Journal of the American Chemical Society 146, 20 (2024);</p> <p>[4] Nature Communications 15, 1809 (2024);</p> <p>[5] National Science Review 11, nwae149 (2024);</p> <p>[6] Physical Review B 109, L020503 (2024);</p> <p>[7] Physical Review Letters 122, 027001 (2019);</p> <p>[8] Thermochimica Acta 622, 64–71 (2015).</p>
--	---

87. Projeto Final e Teste de Performance

PROJETO	Sirius
ATIVIDADE	Projeto e Implantação de exaustão para Racks do LINAC
META	Projeto Final e Teste de Performance
INDICADOR	Relatório de Performance Científica (TPC)
PRAZO	Dezembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	0%
JUSTIFICATIVA	<p>A implantação não foi realizada pois uma nova forma de refrigeração dos racks foi desenvolvida, mediante intensificação do isolamento da área, e abertura completa dos painéis traseiros. Adicionalmente a inclusão de materiais de baixo custo para a proteção de partes energizadas foi realizada, em atendimento aos requisitos de segurança, bem como com a inserção de botão de emergência, reduzindo o acesso à região. Os racks agora apresentaram a temperatura adequada de funcionamento.</p>
EVIDÊNCIA	<p>A temperatura antes da abertura das portas se encontrava por volta de 35°C e com a ventilação adequada e fechamento das partes energizadas, o rack se encontra na temperatura de operação em torno de 19°C, dentro do range previsto para o adequado funcionamento das fontes, conforme manual de operação¹.</p> <p style="text-align: center;"><i>Figura 1: Acompanhamento da temperatura dos racks</i></p>  <p style="text-align: center;"><i>Figura 2: Dispositivos de proteção às partes elétricas e que permite a permanência de abertura das portas.</i></p> <p>Referências</p>

MANUAL DE OPERAÇÃO DAS FONTES

88. Projeto Final e Teste de Performance

PROJETO	Sirius
ATIVIDADE	Otimização da Sala do CPD - Máquina
META	Projeto Final e Teste de Performance
INDICADOR	Relatório de Performance Científica (TPC)
PRAZO	Dezembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	0%
JUSTIFICATIVA	<p>O Centro de Processamento de Dados (CPD) desempenha um papel crítico no suporte às operações institucionais, sendo essencial que sua infraestrutura esteja alinhada às melhores práticas do mercado para garantir alta disponibilidade, eficiência e segurança. Atualmente, a robustez da infraestrutura do CPD precisa ser aprimorada para atender à crescente demanda de serviços, à complexidade dos sistemas operacionais e aos padrões exigidos para continuidade das operações. Recomenda-se a implementação de sensores integrados ao <i>Building Management System</i> (BMS), possibilitando o monitoramento em tempo real de variáveis críticas, como temperatura, umidade e consumo de energia, bem como a detecção precoce de falhas ou anomalias.</p> <p>Outra melhoria fundamental envolve a adoção de sistemas de ar-condicionado com redundância, garantindo controle térmico ininterrupto e evitando riscos associados ao superaquecimento dos equipamentos. A utilização de tecnologias de climatização de precisão, amplamente recomendadas para CPDs modernos, pode aumentar a eficiência energética e reduzir custos operacionais. Além disso, a integração de sistemas de energia redundante, como no-breaks e geradores automáticos, assegurará maior resiliência frente a interrupções externas no fornecimento de energia elétrica, alinhando o CPD às normas internacionais de disponibilidade, como as definidas pelo <i>Uptime Institute</i> para Tier III ou superiores.</p> <p>Apesar de todas estas necessidades, é importante destacar que a implementação de um segundo CPD no prédio, operando como espelho ou redundância, traria benefícios estratégicos em termos de continuidade operacional e recuperação de desastres. Essa abordagem, baseada no conceito de redundância geográfica e lógica, é amplamente adotada por organizações que demandam alta disponibilidade de dados. Entretanto, enquanto a decisão sobre o segundo CPD não é finalizada, é crucial reavaliar e priorizar as melhorias estruturais e tecnológicas no CPD existente, garantindo que ele atenda às necessidades atuais com segurança e confiabilidade.</p>
EVIDÊNCIA	Neste cenário, a recomendação de melhorias como a instalação de sensores integrados ao BMS, sistemas de ar-condicionado com redundância e outros itens de infraestrutura avançada foi

	temporariamente postergada, considerando-se, inclusive a execução da fase II do Projeto Sirius. Esta decisão visa evitar investimentos que possam ser redirecionados ou modificados dependendo das definições futuras sobre o segundo CPD. Aguardam-se o avanço nas discussões para determinar a viabilidade e a melhor estratégia de implementação de um CPD secundário, o que poderá impactar diretamente na arquitetura geral e nas necessidades de redundância e resiliência do sistema.
--	--

Centro de Tecnologias para Saúde

89. Finalização das Obras e Comissionamento do Setor B

PROJETO	Centro de Tecnologias para Saúde
ATIVIDADE	Centro de Tecnologias para Saúde
META	Finalização das Obras e Comissionamento do Setor B
INDICADOR	Relatório de Instalação e/ou Parâmetros de Performance do Projeto (TIP)
PRAZO	Dezembro/2024
TERMO ADITIVO	44º
STATUS DA EXECUÇÃO	0%
JUSTIFICATIVA	No primeiro semestre de 2024, o indicador cuja meta era “Projeto Preliminar do Setor B” foi descontinuada devido à revisão de prioridades no desenvolvimento de atividades e projetos motivadas pela redistribuição dos recursos da ação 212H. Uma vez que não houve desenvolvimento do Projeto, as Obras e Comissionamento do Setor B também foi suspensa.

Anexo 2 – Indicadores de Projetos Específicos

Plano de Ação do Programa de Expansão das Instalações Físicas e Laboratoriais do LNNano – SisNANO

45º Termo Aditivo				
Atividade	Meta	Indicador	Prazo	Status
Aquisição de Equipamentos Científicos	Aquisição de Microscópio de Força Atômica Nanosurf DriveAFM com Controlador CX	Contratos firmados	31/12/2024	100%
Execução				
<p>No segundo semestre de 2024, foi adquirido o microscópio de força atômica DriveAFM, do fabricante Nanosurf (Suíça) (Figura 1). Equipado com novos modos de varredura, o equipamento possibilita a obtenção de imagens com alta resolução espacial em menor tempo, representando um avanço significativo para a instalação aberta de Microscopia de Força Atômica (AFM) do LNNano. Atualmente, o equipamento está em fase de comissionamento, durante o qual estão sendo testadas tecnologias inovadoras, como o sistema fototérmico de excitação vibracional da haste da sonda (cantilever). Esse sistema pode substituir o método convencional de excitação piezoelétrica, proporcionando um ganho expressivo na razão sinal-ruído. Os testes demonstram que o atuador fototérmico oferece uma excitação mais estável tanto em ambiente de ar quanto em meio líquido, melhorando a resolução das imagens e preservando a integridade da sonda (Figura 2).</p>				
				
<p>Figura 1: Microscópio de varredura por sonda modelo DriveAFM, do fabricante Nanosurf (Suíça) instalado no Laboratório de Microscopia de Força Atômica do LNNano.</p>				

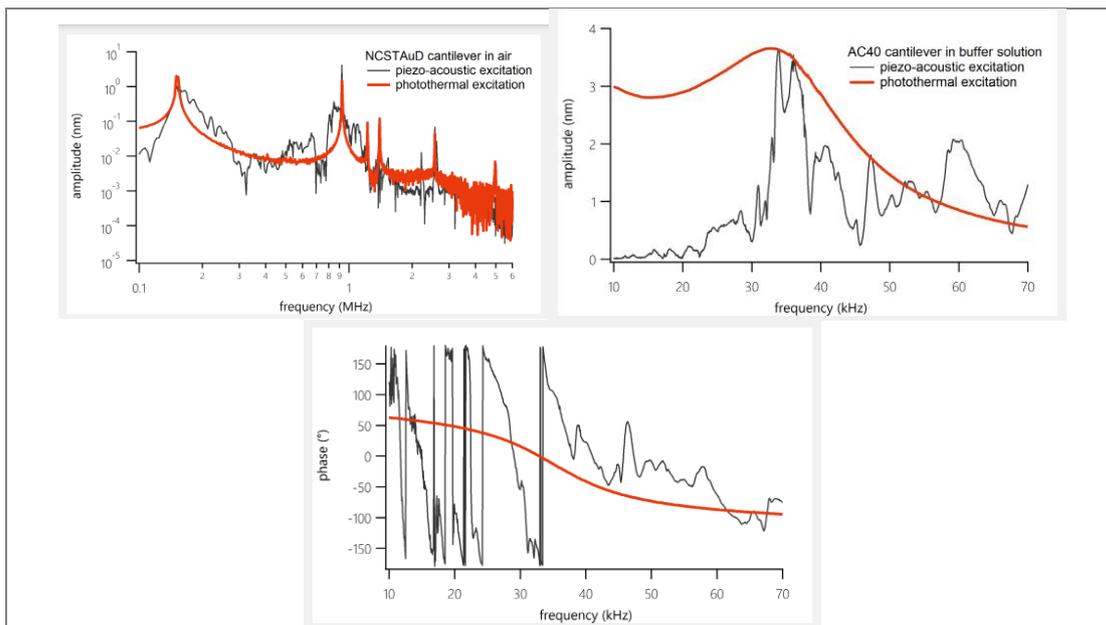


Figura 2: Comparação entre atuadores fototérmico (curvas vermelhas) e piezoelétrico (curvas pretas) para a excitação vibracional da haste da sonda de varredura de AFM. Fonte: Nota técnica – Nanosurf. Além disso, o equipamento conta com um módulo de varredura capaz de operar com técnicas vibracionais muito abaixo da frequência de ressonância da sonda. Essa oscilação gera uma série contínua de curvas de força-distância, eliminando a necessidade de ajustes ou tratamentos posteriores. Como resultado, o método é mais estável e eficiente. As imagens da Figura 3 ilustram o potencial de resolução novo equipamento.

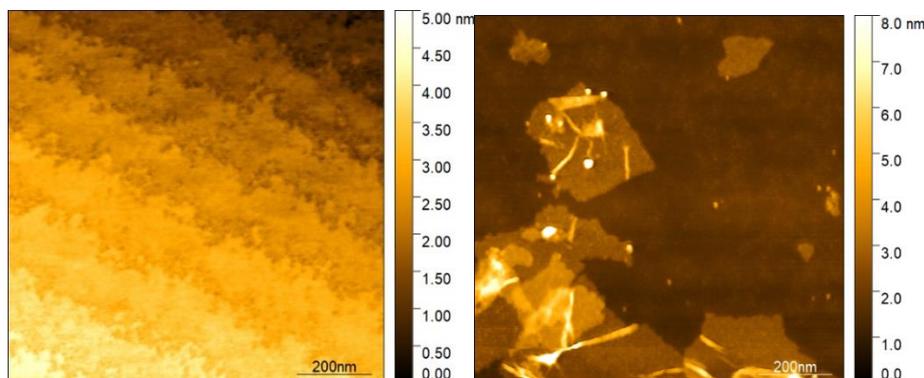


Figura 3: Exemplos de imagens que demonstram a alta resolução no eixo z adquiridas no instrumento DriveAFM: (esquerda) degraus atômicos na superfície de SiC; (direita) folhas de grafeno oxidado com nanopartículas metálicas.

As varreduras nos eixos x, y e z são realizadas pela própria sonda, com deslocamentos máximos de $100\ \mu\text{m} \times 100\ \mu\text{m} \times 20\ \mu\text{m}$, respectivamente. O porta-amostras padrão do equipamento permite a análise de amostras com dimensões de até $150\ \text{mm} \times 150\ \text{mm} \times 20\ \text{mm}$, o que representa uma capacidade superior à da maioria dos instrumentos disponíveis no mercado. Isso elimina a necessidade de cortes ou preparos adicionais para redução do tamanho das amostras.

A arquitetura aberta de hardware e software do DriveAFM oferece grande versatilidade, permitindo adaptações no sistema para atender às necessidades de novas aplicações, tornando-o um recurso flexível e robusto para avançar nas pesquisas e na caracterização de materiais.

Este instrumento também possui um módulo de varredura com técnicas vibracionais muito abaixo da frequência de ressonância da sonda. Essa oscilação resulta em uma série contínua de curvas de força-distância que não exigem ajustes e/ou tratamentos posteriores. Como tal, o método é inerentemente mais estável.

Illum Escola de Ciência

47º Termo Aditivo					
Atividade	Meta	Indicador	Prazo	Status	Execução (dezembro/2024)
Divulgação do processo seletivo 2024	Número de Inscrições	Mínimo de 800 inscrições	Dez/2024	100%	A meta foi atingida integralmente no processo seletivo para a turma de 2024. Em 2023, foi realizada a divulgação do processo seletivo que resultou na inscrição de 3.900 candidatos das cinco regiões do Brasil. Desses, foram selecionados 40 alunos, ou seja, 97,5 candidatos por vaga disponibilizada. Vale ressaltar que o 47º termo aditivo foi assinado em dezembro de 2024, logo a execução foi realizada com caixa remanescente.
Avaliação do corpo docente Illum	Nível geral de satisfação dos estudantes da Illum	80% dos estudantes consideram o desempenho do corpo docente como sendo, no mínimo, "satisfatório"	Dez/2024	100%	A meta foi cumprida integralmente, uma vez que a Illum Escola de Ciência instituiu a Comissão Própria de Avaliação, que aplica um questionário de avaliação do corpo docente. Essa avaliação é realizada de forma sigilosa entre os estudantes e, segundo relatório da CPA, os alunos avaliaram os professores com satisfatório ou acima em 87,78%. Vale ressaltar que o 47º termo aditivo foi assinado em dezembro de 2024, logo a execução foi realizada com caixa remanescente.
Avaliação do corpo docente Illum	Conceito Geral das Disciplinas	70% com conceitos A/B	Dez/2024	100%	A meta foi cumprida integralmente, uma vez que 93,69% das notas obtidas nas matérias foram A ou B no decorrer de 2024. Vale ressaltar que o 47º termo aditivo foi assinado em dezembro de 2024, logo a execução foi realizada com caixa remanescente.

Plataforma de Combate a Vírus Emergentes – PCVE

38º Termo Aditivo					
Ação	Meta	Indicador	Prazo	Status	Execução (dezembro/2024)
Comissionamento das plataformas	Finalização do comissionamento e entrega dos primeiros protótipos de teste	Mínimo de 800 100% de execução física	Julho/2024	100%	A meta foi atingida integralmente. O comissionamento do laboratório NB3 foi iniciado em NOV/2023, finalizado em MAI/2024, com certificação internacional pela empresa World BioHazTec em JUL/2024.

Anexo 3 – Ata de Aprovação dos Indicadores de Projetos de Infraestrutura e de Programas de P&D

Data: 04/02/2025

Horário: das 9h00 às 11h00
Sirius

Local: Sala de Reuniões da DG – prédio

1

Participante:	Cargo:	Assinatura:
Antonio José Roque da Silva	Diretor-Geral do CNPEM	<i>Antonio Jose Roque Da Silva</i>
Harry Westfahl Junior	Diretor do LNLS	<i>Harry Westfahl Junior</i>
Eduardo do Couto e Silva	Diretor do LNBR	<i>Eduardo do Couto e Silva</i>
Maria Augusta B. C. de Freitas Arruda	Diretora do LNBio	<i>Maria Augusta B. C. de Freitas Arruda</i>
Rodrigo Barbosa Capaz	Diretor do LNNano	<i>Rodrigo Barbosa Capaz</i>
James Francisco Citadini	Diretor Adjunto de Tecnologia	<i>James Francisco Citadini</i>
Sergio Rodrigo Marques	Diretor Adjunto de Infraestrutura	<i>Sergio Rodrigo Marques</i>

Ausente: Adalberto Fazzio - Diretor da Ilum**Convidado:**

Luís Otávio Lucas – APA

Pauta:

- Reunião do Comitê de Programas do CNPEM (C-Prog) e deliberação dos indicadores de projetos estruturantes e programas de P&D relativos ao ano de 2024- APA

Data: 04/02/2025

Horário: das 9h00 às 11h00

Local: Sala de Reuniões da DG – prédio Sirius

2

Tema:	Discussão/deliberação:	Ação:	Responsável/ Prazo:
Reunião do Comitê de Programas do CNPEM (C-Prog) e deliberação dos indicadores de projetos estruturantes e programas de P&D relativos ao ano de 2024	O Coordenador de Planejamento e Avaliação da Assessoria de Planejamento e Avaliação (APA), Luis Otávio Lucas, apresentou a relação de 74 indicadores de projetos estruturantes e de programas de P&D, contratados por meio do 44º e 46º Termos Aditivos do Contrato de Gestão, que abrangem recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT). Dos 74 indicadores apresentados, 45 tiveram suas metas 100% concluídas no prazo previsto, enquanto 29 não atingiram integralmente as metas. Além disso, foi atualizado o status de execução dos 10 indicadores acordados no 44º Termo Aditivo, apresentados no Relatório 2023, sendo que todos eles concluíram integralmente as metas. Também foram apresentados 4 indicadores para os quais será solicitado o cancelamento. As respectivas evidências da execução física dos indicadores foram discutidas, sendo que o Comitê de Programas do CNPEM (C-Prog) aprovou os indicadores apresentados.	N/A	N/A

Anexo 4 – Lista de Bolsistas e Pós-Doutores

De acordo com as boas práticas de privacidade e proteção de dados adotadas pelo CNPEM após a adequação de seus processos de tratamento de dados pessoais à Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), optou-se por minimizar a exposição de dados pessoais em documentos publicados na internet. Os dados referentes aos alunos de pós-graduação poderão ser entregues diretamente ao órgão supervisor, aos órgãos de controle ou à Comissão de Acompanhamento e Avaliação (CAA) do Contrato de Gestão, em caso de demanda específica.

Anexo 5 – Referências de Publicações Científicas, Teses e Dissertações

2022

Artigo em Periódico Indexado

Externos

1 PESSANHA, T. M. ; PASCHOALINO, W. J.; DEROCO, P. B. ; KOGIKOSKI JR., S.; MORAES, A. C. M. DE; SILVA, C. DE C. C. E; KUBOTA, L.T. Interfacial Capacitance of Graphene Oxide Films Electrodes: Fundamental Studies on Electrolytes Interface Aiming (Bio)Sensing Applications. **Electroanalysis**, v.34, n.4, p.692-700, 2022 (11683).

2 FEITOSA, A. L. M.; ESCOBAR ATEHORTUA, J. D.; RIBAMAR, G. G. ; PADILHA, A. F.; ÁVILA, J. A. Direct Observation of Austenite Reversion During Aging of 18Ni (350 Grade) Maraging Steel Through In-Situ Synchrotron X-Ray Diffraction. **Metallurgical and Materials Transactions A-Physical Metallurgy and Materials Science**, v.53, p.420–431, 2022 (12001).

3 PRAKASH, D. J. ; CHEN, Y.; DEBASU, M. L. ; SAVAGE, D. E.; TANGPATJAROEN, C. ; DENEKE, C. F.; MALACHIAS, A.; ALFIERI, A. D. ; ELLEUCH, O. ; LEKHAL, K. ; SZLUFARSKA, I. ; EVANS, P. G. ; CAVALLO, F. Reconfiguration of Amorphous Complex Oxides: A Route to a Broad Range of Assembly Phenomena, Hybrid Materials, and Novel Functionalities. **Small**, v.18, n.1, p.2105424, 2022 (12017).

4 KHAN, Z. U. ; UCHIYAMA, M. K. ; KHAN, L. U.; ARAKI, K.; FELINTO, M. C. F. C.; SOUZA, A. O. DE ; BRITO, H. F.; GIDLUND, G. A. Wide visible-range activatable fluorescence ZnSe:Eu³⁺/Mn²⁺@ZnS quantum dots: local atomic structure order and application as a nanoprobe for bioimaging. **Journal of Materials Chemistry B**, v.10, n.2, p. 247-261, 2022 (12024).

5 CARVALHO, B. G. DE; VIT, F. F. ; CARVALHO, H. F. DE; HAN, S. W.; DE LA TORRE, L. G. Layer-by-Layer Biomimetic Microgels for 3D Cell Culture and Nonviral Gene Delivery. **Biomacromolecules**, v.23, n.4, p.1545–1556, 2022 (12046).

6 MENESES, I. P. ; NOVAES, S. D.; DEZOTTI, R. S. ; OLIVEIRA, P. V.DE; PETRI, D. F. S. CTAB-modified carboxymethyl cellulose/bagasse cryogels for the efficient removal of bisphenol A, methylene blue and Cr(VI) ions: Batch and column adsorption studies. **Journal of Hazardous Materials**, v.421, p.126804, 2022 (12114).

7 ARAÚJO, L. C. ; GABRIEL, A. H. G. ; FONSECA, E. B. DA; ÁVILA, J. A. ; JARDINI, A. L.; SENO JUNIOR, R. ; LOPES, E. S. N. Effects of build orientation and heat treatments on the tensile and fracture toughness properties of additively manufactured AlSi10Mg. **International Journal of Mechanical Sciences**, v.213, p.106868, 2022 (12115).

8 SANTOS, P. L. L. DOS ; ÁVILA, J. A. ; FONSECA, E. B. DA; GABRIEL, A. H. G. ; JARDINI, A. L.; LOPES, E. S. N. Plane-strain fracture toughness of thin additively manufactured maraging steel samples. **Additive Manufacturing**, v.49, p.102509, 2022 (12118).

9 FIGUEIREDO, A. G. DE ; CANTARINO, M. R. ; SILVA NETO, W. R. DA; PAKUSZEWSKI, K. R. ; GROSSI, R. M. ; CHRISTOVAM, D. S.; SOUZA, J. C.; PIVA, M. M.; FREITAS, G. S. ; PAGLIUSO, P. G.; ADRIANO, C.; GARCIA, F. A. Orbital localization and the role of the Fe and As 4p orbitals in BaFe₂As₂ probed by XANES. **Physical Review B**, v.105, n.4, p.045130, 2022 (12119).

10 OLIVEIRA, C. S. DE; TEIXEIRA-NETO, E.; MAZALI, I. O. Stabilization and Au sintering prevention promoted by ZnO in CeO_x-ZnO porous nanorods decorated with Au nanoparticles in the catalysis of the water-gas shift (WGS) reaction. **Journal of Alloys and Compounds**, v.892, p.162179, 2022 (12120).

11 KAKITANI, R. ; KONNO, C. Y. N.; GARCIA, A.; CHEUNG, N. The Effects of Solidification Cooling and Growth Rates on Microstructure and Hardness of Supersaturated Al-7%Si-x%Zn Alloys. **Journal of Materials Engineering and Performance**, v. 31, p.1956–1970, 2022 (12122).

12 KAKITANI, R. ; OLIVEIRA, R. ; BARROS, A. DOS S.; GARCIA, A.; CHEUNG, N.; RODRIGUES, A. V. ; BRITO, C. C. Two-Phase Dendrite and Bimodal Structure in an Al-Cu-Ni Alloy: Their Roles in Hardness. **Journal of Materials Engineering and Performance**, v.31, p.3704–3715, 2022 (12124).

13 SAMPAIO, D. V.; PENA, R. B. ; MOULTON, B. J. A.; REZENDE, M. V. DOS S.; SILVA, D. DO C. ; SILVA, R. S. DA; CUNHA, T. R. DA; MASTELARO, V. R.; ZANOTTO, E. D.; PIZANI, P. S. Chromium in lead metasilicate glass: Solubility, valence, and local environment via multiple spectroscopy. **Ceramics International**, v.48, n.1, p.173-178, 2022 (12151).

14 FATICHI, A. Z. ; MELLO, M. G. DE; PEREIRA, K. D. ; ANTONIO, L. DE G. M.; LUCHESSI, A. D.; CARAM JR., R.; CREMASCO, A. Crystalline phase of TiO₂ nanotube arrays on Ti-35Nb-4Zr alloy: Surface roughness, electrochemical behavior and cellular response. **Ceramics International**, v. 48, n.4, p.5154-5161, 2022 (12158).

15 MASOUMI, M.; LOUREIRO, R. DE C. P.; PINHEIRO, P. H.; CARDOSO, J. L. ; BÉRES, M.; ABREU, H. F. G. DE Effect of Pre-strain on Microstructure, Texture, and Strengthening of Fully Pearlitic Steel. **Journal of Materials Engineering and Performance**, v. 31, p.4642–4654, 2022 (12164).

16 MOREIRA, M. H. M. ; HILLENKAMP, M. ; DIVITINI, G. ; TIZEI, L. H. G.; DUCATI, C.; COTTA, M. A.; RODRIGUES, V.; UGARTE, D. M. Improving Quantitative EDS Chemical Analysis of Alloy Nanoparticles by PCA Denoising: Part I, Reducing Reconstruction Bias. **Microscopy and Microanalysis**, v.28, n.2, p. 338- 349, 2022 (12171).

17 FONSECA, L. R. ; SANTOS, T. P. DOS; CZAIKOSKI, A.; CUNHA, R. L. DA Microfluidics-based production of chitosan-gellan nanocomplexes encapsulating caffeine . **Food Research International**, v.151, p.110885, 2022 (12180).

18 TANCREDI, P.; RIVAS-ROJAS, P. C.; MOSCOSO- LONDOÑO, O.; MURACA, D.; KNOBEL, M.; SOCOLOVSKY, L.M. Size and doping effects on the improvement of the low-temperature magnetic properties of magnetically aligned cobalt ferrite nanoparticles. **Journal of Alloys and Compounds**, v.894, p.162432, 2022 (12192).

19 ALMEIDA, A. DA S. V.; NEVES, T. F. DE ; SILVA, M. G. C. DA ; SILVA, C. ; PREDIGER, P. ; VIEIRA, M. G. A. Synthesis of a novel magnetic composite based on graphene oxide, chitosan and organoclay and its application in the removal of bisphenol A, 17 α -ethinylestradiol and triclosan. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v.10, n.1, p.107071, 2022 (12194).

20 ROSA, W. S. ; RABELO, L. G. ; ZAMPAULO, L. G. T. ; GONÇALVES, R. V. Ternary Oxide CuWO₄/BiVO₄/FeCoO_x Films for Photoelectrochemical Water Oxidation: Insights into the Electronic Structure and Interfacial Band Alignment. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v.14, n.20, p.22858–22869, 2022 (12195).

21 SOARES, J. C.; SOARES, A. C.; ANGELIM, M. K. C. ; MÓDENA, J. L. P. ; VIEIRA, P. M. M. DE M; MATTOSO, L. H. C.; OLIVEIRA JR., O. N. DE Diagnostics of SARS-CoV-2 infection using electrical impedance spectroscopy with an immunosensor to detect the spike protein. **Talanta**, v.239, p.123076, 2022 (12210).

22 COSTA, D. DA S.; KELLERMANN, G.; CRAIEVICH, A. F.; MONTORO, L. A.; OLIVEIRA, C. K. B. Q. M.; AFONSO, C. R. M.; HUCK-IRIART, C.; GIOVANETTI, L. J.; REQUEJO, F. G.; ZANELLA, I. G. ; MAZZARO, I.; SZAMEITAT, E. S. ; CARDOSO, R. P. Highly oriented NiSi₂@Si thin-nanocomposite produced by solid state diffusion: Morphological and crystallographic characterization. **Surfaces and Interfaces**, v.29, p.101763, 2022 (12214).

23 SILVA, R. B. M. ; OLIVEIRA, C. S. DE; TEIXEIRA-NETO, E.; SIGOLI, F. A.; MAZALI, I. O. Improvement of PROX-CO catalytical performance by modulation of the pore structure of CeO₂ nanorods decorated with Au nanoparticles. **Microporous and Mesoporous Materials**, v.330, p.111574, 2022 (12216).

24 SILVA, L. C. E.; GONÇALVES, M. C.; PLIVELIC, T. S. Morphological investigation of ternary and semicrystalline organic inorganic hybrid nanocomposite. **Journal of Materials Science**, v.57, n.11, p.6196-6211, 2022 (12222).

25 ROJAS, J. E. U.; OLIVEIRA, V. DE L. ; ARAUJO, D. R. DE; TOFOLI, G. R.; OLIVEIRA, M. M. DE ; CARASTAN, D. J.; PALACI, M. ; GIUNTINI, F.; ALVES, W. A. Silk Fibroin/Poly(vinyl Alcohol) Microneedles as Carriers for the Delivery of Singlet Oxygen Photosensitizers. **ACS Biomaterials Science & Engineering**, v.8, n.1, p.128-139, 2022 (12228).

26 PAULA, T. N. M. DE; VENDEMIATTI, J. A. DE S. ; CAMPAROTTO, N. G. ; TOLEDO, B.; CALOTO-OLIVEIRA, A.; NEVES, T. F. DE ; UMBUZEIRO, G. A.; PREDIGER, P. Behavior of two classes of organic contaminants in the presence of graphene oxide: Ecotoxicity, physicochemical characterization and theoretical calculations. **Science of the Total Environment**, v.822, p.153515, 2022 (12237).

27 COMPARETTI, E. J.; LINS, P. M. P.; QUITIBA, J. V. B. ; ZUCOLOTTI, V. Cancer cell membrane-derived nanoparticles block the expression of immune checkpoint proteins on cancer cells and coordinate modulatory activity on immunosuppressive macrophages. **Journal of Biomedical Materials Research Part A**, v.110, n.8, p.1499-1511, 2022 (12261).

28 MELLO, L. R. DE; CARRASCOSA, V. ; REBELATO, E. ; JULIANO, M. A.; HAMLEY, I. W.; CASTELLETTO, V.; VASSILIADES, S. V. ; ALVES, W. A.; NAKAIE, C. R.; SILVA, E. R. DA Nanostructure Formation and Cell Spheroid Morphogenesis of a Peptide Supramolecular Hydrogel. **Langmuir**, v.38, n.11, p.3434-3445, 2022 (12276).

29 TRINDADE, S. G. ; PICULELL, L.; LOH, W. Versatile Diblock Polyampholytes Can Form Two Types of Charged and Internally Structured Core-Shell Particles by Complexation with Cationic or Anionic Surfactants. **Langmuir**, v.38, n.9, p.2906-2918, 2022 (12287).

- 30 PASCHOALIN, R. T. ; GOMES, N. O. ; ALMEIDA, G. F.; BILATTO, S. ; FARINAS, C. S.; MACHADO, S. A. S.; OLIVEIRA JR., O. N. DE; RAYMUNDO- PEREIRA, P. A. Wearable sensors made with solution-blow spinning poly(lactic acid) for non-enzymatic pesticide detection in agriculture and food safety. **Biosensors & Bioelectronics**, v.199, p.113875, 2022 (12288).
- 31 ANCHIETA, C. G. ; ASSAF, E. M.; ASSAF, J. M. Syngas production by methane tri-reforming: Effect of Ni/CeO₂ synthesis method on oxygen vacancies and coke formation. **Journal of CO₂ Utilization**, v.56, p.101853, 2022 (12413).
- 32 ASSUMPÇÃO, N. R. L. ; LONA, L. M. F. Effect of Lignin without Surface Treatment in In Situ Methyl Methacrylate Miniemulsion Polymerization. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v.10, n.10, p. 3219-3226, 2022 (12416).
- 33 BONDANCIA, T. J. ; BATISTA, G. ; AGUIAR, J. DE ; LOREVICE, M. V. ; CRUZ, A. J. G. DA; MARCONCINI, J. M. ; MATTOSO, L. H. C.; FARINAS, C. S. Cellulose Nanocrystals from Sugar Cane Bagasse Using Organic and/ or Inorganic Acids: Techno-Economic Analysis and Life Cycle Assessment. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v.10, n.14, p.4660-4676, 2022 (12425).
- 34 BONDANCIA, T. J. ; LOPES, C. F. P. ; BACCARIN, G. S. ; FARINAS, C. S. Cellulose nanostructures obtained using enzymatic cocktails with different compositions. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.2017, p. 299-307, 2022 (12426).
- 35 RIVAS ROJAS, P. C. R.; TANCREDI, P.; LONDOÑO-CALDERÓN, C. L.; MOSCOSO- LONDOÑO, O.; SOCOLOVSKY, L.M. Comparison of the anisotropy energy obtained from temperature dependent AC and DC magnetometry in iron oxide nanoparticles (IONPs) with controlled dipolar interactions. **Journal of Magnetism and Magnetic Materials**, v.547, p.168790, 2022 (12427).
- 36 KONDAVEETI, S. ; PETRI, D. F. S.; JEONG, H. E. Efficiency of air-dried and freeze-dried alginate/xanthan beads in batch, recirculating and column adsorption processes. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.204, p.345-355, 2022 (12433).
- 37 MOREIRA, M. H. M. ; HILLENKAMP, M. ; DIVITINI, G. ; TIZEI, L. H. G.; DUCATI, C.; COTTA, M. A.; RODRIGUES, V.; UGARTE, D. M. Improving Quantitative EDS Chemical Analysis of Alloy Nanoparticles by PCA Denoising: Part II. Uncertainty Intervals. **Microscopy and Microanalysis**, p. PII S1431927622000551, 2022 (12439).
- 38 TOMA, S. H. ; SANTOS, J. J. DOS; SILVA, D. G. DA ; HUILA, M. F. G. ; TOMA, H. E.; ARAKI, K. Improving stability of iron oxide nanofluids for enhanced oil recovery: Exploiting wettability modifications in carbonaceous rocks. **Journal of Petroleum Science and Engineering**, v.212, p.110311, 2022 (12440).
- 39 ASSIS, B. M.; QUEIROZ, P. J. B.; LIMA, C. R. DE O.; VULCANI, V. A. S.; RABELO, R. E.; SILVA, L. A. F. DA Microstructure of the hoof capsule of pigmented and partial albino buffaloes. **Anatomia Histologia Embryologia**, v.51, n.4, p.435-442, 2022 (12446).
- 40 DUFFLES, L. F. ; MENINO, A. P. ; TAIRA, M. M.; OLIVEIRA, S. DE ; SALVADOR, S. L. DE S. ; MESSORA, M. R. ; VINOLO, M. A. R. ; FUKADA, S. Y. Probiotic *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* consumption slows down orthodontic tooth movement in mice. **Archives of Oral Biology**, v.134, p.105324, 2022 (12450).

41 DUARTE, L. G. R. ; ALENCAR, W. M. P. DE ; IACUZIO, R. ; SILVA, N. C. C. ; PICONE, C. S. F. Synthesis, characterization and application of antibacterial lactoferrin nanoparticles. **Current Research in Food Science**, v.5, p.642-652, 2022 (12464).

42 AMARAL, M. M.; YUKUHIRO, V. Y. ; VICENTINI, R. ; PETERLEVITZ, A. C.; SILVA, L. M. DA ; FERNÁNDEZ, P. S.; ZANIN, H. G. Direct observation of the CO₂ formation and C–H consumption of carbon electrode in an aqueous neutral electrolyte supercapacitor by in-situ FTIR and Raman. **Journal of Energy Chemistry**, v.71, p.488-496, 2022 (12467).

43 LIMA, L. R. ; CONTE, G. V. ; BRANDÃO, L. R. ; SABIO, R. M.; MENEZES, A. S.; RESENDE, F. A. ; CAIUT, J.M.A.; RIBEIRO, S. J. L.; OTONI, C. G.; ALCA[^]NTARA, A. C. S. DE; BARUD, H. DA S. Fabrication of Noncytotoxic Functional Siloxane-Coated Bacterial Cellulose Nanocrystals. **ACS Applied Polymer Materials**, v.4, n. 4, p.2306-2313, 2022 (12472).

44 NASCIMENTO, E. R. ; GERBELLI, B. B. ; FERREIRA, F. F.; COSTA, F. N.; CHATER, P. A. ; ALVES, W. A. Interfacial Self-Assembly of Silk Fibroin Polypeptides and a-NiCo(OH)₂ Nanocrystals with Tunable Energy Storage Applications. **ACS Applied Electronic Materials**, v.4, n.3, p.1214-1224, 2022 (12474).

45 RIOS, J. ; SANTINI, V. N. ; PEREIRA, K. D. ; LUCHESSI, A. D.; LOPES, E. S. N.; CARAM JR., R.; CREMASCO, A. Self-organized TiO₂ nanotubes on Ti-Nb-Fe alloys for biomedical applications: Synthesis and characterization. **Electrochemistry Communications**, v.138, p.107280, 2022 (12479).

46 OROZCO-HENAO, J. M.; MURACA, D.; SÁNCHEZ, F. H.; ZÉLIS, P. M. Determination of the effective anisotropy of magnetite/maghemite nanoparticles from Mossbauer effect spectra. **Journal of Physics D-Applied Physics**, v.55, n.33, p.335302, 2022 (12489).

47 CONTIERI, R.J.; FLORIANO, R.; BATALHA, M. H. F.; CARUNCHIO, A. F. ; CREMASCO, A. Evaluation of Mechanical and Corrosion Properties of Friction Stir-Welded AA6005-T6. **Materials Research-Ibero-american Journal of Materials**, v.25, p.e20210372, 2022 (12490).

48 VERISSIMO, N. C.; REN D. ; KLEINER, C. C. C.; HESSE, F. A. B. ; ZAKEERUDDIN, S. M.; GRÄTZEL, M. ; BERTAZZOLI, R. Photoelectrochemical Oxygen Evolution on Mesoporous Hematite Films Prepared from Maghemite Nanoparticles. **Journal of the Electrochemical Society**, v.169, n.5, p.056522, 2022 (12494).

49 FONSECA, E. B. DA; ESCOBAR ATEHORTUA, J. D.; GABRIEL, A. H. G. ; RIBAMAR, G. G. ; BOLL, T. ; LOPES, E. S. N. Tempering of an additively manufactured microsegregated hot-work tool steel: A high-temperature synchrotron X-ray diffraction study. **Additive Manufacturing**, v.55, p.102812, 2022 (12496).

50 QUEIROZ, R. N. ; NEVES, T. F. DE ; SILVA, M. G. C. DA ; MASTELARO, V. R.; VIEIRA, M. G. A. ; PREDIGER, P. Comparative efficiency of polycyclic aromatic hydrocarbon removal by novel graphene oxide composites prepared from conventional and green synthesis. **Journal of Cleaner Production**, v.361, p.132244, 2022 (12502).

51 ALMEIDA, J.; KAMINAGAKURA, V. M. ; FELEZ, M. R. ; PONCE-DE-LEON, C.; BERTAZZOLI, R.; RODRIGUES, C. A. Effect of W concentration in the organized Ti-W alloy oxide nanotubes array on the photoelectrocatalytic properties and its application in the removal of endocrine disruptors

using real water matrix. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v.10, n.3, p. 107830, 2022 (12504).

52 OLIVATI, C. A.; OLIVEIRA, V. J. R. DE ; BORRO, M. S. ; MONTE JESUS, L. R. ; BRAUNGER, M. L. Using Langmuir-Schaefer deposition technique to improve the gas sensing performance of regionandom polythiophene films. **Sensors and Actuators Reports**, v.4, p.100094, 2022 (12515).

53 SILVA, D. J. DA; ROSA, D. DOS S. Chromium removal capability, water resistance and mechanical behavior of foams based on cellulose nanofibrils with citric acid. **Polymer**, v.253, p. 125023, 2022 (12518).

54 FONSECA, R. O. DE ; PONSEGGI, A. R. ; RABELO NETO, R. C.; SIMÕES, R. DE C. C. ; MATTOS, L. V.; NORONHA, F. B. Controlling carbon formation over Ni/CeO₂ catalyst for dry reforming of CH₄ by tuning Ni crystallite size and oxygen vacancies of the support. **Journal of CO₂ Utilization**, v.57, p.101880, 2022 (12519).

55 LONGHITANO, G. A.; JARDINI, A. L.; MACIEL FILHO, R.; ZAVAGLIA, C. A. C.; MACHADO, L. M. R. ; BALDIN, E. K. K.; SANTOS, P. B. ; MALFATTI, C. DE F. Fracture behavior under compression loading of surface-cleaned metallic lattice structures. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v.121, p. 3309–3321, 2022 (12523).

56 FERRÃO, V. ; PERIN, G. B. ; FELISBERTI, M. I. Green composites of poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) and sugarcane bagasse fibers plasticized with triethyl citrate: Thermal, mechanical and morphological properties. **Journal of Applied Polymer Science**, v.139, n.33, p.e52782, 2022 (12524).

57 NEVES, T. F. DE ; CAMPAROTTO, N. G. ; RODRIGUES, E. A. ; MASTELARO, V. R.; DANTAS, R. F. ; PREDIGER, P. New graphene oxide-safranin modified@polyacrylonitrile membranes for removal of emerging contaminants: The role of chemical and morphological features. **Chemical Engineering Journal**, v.446, n. 3, p.137176, 2022 (12528).

58 KUMAR, A.; GONÇALVES, J. M.; LÜDER, J. ; NAKAMURA, M.; ANGNES, L.; BOUVET, M. ; BERTOTTI, M.; ARAKI, K. Interplay of hetero-MN₄ catalytic sites on graphene for efficient oxygen reduction reaction. **Electrochimica Acta**, v.419, p.140397, 2022 (12542).

59 ZANATA, D. DE M. ; FELISBERTI, M. I. Thermo- and pH-responsive POEGMA-b-PDMAEMA-b-POEGMA triblock copolymers. **European Polymer Journal**, v.167, p.111069, 2022 (12549).

60 TRINDADE, F. J.; DAMASCENO, S. ; OTUBO, L.; FELEZ, M. R. ; FLORIO, D. Z. DE; FONSECA, F. C.; FERLAUTO, A. S. Tuning of Shape, Defects, and Disorder in Lanthanum-Doped Ceria Nanoparticles: Implications for High-Temperature Catalysis. **ACS Applied Nano Materials**, v.7, n.5, p.8859–8867, 2022 (12550).

61 MISSIO, A. L. ; OTONI, C. G.; ZHAO, Z. ; BEAUMONT, M. ; KHAKALO, A. ; KÄMÄRÄINEN, T. ; SILVA, S. H. F. DA; MATTOS, B. D.; ROJAS, O. J. Nanocellulose Removes the Need for Chemical Crosslinking in Tannin-Based Rigid Foams and Enhances Their Strength and Fire Retardancy. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v.10, n.31, p.10303-10310, 2022 (12578).

62 ERNZEN, J. R.; ROMOALDO, C. H. ; GOMMES, C. ; COVAS, J. A. ; MARCOS-FERNÁNDEZ, A. ; FLORIO, R.; BIANCHI, O. Tuning Thermal, Morphological, and Physicochemical Properties of

Thermoplastic Polyurethanes (TPUs) by the 1,4-Butanediol (BDO)/Dipropylene Glycol (DPG) Ratio. **Polymers**, v.14, n.15, p.3164, 2022 (12598).

63 CORNEJO, H. E. L. ; CENENS, W. ; FAVARO, D. C.; SGRO, G. G. ; SALINAS, R. K.; CARVALHO, C. R. G.; FARAH, C. S. The PilB-PilZ-FimX regulatory complex of the Type IV pilus from *Xanthomonas citri*. **PLoS Pathogens**, v.17, n.8, p.e1009808, 2022 (12610).

64 CHELONI, J. P. M. ; FONSECA, E. B. DA; GABRIEL, A. H. G. ; LOPES, E. S. N. The transient temperature field and microstructural evolution of additively manufactured AISI H13 steel supported by finite element analysis. **Journal of Materials Research and Technology-JMR&T**, v.19, p. 4583-4597, 2022 (12611).

65 TELES, C. A.; DUONG, N. ; RABELO NETO, R. C.; RESASCO, D. E.; NORONHA, F. B. Evidence of dependence between the deoxygenation activity and metal–support interface. **Catalysis Science & Technology**, v.12, p.5961-5969, 2022 (12621).

66 TORRES LÓPEZ, E. A.; URIBE, J. A. G. ; MARQUES, I. J.; SANTOS, T. F. A. Microstructural Features of Dissimilar Thin Sheets Aging Aluminum Alloy – Low Carbon Steel Joined by Friction Stir Welding. **Metallography Microstructure and Analysis**, v.11, n.4, p.617-633, 2022 (12625).

67 DUARTE, L. G. R. ; PICONE, C. S. F. Antimicrobial activity of lactoferrin-chitosan-gellan nanoparticles and their influence on strawberry preservation. **Food Research International**, v.159, p.111586, 2022 (12643).

68 CARNEIRO, S. V. ; OLIVEIRA, J. J. P. ; RODRIGUES, V. S. F. ; FECHINE, L. M.; ANTUNES, R. A. ; ALVES NETO, M. L. ; MOURA, T. A. DE ; CESAR, C. L.; CARVALHO, H. F. DE; PASCHOAL, A. R.; FREIRE, R. M.; FECHINE, P. B. A. Doped Carbon Quantum Dots/PVA Nanocomposite as a Platform to Sense Nitrite Ions in Meat. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v.14, n.38, p.43597–43611, 2022 (12646).

69 CAMARGOS, C. H. M. DE ; POGGI, G. ; CHELAZZI, D. ; BAGLIONI, P. ; REZENDE, C. A. DE Protective Coatings Based on Cellulose Nanofibrils, Cellulose Nanocrystals, and Lignin Nanoparticles for the Conservation of Cellulosic Artifacts. **ACS Applied Nano Materials**, v.5, n.9, p.13245–13259, 2022 (12648).

70 FREITAS, C. C. DE ; CARAM JR., R.; CAMPO, K. N. Semisolid deformation behavior and processing of CoCrCuFeNi high-entropy alloys. **Intermetallics**, v.150, p. 107682, 2022 (12662).

71 AZEVEDO, I. R.; SILVA, A. A. A. DA ; XING, Y. T.; RABELO NETO, R. C.; LUCHTERS, N. T. J. ; FLETCHER, J. C. Q. ; NORONHA, F. B.; MATTOS, L. V. Long-term stability of Pt/Ce_{0.8}Me_{0.2}O_{2-g}/Al₂O₃ (Me $\frac{1}{4}$ Gd, Nb, Pr, and Zr) catalysts for steam reforming of methane. **International Journal of Hydrogen Energy**, v.47, n.35, p.15624-15640, 2022 (12681).

72 WISCHI, M. P.; CAMPO, K. N.; STARCK, L. F. ; FONSECA, E. B. DA; LOPES, E. S. N.; CARAM JR., R. Microstructure and mechanical behavior of the directionally solidified AlCoCrFeNi_{2.1} eutectic high-entropy alloy. **Journal of Materials Research and Technology-JMR&T**, v.20, p.811-820, 2022 (12682).

73 SOUZA, L. ; FERREIRA, F. V.; LOPES, J. H.; CAMILLI, J. A.; MARTIN, R. A. Cancer Inhibition and In Vivo Osteointegration and Compatibility of Gallium-Doped Bioactive Glasses for Osteosarcoma Applications. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v.14, n.40, p.45156–45166, 2022 (12692).

74 CARDONA-RODRÍGUEZ, A. ; REIBER, A. ; SCHULLER, I. K.; MURACA, D.; RAMÍREZ, J. G. Evidence of a glassy magnetic transition driven by structural disorder in BiFeO₃ nanoparticles. **Journal of Magnetism and Magnetic Materials**, v.563, p.169917, 2022 (12705).

75 LIMA, M. N. DA S. ; LOUREIRO, R. DE C. P.; BÉRES, M.; MASOUMI, M.; MUÑOZ, J. C. ; RODRIGUES, S. F.; ABREU, H. F. G. DE; MARRERO, J. M. C. Influence of cold deformation on microstructure, crystallographic orientation and tensile properties of an experimental austenitic Fe₉₂Mn-0.4C steel. **Journal of Materials Research and Technology-JMR&T**, v.18, p.7-19, 2022 (12709).

76 MENEZES, R. N. L. DE ; FELISBERTI, M. I. pH-responsive crosslinked vesicles and micelles based on poly (2-ethyl-2-oxazoline-b-4-vinylpyridine). **European Polymer Journal**, v.180, p. 111598, 2022 (12718).

77 SOUZA, J. P. ; MANSANO, A. DA S. ; VENTURINI, F. P. ; MARANGONI, V. S.; LINS, P. M. P.; SILVA, B. P. C. ; DRESSLER, B. ; ZUCOLOTTI, V. Toxicity of gold nanorods on *Ceriodaphnia dubia* and *Danio rerio* after sub-lethal exposure and recovery. **Environmental Science and Pollution Research**, v.28, n. 20, p.25316-25326, 2022 (12731).

78 ARPINI, B. H.; BRAGA, A. H.; BORGES, L. R.; VIDINHA, P.; GONÇALVES, R. V.; SZANYI, J.; ROSSI, L. M. Tuning CO₂ Hydrogenation Selectivity by N-Doped Carbon Coating over Nickel Nanoparticles Supported on SiO₂. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v.10, n. 7, p.2331-2342, 2022 (12733).

79 PAIXÃO, G. R. ; CAMPAROTTO, N. G. ; BRIÃO, G. V. ; OLIVEIRA, R. L. DE; COLMENARES, J. C. ; PREDIGER, P. ; VIEIRA, M. G. A. Synthesis of mesoporous P-doped carbon and its application in propranolol drug removal: Characterization, kinetics and isothermal studies. **Chemical Engineering Research & Design**, v.187, p.25-239, 2022 (12737).

80 FERREIRA, R. A. R.; ÁVILA NETO, C. N.; NORONHA, F. B.; HORI, C. E. Effect of nickel loading on the performance of Ni/ MgAl₂O₄ catalysts for LPG steam reforming. **Chemical Engineering Communications**, v.209, n.2, p.256-270, 2022 (12762).

81 SILVA, C. ; BARROS, A. DOS S.; RODRIGUES, A. V. ; KAKITANI, R. ; SOARES, T. ; GARCIA, A.; CHEUNG, N. Microstructure and Tensile Strength of an Al-Si-Fe-V Alloy: Vanadium and Solidification Thermal Parameters as Recycling Strategies. **Sustainability**, v.14, n.21, p.13859, 2022 (12767).

82 LOURENÇO, C. ; SOUZA, L. E. A. ; SIQUEIRA, A. V. ; MACHADO, M. F. M. ; MIRANDA, A. DE; SILVA, E. R. DA Molecular Structure and Antibacterial Activity of Degradation Products from Cephalexin Solutions Submitted to Thermal and Photolytic Stress. **ChemistrySelect**, v.7, n.44, p.e202203032, 2022 (12768).

83 DAMASCENO, J. P. V.; KUBOTA, L.T. The Electronic Origin of the Zeta Potential is Supported by a Redox Mechanism on an Aqueous Dispersion of Exfoliated Graphite. **Angewandte Chemie-International Edition**, v.61, n.52, p.e202214995, 2022 (12773).

84 SILVA, B. C. DA ; COUTO JR., O. D. D.; OBATA, H. T. ; SENNA, C. A.; ARCHANJO, B. S.; IIKAWA, F.; COTTA, M. A. Wurtzite Gallium Phosphide via Chemical Beam Epitaxy: Impurity- Related Luminescence vs Growth Conditions. **ACS Omega**, v.7, n.48, p.44199–44206, 2022 (12799).

85 SILVA, B. B. DA S.; LOURENÇO, T. C. DA; GERBELLI, B. B. ; OSELIERO FILHO, P. L.; OLIVEIRA, C. L. P.; MIRANDA, A. DE; SILVA, E. R. DA A biophysical study of DNA condensation mediated by histones and protamines. **Journal of Molecular Liquids**, v.368, p.120745, 2022 (12800).

86 VELASCO, J. ; SEPULCHRO, A. G. V.; HIGASI, P. M. R. ; PELLEGRINI, V. O. A.; CANNELLA, D.; OLIVEIRA, L. C. DE; POLIKARPOV, I.; SEGATO, F. Light Boosts the Activity of Novel LPMO from *Aspergillus fumigatus* Leading to Oxidative Cleavage of Cellulose and Hemicellulose. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v.10, n.50, p.16969–16984, 2022 (12804).

87 CLOP, E. M. ; FRACETO, L. F.; MIGUEL, V. ; GASTALDI, S. ; DE PAULA, E.; PERILLO, M. A. Combined in-silico and in-vitro experiments support acid-base equilibrium as a tool to estimate the localization depth of 4-nitrophenol within a phospholipid bilayer. **Biochimica et Biophysica Acta-Biomembranes**, v.1864, n.11, p. 184009, 2022 (12819).

88 BARROS, A. DOS S.; CRUZ, C. B. DA; BOTELHO, T. ; SILVA, M.A. P. DE S. DA ; CASTELETTI, L. ; GARCIA, A.; CHEUNG, N. Dry Sliding Wear Features of an Al-20Sn-5Zn Alloy Affected by Microstructural Length Scales. **Lubricants**, v.10, n.12, p.352, 2022 (12849).

89 FIAMENGI, M. B. ; BUENO, J. G. R. ; CAMARGO, A. P. ; BORELLI, G. ; CARAZZOLLE, M. F.; PEREIRA, G. A. G.; SANTOS, L. V. DOS; JOSÉ, J. Machine learning and comparative genomics approaches for the discovery of xylose transporters in yeast. **Biotechnology for Biofuels and Bioproducts**, v.15, n.1, p.57, 2022 (12855).

90 NOVAES, S. D.; OLIVEIRA, P. V.DE; PETRI, D. F. S. Hydroxypropyl methylcellulose-sugarcane bagasse adsorbents for removal of 17 α -ethinylestradiol from aqueous solution and freshwater. **Environmental Science and Pollution Research**, v.29, n.42, p.63936-63952, 2022 (12921).

91 MEDEIROS, J. A. DE ; OTONI, C. G.; NIRO, C. M. ; SIVIERI, K. ; BARUD, H. DA S.; GUIMARÃES, F. E. G.; ALONSO, J. D.; AZEREDO, H. M. C. Alginate films as carriers of probiotic bacteria and Pickering emulsion. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 34, p. 100987, 2022 (12984).

92 PALMA, J. V. N. DE ; CATTO, A. C.; OLIVEIRA, M. C. DE; RIBEIRO, R. A. P. ; TEODORO, M. D.; SILVA, L. F. DA Light-assisted ozone gas-sensing performance of SnO₂ nanoparticles: Experimental and theoretical insights. **Sensors and Actuators Reports**, v. 4, p. 100081, 2022 (13082).

93 CAMPO, K. N.; FREITAS, C. C. DE ; LOPES, E. S. N.; MOON, S.-C.; DIPPENAAR, R. ; CARAM JR., R. Microstructure and mechanical behavior of Ti-20Cu alloys produced by semisolid processing. **Transactions Of Nonferrous Metals Society Of China**, v. 32, n.11, p. 3578-3586, 2022 (13086).

94 DELATORRE, F. M. ; CUPERTINO, G. F. M. ; OLIVEIRA, M. P. ; GOMES, F. DA S. ; PROFETI, L. P. R.; PROFETI, D.; GUIMARÃES JÚNIOR, M. ; AZEVEDO, M. G. DE ; SALONI, D. ; DIAS JÚNIOR, A. F. A Novel Approach to Charcoal Fine Waste: Sustainable Use as Filling of Polymeric Matrices. **Polymers**, v. 14, p. 5525, 2022 (13279).

95 ZAPPA, S; HOYOS QUINTERO , J. J.; TUFARO, L. N. ; SVOBODA, H. In-situ X-ray diffraction analysis of reverted austenite in supermartensitic stainless steel weld deposits. **Forces in Mechanics**, v. 6, p. 100067, 2022 (13296).

96 CALLEGARI, B.; OLIVEIRA, J. P. ; COELHO, R. S. ; BRITO, P. P. ; SCHELL, N.; SOLDERA, F. A. ; MÜCKLICH, F. ; PINTO, H. C. New aspects of globularization crystallography and dynamic phase evolution during thermomechanical processing of Ti–6Al–4V alloy. **Materials Chemistry and Physics**, v. 276, p. 125388, 2022 (13315).

97 FURTADO, L. M. ; FUENTES, D. P. ; ANDO, R. A.; OLIVEIRA, P. V.DE; PETRI, D. F. S. Carboxymethyl cellulose/sugarcane bagasse/polydopamine adsorbents for efficient removal of Pb²⁺ ions from synthetic and undergraduate laboratory wastes. **Journal of Cleaner Production**, v. 380, p. 134969, 2022 (13374).

98 SILVA, J. F. L.; NAKASU, P. Y. S.; COSTA, A. C. DA; MACIEL FILHO, R.; RABELO, S. C. Techno-economic analysis of the production of 2G ethanol and technical lignin via a protic ionic liquid pretreatment of sugarcane bagasse. **Industrial Crops and Products**, v. 189, p. 115788, 2022 (13377).

99 GIAROLA, J. M. ; AVILA, J. A. ; CINTHO, O. M. ; PINTO, H. C.; OLIVEIRA, M. F. DE ; BOSE FILHO, W. W. The effect of hydrogen on the fracture toughness of friction-stir welded API 5L X70 pipeline steels. **Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures**, v. 45, p. 3009-3024 (13992).

2023

Artigo em Periódico Indexado

Externa

1 MAGALHÃES, D. C. C. ; HUITRON, S. A. E. ; MARRERO, J. M. C. ; CINTHO, O. M. ; KLIAUGA, A. M.; SORDI, V. L. The Effect of Preheating Temperature on the Forming Limit Diagram of AA1050/AA7050 Al Multilayered Sheets Produced by Accumulative Roll Bonding (ARB). **Advanced Engineering Materials**, v.25, n.3, p.2201092, 2023 (12798).

2 CAMANI, P. H. ; MIDHUN DOMINIC, C. D.; PARRA, D. F.; MALTEZ, H. F. ; ROSA, D. DOS S. Divalent metal ion removal from simulated water using sustainable starch aerogels: Effect of crosslinking agent concentration and sorption conditions. **International Journal of Biological Macromolecules**, p.226, p.628-645, 2023 (12906).

3 FONSECA, E. B. DA; FATICHI, A. Z. ; TERADA, M.; BUGARIN, A. F. S.; RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, J.; COSTA, I.; LONDONO, A. J. R. Quantitative analysis of susceptibility to intergranular corrosion in alloy 625 joined by friction stir welding. **Corrosion Engineering Science and Technology**, v.58, n.2, p.138-144, 2023 (12912).

4 FIGUEIREDO, G. G. DE S. ; MARQUES, I. J.; SIQUEIRA, L. O. ; SHEN, J. ; OLIVEIRA, J. P. ; SANTOS, T. F. A. A coupled computational fluid dynamics approach as a viable tool for thermal history assessment of UNS S32205 duplex stainless steels friction stir welded joints. **Welding in the World**, v.67, p. 353–372 , 2023 (12918).

5 DUARTE, L. G. R. ; FERREIRA, N. C. DE A. ; FIOCCO, A. C. T. R. ; PICONE, C. S. F. Lactoferrin-Chitosan-TPP Nanoparticles: Antibacterial Action and Extension of Strawberry Shelf-Life. **Food and Bioprocess Technology**, v.16, n.1, p.135-148, 2023 (12932).

6 VIEIRA, M. F. ; CALISTO, G. C. M. ; IZUMI, C. M. S. Construction of SERS substrates by gold nanoparticles assembly on polymeric matrices. **Applied Surface Science**, v. 612, p. 155818, 2023 (12938).

7 THOMAS, S.; ZATTERA, A. J. ; ALVES, F. C.; NEVES, R. M. ; ORNAGHI JR., H. L. ; TOM, M. ; LAL, H. M. ; UTHAMAN, A. Creep and stress relaxation behavior of functionalized microcrystalline cellulose/epoxy composites. **Cellulose**, v. 30, p. 2197-2216, 2023 (12939).

8 KNOBEL, M.; MURACA, D.; BROLLO, M. E. F.; PINHEIRO, I. F.; BASSANI, G. S. ; VARET, G. ; BANNWART, A. C. ; VAN DER GEEST, C. ; GUERSONI, V. C. B. ; MERINO-GARCIA, D. Effect of viscosity and colloidal stability on the magnetic hyperthermia of petroleum-based nanofluids. **Fuel**, v. 331, p. 125810, 2023 (12945).

9 KHALID, M. ; FONSECA, H. A. B.; VERGA, L. G. ; HATSHAN, M. R. ; SILVA, J. L. F. DA ; VARELA, H.; SHAHGALDI, S. Facile synthesis of Ru nanoclusters embedded in carbonaceous shells for hydrogen evolution reaction in alkaline and acidic media. **Journal of Electroanalytical Chemistry**, v. 929, p. 117116, 2023 (12947).

10 CAMPAROTTO, N. G. ; PREDIGER, P. ; NEVES, T. F. DE ; MASTELARO, V. R. Hydrophobization of aerogels based on chitosan, nanocellulose and tannic acid: Improvements on the aerogel features

and the adsorption of contaminants in water. **Environmental Research**, v. 220, p. 115197, 2023 (12949).

11 FRANCISCO, C. R. L. ; SANTOS, T. P. DOS; CUNHA, R. L. DA Nano and micro lupin protein-grape seed extract conjugates stabilizing oil-in-water emulsions. **Food Hydrocolloids**, v. 135, p. 108117, 2023 (12958).

12 CUNHA, R. L. DA ; MOREIRA, T. C. P. Ultrasonic process affecting interactions between sodium caseinate and whey proteins. **Food Research International**, v. 164, p. 112356, 2023 (12970).

13 CAETANO, I. W. I. A. ; FERREIRA, F. V.; SANTOS, D. M. DOS ; PINHEIRO, I. F.; LONA, L. M. F. Water-Dependent Upcycling of Eco-Friendly Multifunctional Nanocompartmentalized Films. **Advanced Sustainable Systems**, p. 2200430, 2023 (12971).

14 FRAGA, M. A. A. ; OLIVEIRA, D. C. R. S. DE ; ROCHA, M. G. ; SINHORETI, M. A. C. ; CORRER-SOBRINHO, L. ; CORRER, A. B. Curing profile and marginal gap formation using a liner containing long-wavelength-absorbing photoinitiator: an in vitro study. **Lasers in Medical Science**, v.38, n.1, p.69, 2023 (12976).

15 SORIGOTTI, A. R. ; BILATTO, S. ; GOMES, N. O. ; PASCHOALIN, R. T. ; FARINAS, C. S.; MATTOSO, L. H. C.; MACHADO, S. A. S.; OLIVEIRA JR., O. N. DE; RAYMUNDO- PEREIRA, P. A. Flexible, Bifunctional Sensing Platform Made with Biodegradable Mats for Detecting Glucose in Urine. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 11, p. 2209-2218, 2023 (12978).

16 MOREIRA, M. H. M. ; FELIX, L. C. ; COTTANCIN, E. ; PELLARIN, M. ; UGARTE, D. M.; HILLENKAMP, M. ; GALVAO, D. S.; RODRIGUES, V. Influence of Cluster Sources on the Growth Mechanisms and Chemical Composition of Bimetallic Nanoparticles. **Journal of Physical Chemistry C**, v. 127, p. 1944-1954, 2023 (12980).

17 OLIVEIRA, F. A. DE ; BATISTA, C. C. DA S. ; ALBUQUERQUE, L. J. C.; CERNOCH, P.; STEINHAR, M. ; SINCARI, V. ; JÄGER, A.; JÄGER, E.; GIACOMELLI, F. C. Tuning the morphology of block copolymer-based pH-triggered nanoplatfoms as driven by changes in molecular weight and protocol of manufacturing. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 635, p. 406-416, 2023 (12982).

18 LLAUGER, G. ; MELERO, R. ; MONTI, D. ; SYCZ, G. ; HUCK-IRIART, C.; CERUTTI, M. L.; KLINKE, S.; MIKKELSEN, E. ; TIJMAN, A.; ARRANZ, R. ; ALFONSO, V. ; ARELLANO, S. M. ; GOLDBAUM, F. A.; STERCKX, Y. G. ; CARAZO, J. M. ; KAUFMAN, S. B. ; DANS, P. D. ; DEL VAS, M. ; OTERO, L. H. A Fijivirus Major Viroplasm Protein Shows RNA-Stimulated ATPase Activity by Adopting Pentameric and Hexameric Assemblies of Dimers. **mBio**, v.14, n.2, p.e00023-23, 2023 (12992).

19 GIAROLA, R. C. ; FERRARI, R. A. ; FIOCCO, A. C. T. R. ; NETTO, F. M.; CUNHA, R. L. DA ; NABESHIMA , E. H. ; EISNER, P. ; MURANYI, I. ; SADAHIRA, M. S. Effect of pectin and temperature on sunflower meal colloidal particles for emulsion structure and stabilisation. **International Journal of Food Science and Technology**, v.58, n. 10, p. e37-e45, 2023 (12997).

20 TORRES, J. A.; NOGUEIRA, A. E.; SILVA, G. T. S. T.; RIBEIRO, C. The Effect of SnO₂ Surface Properties on CO₂ Photoreduction to Higher Hydrocarbons. **ChemCatChem**, v.15, n.6, p.e202201534, 2023 (13003).

21 RIBAMAR, G. G. ; ESCOBAR ATEHORTUA, J. D.; KWIATKOWSKI DA SILVA, A. ; SCHELL, N.; ÁVILA, J. A. ; NISHIKAWA, A. S.; OLIVEIRA, J. P. ; GOLDENSTEIN, H. Austenite carbon enrichment and decomposition during quenching and tempering of high silicon high carbon bearing steel. **Acta Materialia**, v. 247, p. 118742, 2023 (13010).

22 POROSK, L. ; HÄRK, H. H. ; BICEV, R. N. ; GAIDUTŠIK, I. ; NEBOGATOVA, J. ; ARMOLIK, E. J. ; ARUKUUSK, P. ; SILVA, E. R. DA; LANGEL, Ü. Aggregation Limiting Cell-Penetrating Peptides Derived from Protein Signal Sequences. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, n.5, p. 4277, 2023 (13017).

23 FERREIRA, G. A.; RAM-ON., M. ; TALMON, Y. ; SCHILLÉN, K. ; PICULELL, L.; LOH, W. Complexes of Charged-Neutral Block Copolymers and Surfactants: Process-Dependent Features and Long-Term Stability of Their Aqueous Dispersions. **Langmuir**, v. 39, p. 4113-4124, 2023 (13018).

24 MUNHOZ, L. L. S. ; ALVES, M. T. O. ; ALVES, B. C. ; NASCIMENTO, M. G. F. S. ; SABIO, R. M.; MANIERI, K. F. ; BARUD, H. DA S.; ESQUISATTO, M. A. M. ; ARO, A. A. ; CASAGRANDE, L. DE R. ; SILVEIRA, P. C, L.; SANTOS, G. M. T. ; ANDRADE, T. A. M. ; CAETANO, G. F. Bacterial cellulose membrane incorporated with silver nanoparticles for wound healing in animal model. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 654, p. 47-54, 2023 (13027).

25 CATTO, A. C.; BERNARDINI, S.; AGUIR, K.; LONGO, E.; SILVA, L. F. DA In-situ hydrothermal synthesis of oriented hematite nanorods for sub-ppm level detection of ozone gas. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 947, p. 169444, 2023 (13029).

26 CANEDA, C. M. ; GARGARELLA, P. ; RIVA, R. ; KIMINAMI, C. S.; AFONSO, C. R. M. Advanced characterization of bulk alloy and in-situ debris nanoparticles formed during wear of Fe₂Nb₃ ultrafine eutectic laser cladding coatings. **Journal of Materials Research and Technology-JMR&T**, v. 23, p. 3455-3469, 2023 (13043).

27 SANGALI, M. ; OPINI, V. C.; FATICHI, A. Z. ; MELLO, M. G. DE; FANTON, L.; CARAM JR., R.; CREMASCO, A. Nb modified Ti-5553 alloy: Effects of heating rate on mechanical properties, corrosion behavior, and crystallographic texture. **Journal of Materials Research and Technology-JMR&T**, v. 23, p. 5310-5317, 2023 (13059).

28 BONATO, L. G.; DAL POGGETTO, G. ; MORAL, R. F. ; VALE, B. R. C.; GERMINO, J. C. ; ALMEIDA, D. B.; SANTIAGO, P. S.; FERNÁNDEZ, P. S.; TORMENA, C. F. ; PADILHA, L. A.; NOGUEIRA, A. F. Photostability of amine-free CsPbBr₃ perovskite nanocrystals under continuous UV illumination. **Journal of Materials Chemistry C**, v.11, p.8231-8242, 2023 (13062).

29 HÄRK, H. H. ; POROSK, L. ; MELLO, L. R. DE; ARUKUUSK, P. ; SILVA, E. R. DA; KURRIKOFF, K. Modification of the Linker Amino Acid in the Cell-Penetrating Peptide NickFect55 Leads to Enhanced pDNA Transfection for In Vivo Applications. **Pharmaceutics**, v. 15, p. 883, 2023 (13072).

30 FERNANDES, R. F. ; ATVARIS, T. D. Z.; TEMPERINI, M. L. A. Exploring the non-traditional fluorescence emission of non-conjugated polymers dots for sensing pesticides. **Reactive & Functional Polymers**, v. 182, p. 105483, 2023 (13094).

31 FONSECA, L. P. From nano to the macro: tuning hierarchical aggregation of thermoresponsive PEG/PCL-based polyurethanes via molar mass/composition control. **Macromolecular Research**, v. 31, p. 285-297, 2023 (13097).

32 AMARO, A. A. ; MATTOS, G. R. DA S. ; NISHIMURA, M. V. DE M. ; DIPOLD, J. ; WETTER, N. U.; KASSAB, L. R. P. Silver Nanoclusters Tunable Visible Emission and Energy Transfer to Yb³⁺ Ions in Co-Doped GeO₂-PbO Glasses for Photonic Applications. **Nanomaterials**, v. 13, n. 7, p. 1177, 2023 (13111).

33 ROSSINI, N. DE O. ; SILVA, C. DOS S.; DIAS, M. V. B. The crystal structure of Mycobacterium thermoresistibile MurE ligase reveals the binding mode of the substrate m-diaminopimelate. **Journal of Structural Biology**, v. 215, n.2, p. 107957, 2023 (13113).

34 BRAGA, D. P. ; CORRÊA, L. M. ; SORDI, V. L. ; DELLA ROVERE , C. A.; CINTHO, O. M. ; KLIAUGA, A. M. Influence of temperature and stress state on the TWIP behavior of 201LN and 316LV austenitic stainless steels. **Materials Science and Engineering A-Structural Materials Properties Microstructure and Processing**, v. 863, p. 144527, 2023 (13119).

35 SOUSA, C. A. ; BONATO, L. G.; GONÇALVES, E. S. ; ALO, A.; VALE, B. R. C.; ALMEIDA, D. B.; NOGUEIRA, A. F.; ZAGONEL, L. F.; PADILHA, L. A. Addressing the Magnitude of the Nonlinear Refraction Response in Perovskite Nanocrystals. **ACS Photonics**, v. 10, p. 1334-1340, 2023 (13120).

36 FERREIRA, J. P. ; DI BELLA, D.; ANDREOTTI, D. Z.; CORTES, B. F. ; CARVALHO, M. H. ; KAWAMOTO, E. M. ; RODRIGUES, S. F. DE P. Gold Nanoparticles Improve Clinical Parameters and Reduce Neurological Alterations in Sepsis-Induced Mice. **Journal of Biomedical Nanotechnology**, v. 19, n.1, p. 182-193, 2023 (13131).

37 OLIVEIRA, J. P. DE ; BURGOS-FLOREZ, F. ; SAMPAIO, I.; VILLALBA, P. ; ZUCOLOTTI, V. Label-free electrochemical immunosensor for Ochratoxin a detection in coffee samples. **Talanta**, v. 260, p. 124586, 2023 (13133).

38 RADAELLI, M. ; PIVA, M. M.; SOUZA, J. C.; LESSEUX, G. G.; JESUS, C. B. R. DE; TOBIA, D.; URBANO, R. R.; ROSA, P. F. S. ; PAGLIUSO, P. G. Probing putative orbital differentiation effects via Eu²⁺ spin dynamics in Sr_{1-x}Eu_xFe₂As₂. **Physical Review B**, v.107, n. 13, p.134512, 2023 (13139).

39 MACIEL, C. C. ; BARROS, A. DE ; MAZALI, I. O.; FERREIRA, M. Flexible biodegradable electrochemical sensor of PBAT and CNDs composite for the detection of emerging pollutants. **Journal of Electroanalytical Chemistry**, v. 940, p. 117491, 2023 (13151).

40 BEVILACQUA, A. S. ; TRINCA, R. B.; FELISBERTI, M. I. Ternary segmented polyurethanes: morphology and kinetics of the crystallization. **Polimeros-Ciencia e Tecnologia**, v.33, n.1, p. e20230008, 2023 (13154).

41 STIGLIANI, T. P. ; CASAGRANDE, M. G. ; CAMPOS, E. V. R.; COSTA, T. G. DA ; JOSÉ, N. B. ; MIGLIORIN, B. B.; FEITOSA, L. O. ; SOUSA, B. T. ; OLIVEIRA, H. C. DE ; FRACETO, L. F.; LIMA, R. Titanium biogenic nanoparticles to help the growth of *Trichoderma harzianum* to be used in biological control. **Journal of Nanobiotechnology**, v.21, n.1, p.166, 2023 (13156).

42 CASTRO, D. K. S. V. ; ROSA, H. V. D.; MENDONÇA, D. C. ; CAVINI, I. A.; ARAÚJO, A. P. U. DE; GARRATT, R. C. Dissecting the Binding Interface of the Septin Polymerization Enhancer Borg BD3. **Journal of Molecular Biology**, v. 435, n.13, p. 168132, 2023 (13164).

43 MELLO, L. R. DE; ICIMOTO, M. Y. ; BICEV, R. N. ; HAMLEY, I. W.; CASTELLETTO, V.; NAKAIE, C. R.; SILVA, E. R. DA; LOURENÇO, T. C. DA DNA-templated self-assembly of bradykinin into bioactive nanofibrils. **Soft Matter**, v.19, p.4869-4879, 2023 (13166).

44 GEOVO, J. D. C. ; TORRES, J. A.; GIROTO, A. S. ; ROCHA, F. C. N. ; GARCIA, M. M. ; SILVA, G. T. S. T.; SOUZA, J. R. C. ; OLIVEIRA, J. A. DE; RIBEIRO, C.; NOGUEIRA, A. E. Evaluation of the activity and selectivity of mesoporous composites of MCM-41 and CuO in the CO₂ photoreduction process. **Journal of Photochemistry and Photobiology A-Chemistry**, v. 439, p. 114631, 2023 (13168).

45 FELTRIN, F. DA S. ; D'ANGELO, N. A. ; GUARNIERI, J. P. DE O. ; LOPES, A. M. ; LANCELOTTI, R. F. ; LONA, L. M. F. Selection and Control of Process Conditions Enable the Preparation of Curcumin-Loaded Poly(lactic-co-glycolic acid) Nanoparticles of Superior Performance. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v. 15, p. 26496-26509, 2023 (13181).

46 LOPES, D. DOS S.; MIRANDA, E. V. ; ANDO, R. A.; CORIO, P. SERS-based detection of an organochlorine pesticide through surface plasmon-induced C–C coupling. **Environmental Science-Nano**, v.10, p.1920-1931, 2023 (13182).

47 DIAS, I. K. R. ; LACERDA, B. K. ; ARANTES, V. High-yield production of rod-like and spherical nanocellulose by controlled enzymatic hydrolysis of mechanically pretreated cellulose. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 242, n.4, p. 125053, 2023 (13191).

48 SILVA, G. T. S. T.; LOPES, O. F.; CATTO, A. C.; PATROCINIO, A. O. T.; RODRIGUES, J. E. F. S. ; MESQUITA, A.; RIBEIRO, C.; AVANSI JR., W.; SILVA, L. F. DA Long-and short-range structure of SnO₂ nanoparticles: Synthesis and photo(electro)catalytic activity. **Materials Chemistry and Physics**, v. 305, p. 127989, 2023 (13192).

49 PRAXEDES, F. R. ; NOBRE, M. A. DE L. ; OLIVEIRA, A. O. ; PORTUGAL, M. DE L. ; POON, P. S. ; TEIXEIRA, M. F. S. ; LANFREDI, S. ; MATOS, J. Photoelectrocatalytic oxygen evolution reaction on visible-light irradiated W-doped alkali niobate-based perovskite. **APPLIED CATALYSIS A-GENERAL**, v. 659, p. 119171, 2023 (13193).

50 CONDE, F. F.; RIBAMAR, G. G. ; ESCOBAR ATEHORTUA, J. D.; JARDINI, A. L.; OLIVEIRA, M. F. DE ; OLIVEIRA, J. P. ; ÁVILA, J. A. EBSD-data analysis of an additive manufactured maraging 300 steel submitted to different tempering and aging treatments. **Materials Characterization**, v. 203, p. 113064, 2023 (13197).

51 GONÇALVES, A. C. R. ; DUARTE, L. G. R. ; FIOCCO, A. C. T. R. ; ALENCAR, W. M. P. DE ; IACUZIO, R. ; SILVA, N. C. C. ; PICONE, C. S. F. Improving chitosan properties through ionic and chemical cross-linking and their impact on emulsified systems. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 58, p. 4324-4331, 2023 (13200).

52 MENEZES, R. N. L. DE ; LOH, W.; FELISBERTI, M. I. Thermodynamics of aggregation of poly(2-ethyl-2-oxazoline-b-4-vinylbenzoic acid) in water and colloidal stability of their aggregates in water/DMF mixtures. **European Polymer Journal**, v. 195, p. 112208, 2023 (13203).

53 BATAGLIOLI, R. A. ; LEÃO, B. S. ; MILLS, C. E. ; ROCHA NETO, J. B. M. ; TAKETA, T. B.; OLSEN, B. D.; BEPPU, M. M. Automated, High-Throughput Screening of Hybrid Elastin-like Polypeptide/Polysaccharide Multilayer Film Deposition. **Biomacromolecules**, v. 24, p. 3159-3170, 2023 (13209).

54 BORGES, L. R.; BRAGA, A. H.; ZANCHET, D.; GALLO, J. M. R.; BUENO, J. M. C. CeO₂/Pt/Al₂O₃ catalysts for the WGS reaction: Improving understanding of the Pt-O-Ce-Ox interface as an active site. **Applied Catalysis B-Environment and Energy**, v. 325, p. 122361, 2023 (13210).

55 MIKHRALIEVA, A. ; NAZARKOVSKY, M. ; AUCELIO, R. Q.; XING, Y. T.; ZAITSEV, V. Highly luminescent graphene core N-doped carbon nanodots prepared under spatial nanoconfinement. **Materials Chemistry and Physics**, v. 307, p. 128151, 2023 (13213).

56 PRAXEDES, F. R. ; NOBRE, M. A. DE L. ; OLIVEIRA, A. O. ; TEIXEIRA, M. F. S. ; POON, P. S. ; LANFREDI, S. ; MATOS, J. W-doped niobate-based perovskites: Synthesis by ultrasonic spray pyrolysis and structural characterization. **Ceramics International**, v. 49, p. 24004-24017, 2023 (13222).

57 FIUZA, T. E. R.; SOUSA, L. DA S. ; ZANCHET, D. Bare and Pt-loaded LaCo_{1-x}FexO₃ perovskites as catalysts for CO-PROX reaction. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 48, p. 25016-25030, 2023 (13230).

58 SILVA, J. P. DOS S. ; COSTA, R. C.; NAGAY, B. E. ; BORGES, M. H. R. ; SACRAMENTO, C. M. ; CRUZ, N. C. DA; RANGEL, E. C.; FORTULAN, C. A. ; SILVA, J. H. D. DA; RUIZ, K. G. S.; BARÃO, V. A. R. Boosting Titanium Surfaces with Positive Charges: Newly Developed Cationic Coating Combines Anticorrosive and Bactericidal Properties for Implant Application. **ACS Biomaterials Science & Engineering**, v.9, n.9, p. 5389–5404, 2023 (13231).

59 ZUBIETA, M. P.; CONTESINI, F. J.; RUBIO, M. V.; GONÇALVES, A. E. DE S. S. ; GERHARDT, J. A. ; PRADE, R. A.; DAMÁSIO, A. R. DE L. Protein profile in *Aspergillus nidulans* recombinant strains overproducing heterologous enzymes. **Microbial Biotechnology**, v. 11, p. 346-358, 2023 (13246).

60 GOMES, G. ; GOMES, M. L. F. ; SILVA, S. F. C. DA ; GARCIA JR., A. J.; RASTELLI, A.; COUTO JR., O. D. D.; MALACHIAS, A.; DENEKE, C. F. Review: using rolled-up tubes for strain-tuning the optical properties of quantum emitters. **Nanotechnology**, v. 34, p. 412001, 2023 (13248).

61 MORAIS, A. DE; RODRIGUES, W. DE S. ; COUTINHO, D. J. ; NOGUEIRA, A. F.; FREITAS, J. N. DE Investigation of nitrogen-doped carbon dot/ZnO nanocomposites and their application as interlayer in solution-processed organic light emitting diodes. **Materials Science and Engineering B-Advanced Functional Solid-State Materials**, v. 297, p. 116749, 2023 (13266).

62 ZAVARIZE, M.; SIBIREV, N. V. ; BERDNIKOV, Y.; MOREIRA, M. H. M. ; OBATA, H. T. ; RODRIGUES, V.; DUBROVSKII, V. G. ; COTTA, M. A. Planar vs Non-Planar Orientation in AuAg-Catalyzed InP Nanowire Growth. **Crystal Growth & Design**, v. 23, p. 6623-6630, 2023 (13270).

63 FERREIRA, M. M. L. ; SOUZA, S. E. G. DE ; SILVA, C. C. DA ; SOUZA, L. E. A. ; BICEV, R. N. ; SILVA, E. R. DA; NAKAIE, C. R. Pyroglutamination-Induced Changes in the Physicochemical Features of a CXCR4 Chemokine Peptide: Kinetic and Structural Analysis. **Biochemistry**, v. 62, p. 2530-2540, 2023 (13273).

64 NAMIKUCHI, E. A. ; GASPAR, R. D. L. ; RAIMUNDO JR., I. M. ; MAZALI, I. O. A fluorescent magnetic core-shell nanosensor for detection of copper ions in natural waters. **Spectrochimica Acta Part A-Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v. 300, p. 122915, 2023 (13280).

65 OLIVEIRA, M. C. DE ; BALBINOT, R. B. ; VILLA NOVA, M. ; GONÇALVES, R. S. ; BIDÓIA, D. L. ; CAETANO, W.; NAKAMURA, C. V.; BRUSCHI, M. L. Development of Environmentally Responsive Self-Emulsifying System Containing Copaiba Oil-Resin for Leishmaniasis Oral Treatment. **Pharmaceutics**, v. 15, p. 2127, 2023 (13282).

66 BROLLO, M. E. F.; PINHEIRO, I. F.; BASSANI, G. S. ; VARET, G. ; MERINO-GARCIA, D. ; GUERSONI, V. C. B. ; KNOBEL, M.; BANNWART, A. C. ; VAN DER GEEST, C. ; MURACA, D. Iron Oxide Nanoparticles in a Dynamic Flux: Magnetic Hyperthermia Effect on Flowing Heavy Crude Oil. **ACS Omega**, v. 8, p. 32520-32525 (13298).

67 BENEVENUTO, L. G. D. ; BARUD, H. DA S.; CRUZ, S. A.; CAILLIER, B. ; PAIVA, R. DA S.; ACHCAR, J. A. ; MONTREZOR, L. H. Bacterial cellulose-based cell culture platform modified by oxygen plasma for tissue engineering applications. **Cellulose**, v. 30, p. 9625-9634, 2023 (13304).

68 MISOGUTI, L.; MATTOS, G. R. DA S. ; KASSAB, L. R. P. Influence of Au on the nucleation of Ag nanoparticles in GeO₂-PbO glasses and characterization of their ultrafast third-order nonlinear responses within the plasmon resonance region. **Optical Materials**, v. 144, p. 114323, 2023 (13308).

69 KURODA, P. A. B.; ROSSI, M. C. ; GRANDINI, C. R.; AFONSO, C. R. M. Assessment of applied voltage on the structure, pore size, hardness, elastic modulus, and adhesion of anodic coatings in Ca-, P-, and Mg-rich produced by MAO in Ti-25Ta-xZr alloys. **Journal of Materials Research and Technology-JMR&T**, v. 26, p. 4656-4669, 2023 (13328).

70 KOMORIZONO, A. K. ; LIMA, B. S. DE; MASTELARO, V. R. Assessment of the ozonolysis effect of rGO-ZnO-based ozone sensors. **Sensors and Actuators B-Chemical**, v. 397, p. 134621, 2023 (13329).

71 SOUZA, J. R. C. ; TORRES, J. A.; GIROTO, A. S. ; OLIVEIRA, A. V. P. S. ; SILVA, P. H. M. ; SANTOS, F. L. ; IGA, G. D. ; RIBEIRO, C.; NOGUEIRA, A. E. Development of photocatalysts based on zeolite A with copper oxide (CuO) for application in the artificial photosynthesis process. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 11, p. 110990, 2023 (13337).

72 YUPANQUI-MENDOZA, S. L.; PRADO, C. A.; SANTOS, J. C. DOS; ARANTES, V. Hydrodynamic cavitation as a promising pretreatment technology to enhance the efficiency of cellulose nanocrystal production via enzymatic hydrolysis. **Chemical Engineering Journal**, v. 472, p. 144821, 2023 (13345).

73 KURODA, P. A. B.; SANTOS, R. F. M. ; AFONSO, C. R. M.; ROSSI, M. C. ; CORREA, D. R. N.; GRANDINI, C. R. Influence of Zr addition in β Ti-25Ta-xZr alloys on oxide formation by MAO-treatment. **Vacuum**, v. 217, p. 112541, 2023 (13346).

74 SPIGAROLLO, D. C. F. S. ; GETNET, T. G. ; RANGEL, E. C.; RANGEL, R. DE C.C.; SILVA, T. F. DA; CRUZ, N. C. DA Less Energetic Routes for the Production of SiO_x Films from Tris(dimethylamino)silane by Plasma Enhanced Atomic Layer Deposition. **Coatings**, v. 13, p. 1730, 23023 (13349).

75 PERIN, G. B. ; FELISBERTI, M. I. Phosphorylated Polyesters Inspired by Phospholipids: Synthesis, Characterization, and Potential Applications. **Biomacromolecules**, v. 24, p. 5207-5218, 2023 (13359).

- 76 SCHNEIDER, R. ; TANDEL, A. M. ; DENG, E. ; CORRÊA, D. S.; LIN, H. Scalable synthesis of ultrathin MoS₂ membranes for dye desalination. **Journal of Membrane Science Letters**, v. 3, p. 100058, 2023 (13361).
- 77 PAULIN, J. V. ; BAYRAM, S. ; GRAEFF, C. F. DE O.; BOF BUFON, C. C. Exploring the Charge Transport of a Natural Eumelanin for Sustainable Technologies. **ACS Applied Bio Materials**, v. 6, p. 3633-3637, 2023 (13384).
- 78 SOUSA JR., R. R.; SACRAMENTO, J. B. ; SILVA, L. C. E.; BECKER, D.; VIDOTTI, S. E.; CARASTAN, D. J. High-Performance Block-Copolymer-Based Dielectric Elastomers with Enhanced Mechanical Properties. **ACS Applied Polymer Materials**, v. 5, p. 9505-9514, 2023 (13388).
- 79 GALVÃO, A. M. M. T. ; FREITAS, J. C. ; KARATAY, G. G. B. ; FURTADO, G. F.; RASERA, M. L. ; TAVARES, G. M. ; HUBINGER, M. D. Thermo-induced changes in the structure of lentil protein isolate (*Lens culinaris*) to stabilize high internal phase emulsions. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 253, p. 127313 (13395).
- 80 CASTELLETTO, V.; MELLO, L. R. DE; SILVA, E. R. DA; SEITSONEN, J. ; HAMLEY, I. W. Self-Assembly and Cytocompatibility of Amino Acid Conjugates Containing a Novel Water-Soluble Aromatic Protecting Group. **Biomacromolecules**, v. 24, p. 5403-5413, 2023 (13433).
- 81 ALMEIDA, J.; CÂMARA, S. H. ; BERTAZZOLI, R.; RAJESHWAR, K. ; SILVA, R. A. G.DA; RODRIGUES, C. A. Selective photoelectrocatalytic CO₂ reduction to ethanol using nanotubular oxides grown on metastable Ti-Cu alloy. **Chemical Engineering Journal**, v. 477, p. 147117, 2023 (13435).
- 82 BENINI, K. C. C. DE C. ; MAROTTI, B. DE S. ; ARANTES, V. Hydrophobic enzymatic cellulose nanocrystals via a novel, one-pot green method. **Carbohydrate Research**, v. 534, p. 108970, 2023 (13437).
- 83 PERIN, G. B. ; MORENO, SILVIA; ZHOU, Y. ; GUENTHER, M.; BOYE, S.; VOIT, B.; FELISBERTI, M. I.; APPELHANS, D. Construction of Membraneless and Multicompartmentalized Coacervate Protocells Controlling a Cell Metabolism-like Cascade Reaction. **Biomacromolecules**, v. 24, p. 5807-5822, 2023 (13448).
- 84 NUNES, M. A. B. S. ; FUENTES, D. P. ; MESQUITA, J. A. F. S. ; ROMANO, R. C. O. ; PILEGGI, R. G. ; OLIVEIRA, P. V.DE; PETRI, D. F. S. Feasibility of sugarcane bagasse/polydopamine as sustainable adsorbents for Cr(VI) with reusability in cement composition. **Journal of Hazardous Materials Advances**, v.12, p.100366, 2023 (13452).
- 85 SCHNEIDER, R. ; FACURE, M. H. M.; TEODORO, K. B. R.; MERCANTE, L. A.; CORRÊA, D. S. Hydrothermal Synthesis of Fluorescent Functionalized MoS₂ Quantum Dots for Heavy Metal Detection. **ACS Applied Nano Materials**, v. 6, p. 22435-22445, 2023 (13455).
- 86 MELO, C. C. ; SILVA, L. S. ; CREMASCO, A.; CARAM JR., R. TiO₂ nanostructured layer formation on Ti-35Nb and Ti-35Nb-5Ta samples: Impact of Ta addition on polymorphic transformation and oxide composition. **Materials Letters**, v. 355, p. 135450, 2023 (13471).
- 87 COCO, J. C. ; SILVÉRIO, L. A. L. ; SANTOS, E. M. DOS ; SUEIRO, A. C. ; ATAIDE, J. A. ; SANTOS, A. C. P. ; MAZZOLA, P. G. Piperine Extraction and Encapsulation in Polycaprolactone Nanoparticles. **Cosmetics**, v. 10, p. 152, 2023 (13479).

88 PROENÇA, J. P. DE; RIBEIRO, R. P.; RANGEL, E. C.; CRUZ, N. C. DA; PINTO, B. DE O. ; GRANDINI, C. R.; CORREA, D. R. N. Alloying Element Depletion and Phase Transition in Stainless Steel 304 Induced by PEO Treatment in KOH- and TaOH-Rich Electrolyte. **Crystals**, v. 13, p. 1480, 2023 (13481).

89 SILVA, R. M. DA ; SALADINO, G. C. DOS R. ; LEONARDO, D. A. L.; PEREIRA, H. D' M.; SCULACCIO, S. A. ; ARAÚJO, A. P. U. DE; GARRATT, R. C. A key piece of the puzzle: The central tetramer of the *Saccharomyces cerevisiae* septin protofilament and its implications for self-assembly. **Journal of Structural Biology**, v. 215, p. 107983, 2023 (13518).

90 GODOY, A. S. DE; NAKAMURA, A. M.; DOUANGAMATH, A.; SONG, Y. ; NOSKE, G. D. ; GAWRILJUK, V. O.; FERNANDES, R. S. ; PEREIRA, H. D' M.; OLIVEIRA, K. I. Z.; FEARON, D.; DIAS, A. ; KROJER, T. ; FAIRHEAD, M. ; POWELL, A. ; DUNNET, L. ; BRANDÃO-NETO, J.; SKYNER, R. ; CHALK, R. ; BAJUSZ, D. ; BEGE, M. ; BORBÁS, A. ; KESERÚ, G. M. ; VON DELFT, F.; OLIVA, G. Allosteric regulation and crystallographic fragment screening of SARS-CoV-2 NSP15 endoribonuclease. **Nucleic Acids Research**, v. 51, p. 5255-5270, 2023 (13519).

91 BLÁZQUEZ-SÁNCHEZ, P. ; VARGAS, J. A. ; FURTADO, A. A. ; GRIÑEN, A. ; LEONARDO, D. A. L.; SCULACCIO, S. A. ; PEREIRA, H. D' M.; SONNENDECKER, C. ; ZIMMERMANN, W. ; DÍEZ, B. ; GARRATT, R. C.; RAMIREZ- SARMIENTO, C. A. Engineering the catalytic activity of an Antarctic PETdegrading enzyme by loop exchange. **Protein Science**, v.32, n.9, p.e4757, 2023 (13520).

92 NOSKE, G. D. ; SILVA, E. DE S. ; GODOY, M. O. DE ; DOLCI, I. ; FERNANDES, R. S. ; GUIDO, R. V. C.; SJÖ, P. ; OLIVA, G.; GODOY, A. S. DE Structural basis of nirmatrelvir and ensitrelvir activity against naturally occurring polymorphisms of the SARS-CoV-2 main protease. **Journal of Biological Chemistry**, v. 299, p. 103004, 2023 (13522).

93 NISHIMURA, M. V. DE M. ; AMARO, A. A. ; BORDON, C. D. DA S. ; DIPOLD, J. ; WETTER, N. U.; KASSAB, L. R. P. Tunable Visible Light and Energy Transfer Mechanism in Tm³⁺ and Silver Nanoclusters within Co-Doped GeO₂-PbO Glasses. **Micromachines**, v. 14, p. 2078, 2023 (13993).

2024

Artigo em Periódico Indexado

Interna

1 GUAITA, M. G. D. ; SZOSTAK, R.; SILVA, F. M. C. DA ; MORAIS, A. DE; MORAL, R. F. ; KODALLE, T. ; TEIXEIRA, V. C.; SUTTER-FELLA, C. M. ; TOLENTINO, H. C. N.; NOGUEIRA, A. F. Influence of Methylammonium Chloride on Wide-Bandgap Halide Perovskites Films for Solar Cells. **Advanced Functional Materials**, v.34, n.50, p.2307104, 2024 (13265)- Fator de Impacto em 2023: 18,500.

2 MOITINHO, M. R. ; PHILIPPOT, L. ; GONZAGA, L. C. ; BRU, D. ; CARVALHO, J. L. N. Biochar addition reduces N₂O emissions in fertilized soils under energy cane cultivation. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v. 359, p. 108744, 2024 (13331)- Fator de Impacto em 2023: 6,000.

3 BERNARDES, A. A.; SILVA, A. L.; BETTINI, J.; FREITAS, J. C. C.; CASTRO, R. H. R.; GOUVÊA, D. Solid-state NMR for the analysis of interface excesses in Li-doped MgAl₂O₄ nanocrystals. **Journal of the American Ceramic Society**, v.107, n.2, p.1334-1347, 2024 (13365)- Fator de Impacto em 2023: 3,500.

4 FREIRE, R. L. H. ; LIMA, F. C. DE ; FAZZIO, A. Substrate suppression of oxidation process in pnictogen monolayers. **Physical Chemistry Chemical Physics**, v.26, n.12, p.9149-9154, 2024 (13366)- Fator de Impacto em 2023: 2,900.

5 WALKER, N. C. ; RUIZ, S. A. ; FERREIRA, T. R.; COLETTA FILHO, H. D. ; LE HOUX, J. ; FLETCHER, D. M. ; WHITE, S. M. ; ROOSE, T. A high-throughput analysis of high-resolution X-ray CT images of stems of olive and citrus plants resistant and susceptible to *Xylella fastidiosa*. **Plant Pathology**, v.73, n.3, p. 630-643, 2024 (13438)- Fator de Impacto em 2023: 2,300.

6 SANTOS, E. A. DOS ; FRANÇA, J. K. P. ; SANTOS, A. O. DOS; NURRIELI, A. ; CARMO, DANUSA; REIS, R. D.; SILVA, L. M. DA Pressure tuning reverse martensitic transformation in the Mn_{0.9}Co_{0.1}NiGe half-Heusler alloy. **Journal of Physics-Condensed Matter**, v. 36, p. 135404, 2024 (13491)- Fator de Impacto em 2023: 2,300.

7 SANTOS, A. M. S. DOS ; RODRÍGUEZ-GUTIÉRREZ, I. ; MORISHITA, G. M. ; SILVA, R. M. L. ; SOUZA, F. L. DE Charge dynamics in semiconductors for photoelectrochemical water splitting. **Materials Letters**, v. 357, p. 135781, 2024 (13497)- Fator de Impacto em 2023: 2,700.

8 MAIA, M. T.; DELITE, F. DE S.; SILVA, G. H. DA; ELLIS, L.- J. A. ; PAPADIAMANTIS, A. G. ; PAULA, A. J. DE; LYNCH, I.; MARTINEZ, D. S. T. Combined toxicity of fluorescent silica nanoparticles with cadmium in *Ceriodaphnia dubia*: Interactive effects of natural organic matter and green algae feeding. **Journal of Hazardous Materials**, v. 461, p. 132623, 2024 (13498)- Fator de Impacto em 2023: 12,200.

9 SANTOS, G. T. DOS; BEDIN, K. C.; FIUZA, T. E. R.; RODRÍGUEZ-GUTIÉRREZ, I. ; FICHTNER, P. F. P.; SOUZA, F. L. DE; BETTINI, J. Nanostructured FTO/Zr-hematite interfaces for solar water-splitting applications. **Applied Surface Science**, v. 645, p. 158867, 2024 (13508)- Fator de Impacto em 2023: 6,300.

10 GISMENE, C. ; HERNÁNDEZ GONZÁLEZ, J. E. ; CALMON, M. DE F. ; NASCIMENTO, A. F. Z.; SANTISTEBAN, A. R. N. ; CALIL, F. A.; SILVA, A. D. T. DA ; RAHAL, P.; GÓES, R. M. ; ARNI, R. K.; MARIUTTI, R. B. Necrotic activity of ExhC from *Mammaliicoccus sciuri* is mediated by specific amino acid residues. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 254, p. 127741, 2024 (13509)- Fator de Impacto em 2023: 7,700.

11 BENATTO, L. ; MESQUITA, O. ; ROMAN, L. S.; CAPAZ, R. B.; CANDIOTTO, G.; KOEHLER, M. PLQ-sim: A computational tool for simulating photoluminescence quenching dynamics in organic donor/acceptor blends. **Computer Physics Communications**, v. 296, p. 109015, 2024 (13517)- Fator de Impacto em 2023: 7,200.

12 OLIVEIRA, V. H. DE ; MAZZAFERA, P.; FALEIRO, R. ; MAYER, J. L. S.; HESTERBERG, D.; PÉREZ, C. A.; ANDRADE, S. A. L. Tissue-level distribution and speciation of foliar manganese in *Eucalyptus tereticornis* by μ -SXRF and μ -XANES shed light on its detoxification mechanisms. **Journal of Hazardous Materials**, v. 461, p. 132555, 2024 (13531)- Fator de Impacto em 2023: 12,200.

13 SOUZA JR., J. B.; MOURIÑO, B. ; GEHLEN, M. H.; MORAES, D. A. DE; BETTINI, J.; VARANDA, L. C. Acid selenites as new selenium precursor for CdSe quantum dot synthesis. **Heliyon**, v. 10, n.1, p. e23837, 2024 (13559)- Fator de Impacto em 2023: 3,400.

14 JACKSON, J. ; CAMARGOS, C. H. M. DE ; LIU, C. ; MARTINEZ, D. S. T.; PAULA, A. J. DE; REZENDE, C. A. DE; FARIA, A. F. Antimicrobial activity of thin-film composite membranes functionalized with cellulose nanocrystals and silver nanoparticles via one-pot deposition and layer-by-layer assembly. **Environmental Science-Water Research & Technology**, v. 10, p. 639-651, 2024 (13560)- Fator de Impacto em 2023: 3,500.

15 AMORIM, M. DO S. DO N. ; FRANÇA, A. R. S. ; OLIVEIRA, R. S. ; SANCHES, J. R. ; MELO, T. M. ; PINTO, B. A. S. ; BARBOSA, L. R. S.; ALENCAR, L. M. R. Atomic Force Microscopy Applied to the Study of Tauopathies. **ACS Chemical Neuroscience**, v. 15, n.4, p. 699-715, 2024 (13561)- Fator de Impacto em 2023: 4,100.

16 ÁVILA, R. I. DE ; FENTEM, J. ; VILLELA, I. ; SOMLO, D. ; ALMEIDA, A. M. F. ; GIANNINI, M. J. S. M. ; CANAVEZ, A. D. P. M. ; BOSQUETTI, B.; CATARINO, C. M. ; SCHUCK, D. C.; VALADARES, B. N. ; FACCHINI, G. ; MARIGLIANI, B. ; FIGUEIRA, A. C. M.; HICKSON, R. ; LEME, D. M. ; TAGLIATI, C. ; SOUZA, L. C. DE; ENGLER, S. S. M. ; CORDEIRO, L. R. G. ; KOEPP, J. ; GRANJEIRO, J. M.; BRANDÃO, H. DE M. ; MUNK, M. ; MATTOS, K. A. DE ; PEDRALLI, B. ; RODRIGUES, M. M. S. F. ; STIVAL, A. C. ; ANDRADE, J. ; BRITO, L. B. ; SANTOS, T. R. M. DOS ; LEITE, J. ; SILVA, A. C. G. DA ; VALADARES, M. C. Brazilian National Network of Alternative Methods (RENAMA) 10th Anniversary: Meeting of the Associated Laboratories, May 2022. **ATLA-Alternatives to Laboratory Animals**, v. 52, p. 60-68, 2024 (13563)- Fator de Impacto em 2023: 2,400.

17 CABRAL, L. ; LEITE, E. R.; LONGO, E.; SAN MIGUEL, M. A. ; SILVA, E. Z. DA ; ANDRÉS, J. Disentangling the Effects of Laser and Electron Irradiation on AgX (X = Cl, Br, and I): Insights from Quantum Chemical Calculations. **Nano Letters**, v.24, n.10, p.3021–3027, 2024 (13565)- Fator de Impacto em 2023: 9,600.

18 MAIA, D. L. DE S.; COA, F.; SILVA, K. B. DA ; MARTINS, C. H. Z.; FRANQUI, L. S.; FONSECA, L. C.; SILVA, D. S. DA; DELITE, F. DE S.; MARTINEZ, D. S. T.; ALVES, O. L. Drying of graphene oxide: effects

on red blood cells and protein corona formation. **Journal of Materials Science**, v. 59, p. 577-592, 2024 (13566)- Fator de Impacto em 2023: 3,500.

19 VERISSIMO, N. C.; PIRES, F. A. ; RODRÍGUEZ-GUTIÉRREZ, I. ; BETTINI, J.; FIUZA, T. E. R.; BIFFE, C. A. ; MONTORO, F. E.; SCHLEDER, G. R. ; CASTRO, R. H. R.; LEITE, E. R.; SOUZA, F. L. DE Dual modification on hematite to minimize small polaron effects and charge recombination for sustainable solar water splitting. **Journal of Materials Chemistry A**, v. 12, p. 6280-6293, 2024 (13567)- Fator de Impacto em 2023: 10,700.

20 NEGRÃO, C. VON Z. DE V; CERIZE, N. N. P. ; JUSTO JUNIOR, A. DA S.; LISZBINSKI, R. B. ; MENEGUETTI, G. P. ; ARAUJO, L.; ROCCO, S. A.; GONÇALVES, K. DE A.; CORNEJO, D. R.; LÉO, P. ; PERECIN, C.; ADAMOSKI, D.; DIAS, S. M. G. HER2 aptamer-conjugated iron oxide nanoparticles with PDMAEMA-b-PMPC coating for breast cancer cell identification. **Nanomedicine**, v. 19, p. 231-254, 2024 (13575)- Fator de Impacto em 2023: 4,700.

21 SENSI, M. ; OLIVEIRA, R. F. DE; BERTO, M. ; PARADISI, A. ; GRECO, P. ; BORTOLOTTI, C. A. ; SAMORÌ, P. ; BISCARINI, F. How Biorecognition Affects the Electronic Properties of Reduced Graphene Oxide in Electrolyte Gated Transistor Immunosensors. **Advanced Functional Materials**, v.34, n.19, p.2313871, 2024 (13576)- Fator de Impacto em 2023: 18,500.

22 COLMANETTI, M. A. A. ; CUADRA, S. V. ; LAMPARELLI, R. A. C.; CABRAL, O. M. R. ; VICTORIA, D. DE C.; MONTEIRO, J. E. B. DE A. ; FREIRAS, H. C. DE; GALDOS, M. V.; MARAFON, A. C. ; ANDRADE JUNIOR, A. S. DE ; SILVA, S. D. A. E ; BUFON, V. B. ; HERNANDES, T. A. D.; LE MAIRE, G. Modeling sugarcane development and growth within ECOSMOS biophysical model. **European Journal of Agronomy**, v. 154, p. 127061, 2024 (13581)- Fator de Impacto em 2023: 4,500.

23 PIMENTEL, M. L. ; OLIVEIRA, A. B. ; SCHIEBELBEIN, B. E. ; CARVALHO, M. L.; TENELLI, S. ; CHERUBIN, M. R.; CARVALHO, J. L. N.; BRIEDIS, C. ; PANOSSO, A. R. ; BORDONAL, R. O. DE Quantity, quality and physical protection of soil carbon associated with sugarcane straw removal in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, v. 237, p. 105976, 2024 (13586)- Fator de Impacto em 2023: 6,100.

24 COSTA, J. N. Y. ; PIMENTEL, G. J. C. ; POKER, J. A. ; SILVA, L. DAS M.; PASCHOALINO, W. J.; VIEIRA, L. C. S.; CASTRO, A. C. H. DE; ALVES, W. A.; AYRES, L. B. ; KUBOTA, L.T.; SANTHIAGO, M.; GARCIA, C. D.; PIAZZETTA, M. H. O.; GOBBI, A. L.; SHIMIZU, F. M.; LIMA, R. S. Single-Response Duplexing of Electrochemical Label-Free Biosensor from the Same Tag. **Advanced Healthcare Materials**, v.13, n.11, p.2303509, 2024 (13589)- Fator de Impacto em 2023: 10,000.

25 PICHORIM, A. ; NECKEL, I. T.; OLIVEIRA, A. J. A. DE; DARTORA, C. A.; VARALDA, J.; MOSCA, D. H. Theoretical approach to defect-induced magnetism in oxygen-deficient gamma-Ga₂O₃ films. **Materials Chemistry and Physics**, v. 314, p. 128877, 2024 (13592)- Fator de Impacto em 2023: 4,300.

26 YANG, L. ; JACKSON, J. ; CAMARGOS, C. H. M. DE ; MAIA, M. T.; MARTINEZ, D. S. T.; PAULA, A. J. DE; REZENDE, C. A. DE; FARIA, A. F. Thin-Film Composite Polyamide Membranes Decorated with Photoactive Carbon Dots for Antimicrobial Applications. **ACS Applied Nano Materials**, v. 7, p. 1477-1490, 2024 (13593)- Fator de Impacto em 2023: 5,300.

27 ROCHA, J. F. DA ; OLIVEIRA, J. C. DE ; BETTINI, J.; STRAUSS, M.; SELMI, G. S. ; OKAZAKI, A. K. ; OLIVEIRA, R. F. DE; LIMA, R. S.; SANTHIAGO, M. Tuning the Chemical and Electrochemical

Properties of Paper-Based Carbon Electrodes by Pyrolysis of Polydopamine. **ACS Measurement Science AU**, v.4, n.2, p.188–200, 2024 (13594)- Fator de Impacto em 2023: 4,600.

28 SILVA, A. A. DA ; OLIVEIRA, R. A. G. DE; GIORDANO, G. F.; SILVA, G. S. DA ; MURER, R. C.; VIEIRA, L. C. S.; LOREVICE, M. V. ; GOUVEIA, R. F.; CARVALHO, R. M. DE; SHIMIZU, F. M.; GOBBI, A. L.; LIMA, R. S. Ultrafast microfluidic solvent extraction and machine learning-assisted impedimetric sensor for multidetermination of scaling ions in crude oils. **Sensors and Actuators B-Chemical**, v. 403, p. 135151, 2024 (13595)- Fator de Impacto em 2023: 8,000.

29 SILVA, K. F. C. ; FELTRE, G. ; ZANDONADI, F. DA S.; RABELO, R. S. ; SUSSULINI, A.; HUBINGER, M. D. Unlocking hot trub's potential: a simple method for extracting bitter acids and xanthohumol. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.104, n.9, p.5381-5390, 2024 (13596)- Fator de Impacto em 2023: 3,300.

30 ESCALONA-RODRIGUEZ, F. A.; CRUZ-LEAL, Y.; BONET, J.L. O. ; PÉREZ-ERVITI, J. A. ; VALDÉS-TRESANCO, M. E. ; RIVERO-HERNÁNDEZ, A. L. ; NIEBLA, M. S. ; VARGAS, A. M. ; SÁNCHEZ, B. ; ALVAREZ, C. ; BARBOSA, L. R. S.; ITRI, R.; LANIO, M. E. Unveiling Stichoysin II and plasmid DNA interaction: Implications for developing non-viral vectors. **Toxicon**, v. 238, p. 107571, 2024 (13597) - Fator de Impacto em 2023: 2,600.

31 SILVA, I. R.; SMETANA, J. H. C.; OLIVEIRA, J. F. DE A comprehensive review on DDX3X liquid phase condensation in health and neurodevelopmental disorders. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 259, p. 129330, 2024 (13599)- Fator de Impacto em 2023: 7,700.

32 ZABOT, A. M. ; CAMARGO, M. A. ; WOLF, F. G. ; SIEBERT, D. A.; SURMAS, R. ; SANTOS, L. O. E. DOS ; FERREIRA, T. R.; CÁSSARO, F. A. M. ; PIRES, L. F. A Unified Algorithm for the Young Laplace Method Applied to Porous Media. **Brazilian Journal of Physics**, v.54, n.3, p. 63, 2024 (13601)- Fator de Impacto em 2023: 1,500.

33 OLIVEIRA, M. C. DOS S. ; NASCIMENTO, D. M. DO; FERREIRA, E. S.; BERNARDES, J. S. Combining and concentrating nanocelluloses for cryogels with remarkable strength and wet resilience. **Carbohydrate Polymers**, v. 330, p. 121740, 2024 (13602)- Fator de Impacto em 2023: 10,700.

34 BECKER-KERBER, B.; PRADO, G. M. E. M.; ARCHILHA, N.L.; WARREN, L. V. ; SIMÕES, M. G. ; LINO, L. M. ; VALLE, F. R. Q; MOURO, L. D.; EL ALBANI, A. ; MAZURIER, A.; PAIM, P. S. G. ; CHEMALE JUNIOR, F. ; ROSA, A. L. Z. DA ; BARROS, G. E. B. DE ; EL KABOURI, J. ; BASEI, M. A. S. Ediacaran tectographs from the Itajaí Basin: A cautionary tale from the Precambrian. **Precambrian Research**, v. 403, p. 107307, 2024 (13603)- Fator de Impacto em 2023: 3,200.

35 SILVA, D. B. ; NASCIMENTO, D. M. DO; CLARO, P. I. C.; GOUVEIA, R. F.; BERNARDES, J. S. Enhancing Water Resistance in Cationic Cellulose Nanofibril Adhesive with Natural Rubber Latex. **ACS Applied Nano Materials**, v. 7, p. 195-204, 2024 (13604)- Fator de Impacto em 2023: 5,300.

36 GABETTO, F. P. ; TENELLI, S. ; NETTO-FERREIRA, J. B. ; GONZAGA, L. C. ; ISIDÓRIO, M. A. S. ; CARVALHO, J. L. N. Exploring the potential of sugarcane straw biochar: Insights into N₂O emissions and microbial functional genes. **Biomass & Bioenergy**, v. 182, p. 107070, 2024 (13606)- Fator de Impacto em 2023: 5,800.

37 COSTA, G. F. ; WINKLER, M. E. G. ; MARIANO, T. ; PINTO, M. R. ; MESSIAS, I.; SOUZA JR., J. B.; NECKEL, I. T.; SANTOS, M. F. C. ; TORMENA, C. F. ; SINGH, N.; NAGAO, R. Identifying the active site

of Cu/Cu₂O for electrocatalytic nitrate reduction reaction to ammonia. **Chem Catalysis**, v. 4, p. 100850, 2024 (13607)- Fator de Impacto em 2023: 11,500.

38 BARBOSA, L. C.; TENELLI, S. ; MAGALHÃES, P. S. G.; BORDONAL, R. O. DE; CHERUBIN, M. R.; LIMA, R. P. DE ; CASTIONI, G. A. F. ; ROSSI NETO, J.; CARVALHO, J. L. N. Linking soil physical quality to shoot and root biomass production in scenarios of sugarcane straw removal. **European Journal of Agronomy**, v. 152, p. 127029, 2024 (13610)- Fator de Impacto em 2023: 4,500.

39 SILVEIRA, A. C. C. ; ANTUNES, A. S. L. M. ; ATHIÉ, M. C. P. ; SILVA, B. F. DA ; SANTOS, J. V. R. DOS ; CANATELI, C.; FONTOURA, M. A.; PINTO, A. DA S.; SILVA, L. R. P. ; AVANSINI, S. H.; CARVALHO, M. DE Between neurons and networks: investigating mesoscale brain connectivity in neurological and psychiatric disorders. **Frontiers In Neuroscience**, v.18, p.1340345, 2024 (13621)- Fator de Impacto em 2023: 3,200.

40 KUMAR, A.; LÜDER, J. ; BERTOTTI, M.; ARAKI, K.; MONTORO, F. E.; HERBST, F. ; MEUNIER-PREST, R. ; ANGNES, L.; BOUVET, M. ; BETTINI, J.; GONÇALVES, J. M. Deciphering the Atomic Scale Electrocatalytic Sites in Hierarchically Porous Gold Nanostructures: Implications for Ascorbic Acid Electrooxidation. **ACS Applied Nano Materials**, v.7, n.7, p. 7213–7225, 2024 (13624)- Fator de Impacto em 2023: 5,300.

41 SALLES, T. DA R. ; ZANCANARO, L. V. ; BRUCKMANN, F. DA S. ; GARCIA, W. J. ; OLIVEIRA, A. H. DE; BAUMANN, L. ; RHODEN, D. S. B. ; MULLER, E. I. ; MARTINEZ, D. S. T.; MORTARI, S. R. ; RHODEN, C. R. B. Magnetic graphene derivatives for efficient herbicide removal from aqueous solution through adsorption. **Environmental Science and Pollution Research**, v.31, p.25437–25453, 2024 (13628)- Fator de Impacto em 2023: 0,000.

42 RODRÍGUEZ-GUTIÉRREZ, I. ; PEREGRINO, L. R. P. ; BEDIN, K. C.; MORISHITA, G. M. ; MORAIS, G. H. ; CASTRO, R. H. R.; LEITE, E. R.; SOUZA, F. L. DE Overcoming scale-up challenges for nanostructured photoelectrodes via one-step interface engineering. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 58, p. 1138-1148, 2024 (13631)- Fator de Impacto em 2023: 8,100.

43 BENATTO, L. ; MESQUITA, O. ; ROMAN, L. S.; KOEHLER, M. ; CAPAZ, R. B.; CANDIOTTO, G. RI-Cal: A user friendly software and web server for refractive index calculation. **Computer Physics Communications**, v. 298, p. 109100, 2024 (13633)- Fator de Impacto em 2023: 7,200.

44 KANG, M. ; QUINTANA, J.; HU, H. ; TEIXEIRA, V. C.; OLBERG, S.; BANLA, L. I. ; RODRIGUEZ, V. ; HWANG, W. L. ; SCHUEMANN, J. ; PARANGI, S. ; WEISSELEDER, R. ; MILLER, M. A. Sustained and Localized Drug Depot Release Using Radiation-Activated Scintillating Nanoparticles. **Advanced Materials**, v.36, n.23, p.2312326, 2024 (13634)- Fator de Impacto em 2023: 27,400.

45 LIMA, E. N. ; SANTOSH, L.; K. C. PRAMOD; FERREIRA, E. S.; KOUL, H. K. ; KOUL, S. Tetrandrine for Targeting Therapy Resistance in Cancer. **Current Topics in Medicinal Chemistry**, v.24, n.12, p.1035- 1049, 2024 (13635)- Fator de Impacto em 2023: 2,900.

46 KHAN, N. ; KOICHE, A. ; CENTURION, H. A. ; RABELO, L. G. ; BETTINI, J.; SANTOS, G. T. DOS; SOUZA, F. L. DE; GONÇALVES, R. V.; KHAN, S. Triggering Synergy between p-Type Sputter-Deposited FeMnOx or FeNiOx and W-Doped BiVO₄ for Enhanced Oxygen Evolution. **ACS Applied Energy Materials**, v. 7, p. 2129-2141, 2024 (13637)- Fator de Impacto em 2023: 5,400.

47 BANDEIRA, L. ; FERREIRA, H. ; ALMEIDA, J. M. DE ; PAULA, A. J. DE; DALPIAN, G. M. CO₂ Reduction beyond Copper-Based Catalysts: A Natural Language Processing Review from the Scientific Literature. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 12, p. 4411-4422, 2024 (13642) - Fator de Impacto em 2023: 7,100.

48 GARCÍA- BASABE, Y.; CARDOSO, M. S. ; VICENTIN, F. C.; STEINBERG, D. ; SOSSMEIER, K. D.; ROCHA, T. C. R.; LARRUDE, D. G. Attosecond Electron Delocalization Dynamics in Thin Films Thiophene-Based Semiconductor Polymers: A Core Hole Clock Approach from Sulfur L1L₂,3M1,2,3 Coster-Kronig Autoionization Spectra. **Journal of Physical Chemistry C**, v. 128, p. 6384-6391, 2024 (13654)- Fator de Impacto em 2023: 3,300.

49 LUCCHETTI, L. E. B. ; AUTRETO, P. A. DA S. ; SANTOS, M.C. DOS; ALMEIDA, J. M. DE Cerium doped graphene-based materials towards oxygen reduction reaction catalysis. **Materials Today Communications**, v. 38, p. 108461, 2024 (13655)- Fator de Impacto em 2023: 3,700.

50 ARAÚJO, A. D. L. ; LIMA, F. C. DE ; LEWENKOPF, C. H.; FAZZIO, A. Design of spin-orbital texture in ferromagnetic/topological insulator interfaces. **Physical Review B**, v.109, n.8, p.085142, 2024 (13658)- Fator de Impacto em 2023: 3,200.

51 VICENTE, V. M. N.; NAKANISHI, S. C.; OLIVEIRA FILHO, C. A. DE ; GOMES, A. DA C.; CASTRO, A. M. DE ; TORRES, A. P. R.; QUEIPO, C. A. ; MOYSES, D. N. ; BRITO. F. DE O. ; BANDEIRA, L. F. M. ; DRIEMEIER, C. E. Differentiating Bagasse and Straw as Feedstocks for Sugarcane Cellulosic Ethanol: Insights from Pilot-Scale Pretreatments. **BioEnergy Research**, v.17, p.1533–1542, 2024 (13659)- Fator de Impacto em 2023: 3,100.

52 FAGLIONI, F. D. ; PEREIRA, C. G. B. ; FOSCHINI, C. R.; ESTRADA, F. R. Effects of structural strain and phase transformations on the mechanical properties of alumina-zirconia-graphene composites. **Materialia**, v. 33, p. 102032, 2024 (13660)- Fator de Impacto em 2023: 3,000.

53 GOMES, L. E.; MORISHITA, G. M. ; ICASSATTI, V. E. M. ; SILVA, T. F. ; MACHULEK JR., A.; RODRÍGUEZ-GUTIÉRREZ, I. ; SOUZA, F. L. DE; MARTINS, C. A.; WENDER, H. Enhanced Power Generation Using a Dual-Surface-Modified Hematite Photoanode in a Direct Glyphosate Photo Fuel Cell. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v. 16, p. 17453-17460, 2024 (13661)- Fator de Impacto em 2023: 8,300.

54 NEGRÃO, D. R.; CEZAR, J. C.; MONTORO, F. E.; WANG, J. ; RICE, C. W. ; DRIEMEIER, C. E. Location, speciation, and quantification of carbon in silica phytoliths using synchrotron scanning transmission X-ray microspectroscopy. **PLoS One**, v. 19, p. e0302009, 2024 (13668)- Fator de Impacto em 2023: 2,900.

55 SILVA, V. F. N. DA; MENEZES, F. F.; GONÇALVES, A. R.; MARTÍN, C.; ROCHA, G. J. M. Modulating the properties and structure of lignins produced by alkaline delignification of sugarcane bagasse pretreated with two different mineral acids at pilot-scale. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 263, p. 130111, 2024 (13672)- Fator de Impacto em 2023: 7,700.

56 SEREDIN, P. ; GOLOSHCHAPOV, D. ; EMEYANOVA, A.; EREMEEV, K. ; PESHKOV, Y. ; SHIKHALIEV, K. ; POTAPOV, A. ; IPPOLITOV , Y. ; KASHKAROV, V. ; NESTEROV, D. ; SHAPIRO, K. ; FREITAS, R. O.; MAHDY, I. A. Rapid Deposition of the Biomimetic Hydroxyapatite-Polydopamine-Amino Acid

Composite Layers onto the Natural Enamel. **ACS Omega**, v.9, n.15, p.17012–17027, 2024 (13679)
- Fator de Impacto em 2023: 3,700.

57 CAVALINI, C. ; RABAHI, C. R. ; BRITO, C. S. DE ; LEE, E. ; TOLEDO, J. R. ; CAZETTA, F. F. ; OLIVEIRA, R. B. F. DE ; ANDRADE, M. B. ; HENINI, M. ; ZHANG, Y. ; KIM, J. ; BARCELOS, I. D. ; GOBATO, Y. G. Revealing localized excitons in WSe₂/b-Ga₂O₃. **Applied Physics Letters**, v.124, p. 142104, 2024 (13680)- Fator de Impacto em 2023: 3,500.

58 MARÇAL, L. A. B.; DIERKS, H. ; BUSHLYA, V. ; LAZAR, I. ; DZHIGAEV, D. ; REN, Z. ; RYSOV, R. ; BJÖRLING, A. ; SPRUNG, M. ; MIKKELSEN, A. ; LENRICK, F. ; SAOUBI, R. M. ; WALLENTIN, J. Spatially resolved structural and chemical properties of the white layer in machined Inconel 718 super alloy. **Materials & Design**, v. 239, p. 112789, 2024 (13682)- Fator de Impacto em 2023: 7,600.

59 CANDIOTTO, G.; SILVA, F. R. ; COSTA, D. G. DA; CAPAZ, R. B. Strain, anharmonicity, and finite-size effects on the vibrational properties of linear carbon chains. **Physical Review B**, v.109, p. 045405, 2024 (13684)- Fator de Impacto em 2023: 3,200.

60 MARÇAL, L. A. B.; LAMERS, N. ; HAMMARBERG, S. ; ZHANG, Z. ; CHEN, H. ; DZHIGAEV, D. ; GOMEZ-GONZALEZ, M. A. ; PARKER, J. E. ; BJÖRLING, A. ; MIKKELSEN, A. ; WALLENTIN, J. Structural and chemical properties of anion exchanged CsPb(Br(1-x)Cl_x)₃ heterostructured perovskite nanowires imaged by nanofocused x-rays. **Nanotechnology**, v. 35, p. 265710, 2024 (13685)- Fator de Impacto em 2023: 2,900.

61 SANTOS, L. N.; COSTA, A. M. S.; NIKOLOV, M. ; CARVALHO, J. E. ; SAMPAIO, A. C. ; STOCKDALE, F. E. ; WANG, G. F. ; CASTILLO, H.A.; GRIZANTE, M. B. ; DUDCZIG, S. ; VASCONCELOS, M. ; ROSENTHAL, N. ; JUSUF, P. R. ; NIM, H. T. ; GUARNIERI, J. P. DE O. ; MATOS, T. G. DE F. ; NIKOVITS JR., W. ; TAMBONES, I. L. ; FIGUEIRA, A. C. M.; SCHUBERT, M.; RAMIALISON, M. ; XAVIER NETO, J. Unraveling the evolutionary origin of the complex Nuclear Receptor Element (cNRE), a cis-regulatory module required for preferential expression in the atrial chamber. **Communications Biology**, v.7, p. 371, 2024 (13688)- Fator de Impacto em 2023: 5,200.

62 VITORIA, L. DOS S. ; CASSAR, D. R. ; LALIC, S. DE S. ; NASCIMENTO, M. L. F. Using a simple radial basis function neural network to predict the glass transition temperature of alkali borate glasses. **Journal of Non-Crystalline Solids**, v. 629, p. 122870, 2024 (13689)- Fator de Impacto em 2023: 3,200.

63 FIUZA, T. E. R.; FOCASSIO, B. ; BETTINI, J.; SCHLEDER, G. R. ; RODRIGUES, M. H. DE M. ; SOUZA JR., J. B.; FAZZIO, A.; CAPAZ, R. B.; LEITE, E. R. Visualization of electron beam-induced desintering of nanostructured ceramics at the atomic scale. **Cell Reports Physical Science**, v. 5, p. 101828, 2024 (13690)- Fator de Impacto em 2023: 7,900.

64 ANDRADE, G. C. DE ; LANG, R.; BETTINI, J.; SANTOS, A. O. DOS; CARDOSO, L. P. Xenon Nanobubbles and Residual Defects in Annealed Xe-Implanted Si(001): Analysis by the Combination of Advanced Synchrotron X-Ray Diffraction and Transmission Electron Microscopy Techniques. **Advanced Materials Technologies**, v.9, n.12, p.2301621, 2024 (13691)- Fator de Impacto em 2023: 6,400.

65 RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, J. S. ; GÓMEZ, M. A. P. ; FURTADO, O. P. ; VASCONCELOS, D. L. M.; AYALA, A. P.; PASCHOAL, C. W. A.; KUTELAK, L. O. ; LOMBARDI, G. A. ; REIS, R. D. CsCuCl₃ perovskite-

like compound under extreme conditions. **Physical Review B**, v.109, p.054116, 2024 (13695)- Fator de Impacto em 2023: 3,200.

66 CASTRO, S. G. Q.; COSTA, V. E.; CASTRO, S. A. Q.; CARVALHO, J. L. N.; BORGES, C. D.; CASTRO, R. A. DE ; KÖLLN, O. T.; FRANCO, H. C. J. Fertilizer Application Method Provides an Environmental-Friendly Nitrogen Management Option for Sugarcane. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v.24, p.3195–3208, 2024 (13696)- Fator de Impacto em 2023: 3,400.

67 MARQUES, R. E.; SHIMIZU, J. F. ; NOGUEIRA, M. L.; VASILAKIS, N. Current challenges in the discovery of treatments against Mayaro fever. **Expert Opinion on Therapeutic Targets**, v.28, n.5, p.345-356, 2024 (13703)- Fator de Impacto em 2023: 4,600.

68 GALLO, J. M. R.; AUGUSTO, T. DE M. ; LÓPEZ-CASTILLO, A. ; RIBEIRO, M. C. ; ROCHA, T. C. R.; OSMARI, T. A.; LACERDA, C. R.; COSTA, M. S. ; MARQUES, C. M. P.; ZANCHET, D.; OSPINA RAMIREZ, C. A.; LEITE, E. R.; BUENO, J. M. C. Fine-tuning the electronic properties of Au toward two-dimensional clusters with higher activity for ethanol conversion. **Journal of Catalysis**, v.432, p. 115441, 2024 (13706)- Fator de Impacto em 2023: 6,500.

69 MASOUMI, M.; RAHMATI, S. ; SARAIVA, B. R. ; MARÇAL, L. A. B.; BÉRES, M.; ABREU, H. F. G. DE High-pressure phase transformations and lattice distortions in industrial AISI 1070 steel: Insights from Debye-Scherrer ring integration. **Materials Science and Engineering A-Structural Materials Properties Microstructure and Processing**, v.897, p. 146363, 2024 (13707)- Fator de Impacto em 2023: 6,100.

70 PIVA, M. M.; WAWRZYNCZAK, R. ; KUMAR, N. ; KUTELAK, L. O. ; LOMBARDI, G. A. ; REIS, R. D.; FELSER, C.; NICKLAS, M. Importance of the semimetallic state for the quantum Hall effect in HfTe5. **Physical Review Materials**, v.8, n.4, p.L041202, 2024 (13709)- Fator de Impacto em 2023: 3,100.

71 CADORE, A. R.; ORE, A. S. M. V. ; STEINBERG, D. ; ZAPATA, J. D. ; SOUZA, E. A. T. DE ; BAHAMON, D. A.; MATOS, C. J. S. DE Investigation of the nonlinear optical frequency conversion in ultrathin franckeite heterostructures. **Journal of Applied Physics**, v.135, n.8, p. 084301, 2024 (13712)- Fator de Impacto em 2023: 2,700.

72 BAZZANO, C. DE F. ; FELÍCIO, R. DE ; ALVES, L. F. G. ; COSTA, J. H. ; ORTEGA, R. ; VIEIRA, B. D.; URANO, R. P. DE M. ; FURTADO, L. C. ; FERREIRA, E. L. ; GUBIANI, J. R. ; BERLINCK, R. G. S.; LOTUFO, L. V. C; TELLES, G. P.; TRIVELLA, D. B. B. NP3 MS Workflow: An Open-Source Software System to Empower Natural Product-Based Drug Discovery Using Untargeted Metabolomics. **Analytical Chemistry**, v.96, n.19, p.7460-7469, 2024 (13713)- Fator de Impacto em 2023: 6,700.

73 DOBRZANSKI, E. ; FERREIRA, E. S.; TIWARY, P. ; AGRAWAL, P. ; CHEN, R. ; CRANSTON, E. D. Size-structure-property relationship of wood particles in aqueous and dry insulative foams. **Carbohydrate Polymers**, v.335, p. 122077, 2024 (13717)- Fator de Impacto em 2023: 10,700.

74 MACCHIUTTI, C. ; JESUS, J. R.; CARNEIRO, F. B. ; BUFAIÇAL, L.F. S.; KLEIN, R. A. ; ZHANG, Q.; KIRKHAM, M. ; BROWN, C. M. ; REIS, R. D.; PEREZ, G. ; BITTAR, E. M. Tuning the spontaneous exchange bias effect in La_{1.5}Sr_{0.5}CoMnO₆ with sintering temperature. **Physical Review Materials**, v.8, n.4, p. 044408, 2024 (13718)- Fator de Impacto em 2023: 3,100.

75 DE NIZ, M. ; ESCOBEDO GARCÍA, R. ; TERÁN RAMIREZ, C. ; PAKOWSKI, Y. ; ABONZA, Y. ; BIALY, N. ; ORR, V. L. ; OLIVERA, A. ; ABONZA, V. ; ALLEVA, K. ; ALLODI, S. ; ALMEIDA, M. F. ; CUEVAS, A. R.

B. ; BONNET, F. ; SOLORIO, A. B. ; CHEW, T. L. ; CHIABRANDO, G. ; CIMINI, B. ; CLERET-BUHOT, A. ; CONTRERAS JIMÉNEZ, G. ; DAZA, L. ; DE SÁ, V. ; DE VAL, N. ; DELGADO-ÁLVAREZ, D. L. ; ELICEIRI, K. ; FIOKA, R. ; GRECCO, H. ; HANEIN, D. ; HERNÁNDEZ HERRERA, P. ; HOCKBERGER, P. ; HERNANDEZ, H. O. ; HERNANDEZ GUADARRAMA, Y. ; ITANO, M. ; JACOBS, C. A. ; JIMÉNEZ-GARCÍA, L. F. ; SABININA, V. J. ; KAMAID, A. ; KEPPLER, A. ; KUMAR, A. ; LACOSTE, J. ; LOVY, A. ; PHELPS, K. L. ; JANSEN, A. M. ; MALACRIDA, L. ; MEHTA, S. B. ; MILLER, C. ; MIRANDA, K. ; MOORE, J. A. ; NORTH, A. ; O'TOOLE, P. ; URBANO, M. O. ; PIETRASANTA, L. I. ; PORTUGAL, R. V. ; ROSII, A. H. ; SANCHEZ CONTRERAS, J. ; CASTILLA, C. S. DE ; SOLDEVILA, G. ; VALE, B. ; VAZQUEZ, D. ; WOOD, C. ; BROWN, C. M. ; GUERRERO, A. Building momentum through networks: Bioimaging across the Americas. **Journal of Microscopy**, v.294, n.3, p.420-439, 2024 (13719)- Fator de Impacto em 2023: 1,500.

76 OLIVEIRA, R. C. DE ; BARROS, A. J. ; ANDRADE, G. C. DE ; PARAGUASSU, W. ; REMÉDIOS, C. M. R. High pressures studies on bis(L-alaninate)copper(II) by Raman spectroscopy and synchrotron X-ray diffraction. **Spectrochimica Acta Part A-Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v.316, p.124353, 2024 (13722)- Fator de Impacto em 2023: 4,300.

77 THOMAZ, K. T. C. ; RODRÍGUEZ-GUTIÉRREZ, I. ; SOUZA, F. L. DE Bulk and interface engineering with the combined addition of Na⁺ and E⁵⁺ (E = Nb⁵⁺, Ta⁵⁺) in the design of hematite photoanodes. **Materials Letters**, v. 365, p. 136471, 2024 (13735)- Fator de Impacto em 2023: 2,700.

78 PENA, R. B. ; SILVEIRA, R. A. DA ; HIPPLER, G. DE L. ; EVARISTO, L. DE L. ; CORRÊA, L. E. ; CARMO, DANUSA ; SOUZA NETO, N. M. ; PEREIRA, A. S. ; KANEKO, U. F. ; BUCHNER, S. ; REIS, R. D. EMA beamline at Sirius: A versatile platform to probe glass and glass ceramics under extreme thermodynamic conditions. **International Journal of Applied Glass Science**, v.15, n.4, p.331-341, 2024 (13737)- Fator de Impacto em 2023: 2,100.

79 ALLEC, S. I. ; LU, X. ; CASSAR, D. R. ; NGUYEN, X. T. ; HEGDE, V. I. ; MAHADEVAN, T. ; PETERSON, M. ; DU, J. ; RILEY, B. J. ; VIENNA, J. D. ; SAAL, J. E. Evaluation of GlassNet for physics-informed machine learning of glass stability and glass-forming ability. **Journal of the American Ceramic Society**, v.107, n.12, p.7784-7799, 2024 (13739)- Fator de Impacto em 2023: 3,500.

80 FONSECA, A. F. V. DA ; SCALON, L. ; VALE, B. R. C. ; GUAITA, M. G. D. ; BETTINI, J. ; BRANDÃO, Z. C. ; ZAGONEL, L. F. ; PADILHA, L. A. ; NOGUEIRA, A. F. In Situ PL Tracking of Halide Exchange at 3D/QD Heterojunction Perovskite Solar Cells. **ACS Energy Letters**, v. 9, p. 3177-3186, 2024 (13743)- Fator de Impacto em 2023: 19,300.

81 GRANATO, D. C. ; CARNIELLI, C. M. ; TRINO, L. D. ; LOPES, A. F. B. ; CÂMARA, G. A. ; NORMANDO, A. G. C. ; RIBEIRO FILHO, H. V. ; DOMINGUES, R. R. ; YOKOO, S. ; PAULETTI, B. A. ; PATRONI, F. M. DE S. ; SANTOS- SILVA, A. R. ; LOPES, M. A. ; BRANDÃO, T. B. ; RIBEIRO, A. C. P. ; OLIVEIRA, P. S. L. DE ; TELLES, G. P. ; PAES LEME, A. F. Mapping Conformational Changes in the Saliva Proteome Potentially Associated with Oral Cancer Aggressiveness. **Journal of Proteome Research**, v. 23, p. 2148-2159, 2024 (13747)- Fator de Impacto em 2023: 3,800.

82 MONDO, G. B. ; CATHCARTH, M. ; LONGO, G. S. ; PICCO, A. S. ; CARDOSO, M. B. Short Zwitterionic Sulfobetaine-Modified Silica Nanoparticles: Is Neutrality Possible?. **Langmuir**, v. 40, p. 10856-10867, 2024 (13753)- Fator de Impacto em 2023: 3,700.

83 GUIDO, V. S. ; OLIVIERI, JR., P. H. ; BRITO, M. L. ; PREZOTO, B. C. ; MARTINEZ, D. S. T.; OLIVA, M. L. V.; SOUSA, A. A. Stealth and Biocompatible Gold Nanoparticles through Surface Coating with a Zwitterionic Derivative of Glutathione. **Langmuir**, v. 40, p. 12167-12178, 2024 (13755)- Fator de Impacto em 2023: 3,700.

84 SANTOS, T. M. ; LUIZ, S. A. L.; MAYER, R. A.; VOLPE, L. M. ; RODRIGUES, G. M. ; MEYER, B. C.; WESTFAHL JR., H.; FREITAS, R. O. Synchrotron infrared nanospectroscopy in fourth-generation storage rings. **Journal of Synchrotron Radiation**, v. 31, p. 547-556, 2024 (13756)- Fator de Impacto em 2023: 2,400.

85 MOURA, J. P. C. ; LUCCHETTI, L. E. B. ; FERNANDES, C. M. ; TRENCH, A. B. ; LANGE, C. N. ; BATISTA, B. L.; ALMEIDA, J. M. DE ; SANTOS, M.C. DOS Experimental and theoretical studies of WO₃/Vulcan XC-72 electrocatalyst enhanced H₂O₂ yield ORR performed in acid and alkaline medium. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 12, p. 113182, 2024 (13780)- Fator de Impacto em 2023: 7,400.

86 ALVES, F. B. ; ANDRADA, H. E.; FICO, B. A. ; REINALDI, J. S. ; TAVARES, D. DE O.; SQUARISI, I. S. ; MONTANHA, G. S.; NUEVO, L. G.; CARVALHO, H. W. P.; PÉREZ, C. A.; MOLINA, E. F. Facilitating Seed Iron Uptake through Amine-Epoxy Microgels: A Novel Approach to Enhance Cucumber (*Cucumis sativus*) Germination. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.72, n.26, p. 14570–14580, 2024 (13781)- Fator de Impacto em 2023: 5,700.

87 AVELINO, T. M. ; PROVENCIO, M. G. A. ; PERONI, L. A.; DOMINGUES, R. R.; TORRES, F. R. ; OLIVEIRA, P. S. L. DE; PAES LEME, A. F.; FIGUEIRA, A. C. M. Improving obesity research: Unveiling metabolic pathways through a 3D In vitro model of adipocytes using 3T3-L1 cells. **PloS One**, v. 19, p. e0303612, 2024 (13783)- Fator de Impacto em 2023: 2,900.

88 PLANTE, K. S.; PLANTE, J. A.; AZAR, S. R. ; SHINDE, D. P. ; SCHARTON, D.; VERSIANI, A. F. ; SILVA, N. I. O.; STRANGE, T.; SACCHETTO, L. ; FOKAM, E. B. ; ROSSI, S. L. ; WEAVER, S. C. ; MARQUES, R. E.; NOGUEIRA, M. L.; VASILAKIS, N. Potential of Ilhéus virus to emerge. **Heliyon**, v. 10, p. e27934,2024 (13785)- Fator de Impacto em 2023: 3,400.

89 PAES LEME, A. F.; YOKOO, S.; NORMANDO, A. G. C.; ORMONDE, J. V. S. ; DOMINGUES, R. R.; CRUZ, F. F. ; SILVA, P. L. ; SOUZA, B. S. F. ; SANTOS, C. C. DOS ; FARIA NETO, H. C. ; MARTINS, C. M. ; PACHECO, M. L.; ROCCO, P. R. M. Proteomics of serum-derived extracellular vesicles are associated with the severity and different clinical profiles of patients with COVID-19: An exploratory secondary analysis. **Cytotherapy**, v. 26, p. 444-455, 2024 (13786)- Fator de Impacto em 2023: 3,700.

90 WASSANO, N. S. ; SILVA, G. B. ; REIS, A. H. ; GERHARDT, J. A. ; ANTONIEL, E. P. ; AKIYAMA, D.; REZENDE, C. P. ; NEVES, L. X.; VASCONCELOS, E. J. R. ; FIGUEIREDO, F. L.; ALMEIDA, F. ; CASTRO, P. A. DE; PINZAN, C. F.; GOLDMAN, G. H.; PAES LEME, A. F.; FILL, T. P.; MORETTI, N. S. ; DAMÁSIO, A. R. DE L. Sirtuin E deacetylase is required for full virulence of *Aspergillus fumigatus*. **Communications Biology**, v.7, n.1, p. 704, 2024 (13788)- Fator de Impacto em 2023: 5,200.

91 CONSTANTINO, J. S. F. ; MESQUITA, I. D. S. ; SEGUNDO, J. D. P. M. ; MOREIRA FILHO, R. N. F. ; ARAÚJO, A. B. DE ; FERREIRA, M. V. P. ; ALMEIDA, J. J. A. ; SILVA, G. S. DA ; SOUZA, F. F. P. ; LOREVICE, M. V. ; ANDRADE, F. K. ; BEPPU, M. M.; LEAL, K. A.; VIEIRA, R. S. Antiviral and Nontoxic Dermal Iron

Oxide Nanoparticle/Biopolymer Coatings for Cotton Fabric. **ACS Applied Nano Materials**, v. 7, p. 13991-14004, 2024 (13792)- Fator de Impacto em 2023: 5,300.

92 SOUZA, G. F. DA ; MAGALHÃES, L. F. ; CARVALHO, T. A. DE S.; FERREIRA, D. L. ; PEREIRA, R. S.; CUNHA, T. R. DA; BETTINI, J.; SCHIAVON, M. A.; VIVAS, M. G. Probing the cw-Laser-Induced Fluorescence Enhancement in CsPbBr₃ Nanocrystal Thin Films: An Interplay between Photo and Thermal Activation. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v.16, n.26, p.34303–34312, 2024 (13794) - Fator de Impacto em 2023: 8,300.

93 HASIMOTO, L. H. ; ARAUJO, A. B. S. DE; LOURENÇO, C.; SILVA, L. DAS M.; CANDIOTO, G. ; LEITE, E. R.; CAPAZ, R. B.; SANTHIAGO, M. Strain and defect-engineering on the basal plane of ultra-large MoS₂ monolayers attached onto stretchable gold electrodes. **Journal of Materials Chemistry A**, v.12, p.17338-17349, 2024 (13795)- Fator de Impacto em 2023: 10,700.

94 BRITO, A. C. F. DE ; SOUSA, S. M. DE ; MORAIS, H. L. O. DE; COSTA, P. H. M. DA ; MEDRADO, N. V.; PRADO, M. DE C.; BARCELOS, I. D.; ALVARENGA, E. L. F. C. DE ; NEVES, B. R. A.; BARBOZA, A. P. M. ; MANHABOSCO, T. M. Cutting-edge collagen biocomposite reinforced with 2D nano-talc for bone tissue engineering. **Nanomedicine-Nanotechnology Biology And Medicine**, v. 60, p. 102756, 2024 (13805)- Fator de Impacto em 2023: 4,200.

95 FREIRE, R. L. H. ; LIMA, F. C. DE ; MIWA, R. H.; FAZZIO, A. Exploring Topological Transport in Pt₂HgSe₃ Nanoribbons: Insights for Spintronic Device Integration. **Physical Review B**, v.110, n.3, p.035111, 2024 (13814)- Fator de Impacto em 2023: 3,200.

96 LEZCANO, M. S. ; GRACIA, E. S. CRUZ DE ; MORI, T. J. A. Gravitational Acceleration—A Smartphone Approach with the Magnetic Ruler. **Physics Teacher**, v. 62, p. 191-193, 2024 (13815)- Fator de Impacto em 2023: 0,500.

97 VALÉRIO, A. ; TRINDADE, F. J.; PENACCHIO, R. F. S; CISI, B. ; DAMASCENO, S. ; ESTRADIOTE, M. B. ; RODELLA, C. B.; FERLAUTO, A. S.; KYCIA, S. W.; MORELHÃO, S. L. Implications of size dispersion on X-ray scattering of crystalline nanoparticles: CeO₂ as a case study. **Journal of Applied Crystallography**, v. 57, p. 793-807, 2024 (13818)- Fator de Impacto em 2023: 5,200.

98 BRIOIS, V.; NELAYAH, J.; LA FONTAINE, C.; ROUDENKO, O.; BEAUVOIS, A.; PASSOS, A. R.; ALLOYEAU, D. Multimodal Insights of Regeneration Dynamics of Spent Bimetallic Catalysts by Full Field Hyperspectral Quick-EXAFS Imaging and Environmental Transmission Electron Microscopy. **ChemCatChem**, v.16, n.18, p.e202400352, 2024 (13823)- Fator de Impacto em 2023: 3,800.

99 ESTRADA, F. R.; GOBBI, ARIEL M. ; DAMJANOVIC, D.; GARCIA, D. Polar orientation and extension in a novel crystallographic model for PbTiO₃-based perovskites explaining the experimental ferroelectric thermal anomalies. **Journal of Applied Crystallography**, v. 57, p. 808-817, 2024 (13827)- Fator de Impacto em 2023: 5,200.

100 CASSINA- LOPEZ, B. G. ; MARCUCCI , M. C. ; ROCCO, S. A.; SFORÇA, M. L.; EBERLIN, M. N.; HEWITSON , P.; IGNATOVA, S. ; SAWAYA, A. C. H. F. Preparative Fractionation of Brazilian Red Propolis Extract Using Step-Gradient Counter-Current Chromatography. **Molecules**, v. 29, p. 2757, 2024 (13828)- Fator de Impacto em 2023: 4,200.

101 MIQUELES, E. X.; KALILE, T. A.; TONIN, Y. R. Schwartz Symmetry Condition for Coherent Diffraction Imaging Patterns. **Symmetry-Basel**, v. 16, p. 399, 2024 (13829)- Fator de Impacto em 2023: 2,200.

102 MUÑOZ, S. M. ; VALLEJOS-BACCELLIERE, G. ; MANUBENS, A. ; SALAZAR, M. L. ; NASCIMENTO, A. F. Z.; TAPIA-REYES, P. ; MENESES, C. ; AMBROSIO, A. L. B.; BECKER, M. I. ; GUIXÉ- LEGUÍA, V.; CASTRO-FERNANDEZ, V. Structural insights into a functional unit from an immunogenic mollusk hemocyanin. **Structure**, v. 32, p. 812-823.e4, 2024 (13831)- Fator de Impacto em 2023: 4,400.

103 GANZERLA, M. D. ; INDOLFO, N. C.; OLIVEIRA, L. C. M. ; DORATIOTO, T. R.; AVELINO, T. M. ; AZEVEDO, R. J. DE ; TOFANI, L. B. ; TERRA, M. F. ; ELIAS, G. B.; SOUSA, I. L. ; ALBORGHETTI, M. R.; ROCCO, S. A.; ARROTEIA, K. F. ; FIGUEIRA, A. C. M. Unveiling the intricacies of BPA and BPS: comprehensive insights into its toxic effects using a cutting-edge microphysiological system. **Toxicology in Vitro**, v. 98, p. 105849,2024 (13840)- Fator de Impacto em 2023: 2,600.

104 KUTELAK, L. O. ; SEREIKA, R. ; FABRIS, G. F. L.; FRANCISCO, L. H.; LOMBARDI, G. A. ; POLDI, E. H. DE T.; ZHAO, J.; ALP, E. E.; SOUZA NETO, N. M.; ROSA, P. F. S. ; HASKEL, D.; BI, W.; REIS, R. D. Valence instability and collapse of ferromagnetism in EuB at high pressures. **Journal of Magnetism and Magnetic Materials**, v. 603, p. 172203, 2024 (13842)- Fator de Impacto em 2023: 2,500.

105 GONÇALVES, R. DE O. ; FREITAS, L. V. C.; CHACHAM, H.; FREITAS, R. O.; MOREIRA, R. L.; CHEN, H. ; HAMMARBERG, S. ; WALLENTIN, J. ; RODRIGUES JR., G.; MARÇAL, L. A. B.; ANDRADE, G. C. DE ; CADORE, A. R.; KRAMBROCK, K.; BARCELOS, I. D.; MALACHIAS, A. Water Nanochannels in Ultrathin Clinoclone Phyllosilicate Mineral with Ice-like Behavior. **Journal of Physical Chemistry C**, v.128, n.34, p.14388–14398, 2024 (13843)- Fator de Impacto em 2023: 3,300.

106 WASQUES, V. F. A numerical approach to fuzzy partial differential equations with interactive fuzzy values: application to the heat equation. **Computational & Applied Mathematics**, v.43, n.6, p.331, 2024 (13858)- Fator de Impacto em 2023: 2,500.

107 ZHANG, P. ; CAO, M. ; CHETWYND, A. J.; FASERL, K. ; MONIKH, F. A. ; ZHANG, W. ; RAMAUTAR, R. ; ELLIS, L.- J. A. ; DAVOUDI, H. H. ; REILLY, K. ; CAI, R. ; WHEELER, K. E. ; MARTINEZ, D. S. T.; GUO, Z. ; CHEN, C. ; LYNCH, I. Analysis of nanomaterial biocoronas in biological and environmental surroundings. **Nature Protocols**, v.19, p.3000–3047, 2024 (13861)- Fator de Impacto em 2023: 13,100.

108 BORDONAL, R. O. DE; TENELLI, S. ; OLIVEIRA, D. M. DA S. ; CHAGAS, M. F.; CHERUBIN, M. R.; WEILER, D. A. ; CAMPBELL, E. ; GONZAGA, L. C. ; BARBOSA, L. C.; CERRI, C. E. P.; CARVALHO, J. L. N. Carbon savings from sugarcane straw-derived bioenergy: Insights from a life cycle perspective including soil carbon changes. **Science of the Total Environment**, v. 947, p. 174670, 2024 (13863) - Fator de Impacto em 2023: 8,200.

109 BARRETO, R. R.; FONTENELE, G. R.; FREITAS, L. V. C.; MARÇAL, L. A. B.; SILVA, W. S. E; RODRIGUES JR., G.; MIQUITA, D. R.; ALI, K. ; CARBONE, D. ; MAZZONI, M. S. C.; MALACHIAS, A.; PANIAGO, R. M. Coexistence of Surface Electronic Confinement and Topological States in Sb4Te3. **ACS Applied Electronic Materials**, v. 6, p. 5347-5358, 2024 (13864)- Fator de Impacto em 2023: 4,300.

110 BIMESTRE, T. A.; ROCHA, G. J. M.; VICENTE, V. M. N.; GÓMEZ, E. O.; RODRIGUES, R. C. L. B.; CANETTIERI, E. V. Estimating slow pyrolysis products and standard enthalpy values of cellulignins from sugarcane bagasse, barley straw and Eucalyptus grandis: a comprehensive analysis using physical–chemical and thermal data. **Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering**, v.46, n.8, p.502, 2024 (13867)- Fator de Impacto em 2023: 1,800.

111 ANDRADE, A. E. R. DE ; WASQUES, V. F. Fixed-Point Theorems for Fuzzy Mappings. **Mathematics**, v. 12, p. 2165, 2024 (13869)- Fator de Impacto em 2023: 2,300.

112 PESSANHA, E. DO C. ; PAIVA, V. M. ; MORI, T. J. A.; SOLER, L. ; CANABARRO, B. R. ; JARDIM, P. M. ; D'ELIA, E. ; LLORCA, J.; MARINKOVIC, B. A. Mechanochemical approach towards optimized Ni²⁺ spin configuration in NiO/TiO₂ heterojunction with enhanced solar-driven H₂ photoproduction. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 80, p. 528-541, 2024 (13871)- Fator de Impacto em 2023: 8,100.

113 CALA, P. J. F. ; DARIANI, G. G. ; VEIGA, E. T. A. ; MACEDO, P. H. D. ; PAULA, A. J. DE; ALMEIDA, J. M. DE Predictive Modeling of Surface Tension in Chemical Compounds: Uncovering Crucial Features with Machine Learning. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.35, n.12, p. e20240110, 2024 (13878)- Fator de Impacto em 2023: 1,300.

114 AUGUSTO, I.; DIAS, W. G. ; SCHOIJET, A. ; ALONSO, G. D. ; PORTUGAL, R. V.; SOUZA, W. DE ; JIMENEZ, V. ; MIRANDA, K. Quantitative assessment of the nanoanatomy of the contractile vacuole complex in Trypanosoma cruzi. **Life Science Alliance**, v. 7, p. e202402826, 2024 (13880)- Fator de Impacto em 2023: 3,300.

115 BONANDO, M. G. ; MOREIRA, G. M. M. ; FERNANDES, N. M. M. ; STEINBERG, D. ; CADORE, A. R.; SILVA, C. DE C. C. E; SAITO, L. A. M. The impact of different flexible substrates on the photothermal reduction quality of graphene oxide. **Nanoscale Advances**, v.6, p.4604-4610, 2024 (13884)- Fator de Impacto em 2023: 4,600.

116 NAGAI, A.; LEMES, R. B.; MILL, J. G. ; PEREIRA, A. DA C.; MARQUES, R. E.; HÜNEMEIER, T. The seroconversion history to SARS-CoV-2 in Indigenous people from Brazil – the interplay between exposure, vaccination, and tuberculosis. **Frontiers in Immunology**, v.15, p. 1359066, 2024 (13885) - Fator de Impacto em 2023: 5,700.

117 AYRES, L. B. ; PIMENTEL, G. J. C. ; COSTA, J. N. Y. ; PIAZZETTA, M. H. O.; GOBBI, A. L.; SHIMIZU, F. M.; GARCIA, C. D.; LIMA, R. S. Ultradense Array of On-Chip Sensors for High-Throughput Electrochemical Analyses. **ACS Sensors**, v. 9, p. 4089-4097, 2024 (13887)- Fator de Impacto em 2023: 8,200.

118 SILVA, F. M. C. DA ; SZOSTAK, R.; GUAITA, M. G. D. ; TEIXEIRA, V. C.; NOGUEIRA, A. F.; TOLENTINO, H. C. N. X-ray dose effects and strategies to mitigate beam damage in metal halide perovskites under high brilliance X-ray photon sources. **Energy Materials**, v. 4, p. 400058, 2024 (13889)- Fator de Impacto em 2023: 11,800.

119 SANTOS, E. A. ; AMARAL, M. M.; DAMASCENO, B. S. ; SILVA, L. M. DA ; ZANIN, H. G.; WEKER, J. N. ; RODELLA, C. B. Advanced in situ/operando characterizations of lithium-sulfur batteries: A sine qua non. **Nano Energy**, v. 130, p. 110098, 2024 (13891)- Fator de Impacto em 2023: 16,800.

120 LUZ, E. P. C. G. ; SILVA, T. F. DA ; MARQUES, L. S. M. ; ANDRADE, A. ; LOREVICE, M. V. ; ANDRADE, F. K. ; YANG, L. ; SOUZA FILHO, A. G.; FARIA, A. F.; VIEIRA, R. S. Bacteria-Derived Cellulose Membranes Modified with Graphene Oxide-Silver Nanoparticles for Accelerating Wound Healing. **ACS Applied Bio Materials**, v. 7, p. 5530-5540, 2024 (13893)- Fator de Impacto em 2023: 4,600.

121 ACOSTA, M. H. R. ; CASSAR, D. R. ; RODRIGUES, L. R. ; BALDIN, J. M. C. ; ZANOTTO, E. D. Diffusion proxies reveal the dynamic process in supercooled and glassy lithium diborate. **Ceramics International**, v. 50, p. 35549-35556, 2024 (13896)- Fator de Impacto em 2023: 5,100.

122 BOMEDIANO, M. P. ; SANTOS, M. I.; LOREVICE, M. V. ; ROMANO, G. B. ; SILVA, L. C. E.; SALLES JUNIOR, A. G. ; OLIVEIRA, M. G. DE Fast microwave-assisted methacrylation of Pluronics for photoinduced 3D printing. **MRS Communications**, v.14, p.1070–1077, 2024 (13900)- Fator de Impacto em 2023: 1,800.

123 SANTOS, E. A. ; POLICANO, M. C.; PINZÓN-CÁRDENAS, M. J.; GALANTINI, I. ; GONÇALVES, V. A. ; MAIA, F. C. B.; MACEDO, L. J. A. DE ; DOUBEK, G. ; FREITAS, R. G.; ZANIN, H. G. Operando FTIR study on water additive in lithium-sulfur batteries to mitigate shuttle effect. **Journal of Energy Chemistry**, v. 98, p. 702-713, 2024 (13907)- Fator de Impacto em 2023: 14,000.

124 FREITAS, V. M. DE S.; PASCHOALINO, W. J.; VIEIRA, L. C. S.; SILVA, J. M. ; COUTO, B. C.; GOBBI, A. L.; LIMA, R. S. Sensitive Monitoring of the Minimum Inhibitor Concentration under Real Inorganic Scaling Scenarios. **ACS Omega**, v.9, n.38, p.39724–39732, 2024 (13912)- Fator de Impacto em 2023: 3,700.

125 PINHEIRO JUNIOR, C. R. ; CARVALHO, J. L. N.; CANISARES, L. P. ; CERRI, C. E. P.; CHERUBIN, M. R. Soil carbon stocks in sugarcane cultivation: An evidence synthesis associated with land use and management practices. **Global Change Biology Bioenergy**, v.16, n.9, p. e13188, 2024 (13914)- Fator de Impacto em 2023: 5,900.

126 ANDRADE, A. E. R. DE ; WASQUES, V. F. The interactive fuzzy semigroup $(Ric + 1/2)$ and its algebraic structure properties. **Fuzzy Sets and Systems**, v. 486, p. 108970, 2024 (13920)- Fator de Impacto em 2023: 3,200.

127 SILVA, R. A. ; BATISTA, G. ; CASSANI, R. ; TEÓFILO, A. F. ; MARTINS, G. K. ; CASSAR, D. R. ; SERBENA, F.C.; CASSANJES, F. C.; POIRIER, G. Thermal, chemical, and mechanical properties of niobium phosphate glasses and glass-ceramics. **Ceramics International**, v. 50, p. 18618-18627, 2024 (13922)- Fator de Impacto em 2023: 5,100.

128 BENATTO, L. ; MESQUITA, O. ; PACHECO, K. R. M. ; ROMAN, L. S.; KOEHLER, M. ; CAPAZ, R. B.; CANDIOTTO, G. TMM-Sim: A versatile tool for optical simulation of thin-film solar cells. **Computer Physics Communications**, v. 300, p. 109206, 2024 (13923)- Fator de Impacto em 2023: 7,200.

129 XIAO, F. ; NHI NGUYEN, N. U. ; WANG, P. ; LI, S. ; HSU, C. C. ; THET, S. ; KIMURA, W. ; LUO, X. ; LAM, N. T. ; MENENDEZ-MONTES, I. ; ELHELALY, W. M. ; CARDOSO, A. C.; PEREIRA, A. H. M.; SINGH, R.; SADAYAPPAN, S.; KANCHWALA, M. ; XING, C; LADHA, F. A. ; HINSON, J. T. ; HAJJAR, R. J. ; HILL, J. A. ; SADEK, H. A. Adducin Regulates Sarcomere Disassembly During Cardiomyocyte Mitosis. **Circulation**, v. 150, p. 791-805, 2024 (13925)- Fator de Impacto em 2023: 35,500.

130 AZEVEDO, N. C. L. ; MEDEIROS, A. M. Z. DE; SILVA, G. H. DA; BRITO, M. L. ; FARIA, J. ; DELITE, F. DE S.; PAULA, A. J. DE; MARTINEZ, D. S. T. Biocorona Formation and Hemolytic Effects of

Graphene Oxide-Silver Nanoparticles. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.35, n.12, p. e20240148, 2024 (13927)- Fator de Impacto em 2023: 1,300.

131 FERREIRA, E. S.; SUGIHARTO, J. W. ; NYAMAYARO, K. ; MARTINEZ, D. S. T.; CRANSTON, E. D. Creating bulky papers with hydroxypropyl methylcellulose. **Cellulose**, v.31, p.8851–8862, 2024 (13928)- Fator de Impacto em 2023: 4,900.

132 TALARICO, M. C. R. ; DERCHAIN, S. F. M.; DA SILVA, L. F.; SFORÇA, M. L.; ROCCO, S. A.; CARDOSO, M. R. ; SARIAN, L. O. Z. Metabolomic Profiling of Breast Cancer Patients Undergoing Neoadjuvant Chemotherapy for Predicting Disease-Free and Overall Survival. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 25, p. 8639, 2024 (13939)- Fator de Impacto em 2023: 4,900.

133 ALEXEEV, E. M. ; PURSER, C. M. ; GILARDONI, C. M. ; KERFOOT, J. ; CHEN, H. ; CADORE, A. R.; ROSA, B. L. T.; FEUER, M. S. G.; JAVARY, E. ; HAYS, P. ; WATANABE, K. ; TANIGUCHI, T.; TONGAY, S. A. ; KARA, D. M. ; ATATURE, M. ; FERRARI, A. C. Nature of Long-Lived Moiré Interlayer Excitons in Electrically Tunable MoS₂/MoSe₂ Heterobilayers. **Nano Letters**, v. 24, p. 11232-11238, 2024 (13943)- Fator de Impacto em 2023: 9,600.

134 LEMOS, V. S. ; MORAES, D. A. DE; PATACA, I. DE L. ; VERRUMA, O. F. ; TORRES, C. P. ; TEIXEIRA-NETO, A. A.; RODRÍGUEZ-GUTIÉRREZ, I. ; JANES, D. B. ; LIMA, F. C. DE ; SOUZA, F. L. DE; LEITE, E. R.; FAZZIO, A.; SOUZA JR., J. B. Platinum Selenide Nanoparticle Synthesis and Reaction with Butyllithium Breaking the Long-Range Ordering Structure. **Chemistry of Materials**, v.36, n.18, p.8613–8622, 2024 (13945)- Fator de Impacto em 2023: 7,200.

135 BASEI, F. L.; MOURA, L. A. DOS R. ; FERREIRA, V. DA C. ; NASCIMENTO, A. F. Z.; KOBARG, J. Proximity Ligand Assay to Localize Proteins in DNA Damage Sites. **Jove-Journal of Visualized Experiments**, v. 210, p. e67072, 2024 (13946)- Fator de Impacto em 2023: 1,200.

136 FREITAS, G. P. ; CUNHA, P. I. C.; MAIA, A. A. D.; SANTOS, D. S. ; LOREVICE, M. V. ; GOUVEIA, R. F. Starch-based films: Tuning physical properties driven by nanocellulose-natural rubber latex composites. **Industrial Crops and Products**, v. 221, p. 119375, 2024 (13948)- Fator de Impacto em 2023: 5,600.

137 CASTRO, R. A. DE ; CASTRO, S. G. Q.; MENANDRO, L. M. S.; CASTRO, S. A. Q.; KUVA, M. A. ; CARVALHO, J. L. N. Study of Sugarcane Health Through Evaluating the Tolerance of Brazilian Green Cane Across Multiple Locations. **Journal of Crop Health**, v.76, p.1125–1136, 2024 (13950)- Fator de Impacto em 2023: 0,000.

138 NOGUEIRA, G. P. ; PETRIELLI, G. P. ; CHAGAS, M. F.; HENZLER, D. DE S.; SAMPAIO, I. L. DE M.; BONOMI, A.M.F.L.J.; JUNQUEIRA, T.L.; MORAIS, E. R. DE; HERNANDES, T. A. D. Supplying the ethanol demand for 2030 in Brazil as a land-based climate change mitigation alternative: Implications on greenhouse gases emissions. **Science of the Total Environment**, v. 951, p. 175782, 2024 (13952)- Fator de Impacto em 2023: 8,200.

139 MELO, V. S. DE ; MELO, R. R. DE; RADE, L. L.; MIYAMOTO, R. Y. ; MILAN, N; SOUZA, C. M. ; OLIVEIRA, V. M. DE; SIMÕES, I. T. ; LIMA, E. A. DE; GUILHERME, E. P. X. ; PINHEIRO, G. M. S. ; RAMOS, C. H. I.; PERSINOTI, G. F.; GENEROSO, W. C.; ZANPHORLIN, L. M. Thermoascus aurantiacus harbors an esterase/lipase that is highly activated by anionic surfactant. **Biochemical and**

Biophysical Research Communications, v. 733, p. 150572, 2024 (13953)- Fator de Impacto em 2023: 2,500.

140 JØRGENSEN, A. R. ; DUTRA, C. A. L. ; SANTANA, S. F. ; JENSEN, A. R. ; MARQUES, R. E.; AGUIAR, E. R. G. R. ; SHIK, J. Z. Two +ssRNA mycoviruses cohabiting the fungal cultivar of leafcutter ants. **Virology Journal**, v.21, n.11, p. 211, 2024 (13954)- Fator de Impacto em 2023: 4,000.

141 BACURAU, V. P. ; MOREIRA, P. A. F. P. ; BERTOLI, G. ; ANDREOLI, A. F. ; MAZZER, E. ; ASSIS, F. F. DE ; GARGARELLA, P. ; KOGA, G. Y. ; STUMPF, G. C. ; FIGUEROA, S. J. A.; WIDOM, M. ; KAUFMAN, M. ; FANTIN, A. ; CAO, Y.; FREITAS, R. ; MIRACLE, D. ; COURY, F. G. Comprehensive analysis of ordering in CoCrNi and CrNi₂ alloys. **Nature Communications**, v.15, n.1, p. 7815, 2024 (13956)- Fator de Impacto em 2023: 14,700.

142 FERNANDES, R. G.; MATTOS, E. A. DE; SILVA, V. M. P. DA ; VAN DER HEGGEN, D. ; SMET, P. F. ; MANZANI, D.; TEIXEIRA, V. C.; RODRIGUES, L. C. V. Translucent persistent luminescence glass matrix composite obtained by pressureless viscous sintering. **Materialia**, v. 38, p. 102222, 2024 (13968)- Fator de Impacto em 2023: 3,000.

143 LOURENÇO, L. F. A.; DANTAS, K. C. ; RIBEIRO JUNIOR, G.; PAES, V. R. ; ANDO, R. A.; FREITAS, R. O.; COSTA, O. M. M. M. DA ; RABELO, R. S. ; BISPO, K. C. S. ; OLIVEIRA, R. C. ; MAUAD, T. Microplastics in the Olfactory Bulb of the Human Brain. **JAMA Network Open**, v. 7, p. e2440018, 2024 (13980)- Fator de Impacto em 2023: 10,500.

144 MARTIM, D. B. ; BRILHANTE, A. J. V. C.; LIMA, A. R. ; PAIXÃO, D. A. A.; MARTINS JUNIOR, J. M. ; KASHIWAGI, F. M. ; WOLF, L. D.; COSTA, M. DA S. ; MENEZES, F. F.; PRATA, R. ; GAZOLLA, M. C. ; ARICETTI, J. A.; PERSINOTI, G. F.; ROCHA, G. J. M.; GIUSEPPE, P. O. Resolving the metabolism of monolignols and other lignin-related aromatic compounds in *Xanthomonas citri*. **Nature Communications**, v.15, n.1, p. 7994, 2024 (13981)- Fator de Impacto em 2023: 14,700.

145 FOCASSIO, B. ; SCHLEDER, G. R. ; FAZZIO, A.; CAPAZ, R. B.; LOPES, P. V. ; FERREIRA, J. ; ENDERLEIN, C. ; SILVA NETO, M. B. Magnetic control of Weyl nodes and wave packets in three-dimensional warped semimetals. **Physical Review Research**, v.6, n.3, p. 033289, 2024 (13982)- Fator de Impacto em 2023: 3,500.

146 MAYER, R. A.; WEHMEIER, L. ; TORQUATO, M. ; CHEN, X.; FERES, F. H. ; MAIA, F. C. B.; OBST, M.; KAPS, F. G. ; LUFERAU, A.; KLOPF, J. M. ; CORDER, S. N. G. ; BECHTEL, H. A. ; GONZALEZ, J. C.; VIANA, E. R. ; ENG, L. M. ; KEHR, S. C. ; FREITAS, R. O.; BARCELOS, I. D. Paratellurite Nanowires as a Versatile Material for THz Phonon Polaritons. **ACS Photonics**, v.11, n.10, p.4323–4333, 2024 (13983)- Fator de Impacto em 2023: 6,500.

147 GONÇALVES, R. DE O. ; YOSHIDA, A. B. B. ; RABAH, C. R. ; FREITAS, R. O.; TEIXEIRA, V. C.; MATOS, C. J. S. DE; GOBATO, Y. G. ; BARCELOS, I. D.; CADORE, A. R. Ultrathin natural biotite crystals as a dielectric layer for van der Waals heterostructure applications. **Nanotechnology**, v. 35, p. 505703, 2024 (13984)- Fator de Impacto em 2023: 2,900.

148 MANDELLI, F.; MARTINS, M. P. ; CHINAGLIA, M.; LIMA, E. A. DE; MORAIS, M. A. B. DE ; LIMA, T. B. DE; CABRAL, L. ; PIROLLA, R. A. S. ; FUZITA, F. J. ; PAIXÃO, D. A. A.; ANDRADE, M. DE O.; WOLF, L. D.; VIEIRA, P. S.; PERSINOTI, G. F.; MURAKAMI, M. T. A functionally augmented carbohydrate

utilization locus from herbivore gut microbiota fueled by dietary β -glucans. **NPJ Biofilms and Microbiomes**, v.10, n.1, p. 105, 2024 (13994)- Fator de Impacto em 2023: 7,800.

149 HUAMANI, A. L. ; LAUCIRICA, G. ; ALLEGRETTO, J. A. ; MOLARES, M. E. T. ; PICCO, A. S.; CEOLÍN, M. R.; PASSOS, A. R.; AZZARONI, O.; MAMISOLLÉ, W. A. ; RAFTI, M. Calcium chloride as an ionic response modulator in metal-organic framework-modified nanochannels (MOF@SSNs): enhancing ionic current saturation and selectivity. **Inorganic Chemistry Frontiers**, v.11, p.8627-8639, 2024 (13999)- Fator de Impacto em 2023: 6,100.

150 BARROS, M. C. DE; OLIVEIRA, A. P. S. DE ; SANTOS, F. G. DOS; SILVA, F. A. C. ; MENEZES, T. M. ; SEABRA, G. DE M. ; YONEDA, J. S.; COELHO, L. C. B. B.; MACEDO, M. L. R. ; NAPOLEÃO, T. H. ; LIMA, T. DE A. ; NEVES, J. L.; PAIVA, P. M. G. Carbohydrate-Binding Mechanism of the Coagulant Lectin from *Moringa oleifera* Seeds (cMoL) Is Related to the Dimeric Protein Structure. **Molecules**, v. 29, p. 4615, 2024 (14000)- Fator de Impacto em 2023: 4,200.

151 SILVA, C. E. DE P. DA; PICCO, A. S.; GALDINO, F. E.; AZEVEDO, M. DE B. M. DE ; CATHCARTH, M. ; PASSOS, A. R.; CARDOSO, M. B. Distinguishing Protein Corona from Nanoparticle Aggregate Formation in Complex Biological Media Using X-ray Photon Correlation Spectroscopy. **Nano Letters**, v. 24, p. 13293-13299, 2024 (14006)- Fator de Impacto em 2023: 9,600.

152 RIBEIRO, I. R.; SILVA, R. F. DA ; DOMINGUES, R. R.; PAES LEME, A. F.; CARDOSO, M. B. Dual-functionalized architecture enables stable and tumor cell-specific SiO₂NPs in complex biological fluids. **Beilstein Journal of Nanotechnology**, v. 15, p. 1238-1252, 2024 (14007)- Fator de Impacto em 2023: 2,600.

153 CASTRO, R. A. DE ; CASTRO, S. G. Q.; MENANDRO, L. M. S.; KUVA, M. A. ; CARVALHO, J. L. N. Effect of postharvest sugarcane straw amount and herbicides on *Digitaria* spp. control and green cane yield. **Weed Science**, v.72, n.5, p.604- 614, 2024 (14008)- Fator de Impacto em 2023: 2,200.

154 DAHL, S. ; COSTA, L. S. DA; BETTINI, J.; SOUZA, F. L. DE; CASTRO, R. H. R. Enhanced Thermodynamic Stability of Delithiated Nano-LiCoO₂ by Lanthanum Doping. **Journal of Physical Chemistry C**, v. 128, p. 18018-18028 (14011)- Fator de Impacto em 2023: 3,300.

155 OLIVEIRA, V. M. DE; MALOSPIRITO, C. C.; SILVA, F. B. DA ; VIDEIRA, N. B.; DIAS, M. N. G. ; SANCHES, M. N. ; LEITE, V. B. P.; FIGUEIRA, A. C. M. Exploring the Molecular Pathways of the Activation Process on PPAR γ Recurrent Bladder Cancer Mutants. **Journal of Chemical Physics**, v.161, n.16, p. 165102, 2024 (14012)- Fator de Impacto em 2023: 3,100.

156 RIBEIRO FILHO, H. V.; JARA, G. E. ; GUERRA, J. V. S.; CHEUNG, M. ; FELBINGER, N. ; PEREIRA, J. G. C.; PIERCE, B. G. ; OLIVEIRA, P. S. L. DE Exploring the potential of structure-based deep learning approaches for T cell receptor design. **PLoS Computational Biology**, v. 20, p. e1012489, 2024 (14013)- Fator de Impacto em 2023: 3,800.

157 PETRY, R.; ALMEIDA, J. M. DE ; COA, F.; LIMA, F. C. DE ; MARTINEZ, D. S. T.; FAZZIO, A. Interaction of graphene oxide with tannic acid: computational modeling and toxicity mitigation in *C. elegans*. **Beilstein Journal of Nanotechnology**, v. 15, p. 1297-1311, 2024 (14022)- Fator de Impacto em 2023: 2,600.

158 BRITO, C. S. DE ; ROSA, B. L. T. ; CHAVES, A. ; CAVALINI, C. ; RABAHI, C. R. ; FRANCO, D. F.; NALIN, M.; BARCELOS, I. D.; REITZENSTEIN, S. ; GOBATO, Y. G. Probing the Nature of Single-Photon

Emitters in a WSe₂ Monolayer by Magneto-Photoluminescence Spectroscopy. **Nano Letters**, v. 24, p. 13300-13306, 2024 (14027)- Fator de Impacto em 2023: 9,600.

159 MESSIAS, I.; WINKLER, M. E. G. ; COSTA, G. F. ; MARIANO, T. ; SOUZA JR., J. B.; NECKEL, I. T.; FIGUEIREDO, M. C. ; SINGH, N.; NAGAO, R. Role of Structural and Compositional Changes of Cu₂O Nanocubes in Nitrate Electroreduction to Ammonia. **ACS Applied Energy Materials**, v. 7, p. 9034-9044, 2024 (14029)- Fator de Impacto em 2023: 5,400.

160 LUZ, F. B. DA ; GONZAGA, L. C. ; CHERUBIN, M. R.; CASTIONI, G. A. F. ; CARVALHO, J. L. N. Soil health impact of long-term sugarcane vinasse recycling. **Biofuels Bioproducts & Biorefining-Biofpr**, v. 18, p. 2064-2077, 2024 (14031)- Fator de Impacto em 2023: 3,200.

161 MENDONÇA, D. C. ; MORAIS, S. T. DO B. ; CIOL, H. ; PINTO, A. P. A.; LEONARDO, D. A. L.; PEREIRA, H. D´M.; VALADARES, N. F.; PORTUGAL, R. V.; KLAHOLZ, B. P.; GARRATT, R. C.; ARAÚJO, A. P. U. DE Structural Insights into Ciona intestinalis Septins: Complexes Suggest a Mechanism for Nucleotide-dependent Interfacial Cross-talk. **Journal of Molecular Biology**, v. 436, p. 168693, 2024 (14033)- Fator de Impacto em 2023: 4,700.

162 NOGUEIRA, G. P. ; PETRIELLI, G. P. ; CHAGAS, M. F.; SAMPAIO, I. L. DE M.; MARTINS, L. Z. O. ; JUNQUEIRA, T.L.; MORAIS, E. R. DE; HERNANDES, T. A. D. Sustainability synergies and trade-offs considering circularity and land availability for bioplastics production in Brazil. **Nature Communications**, v.15, n.1, p. 8836, 2024 (14035)- Fator de Impacto em 2023: 14,700.

163 CUNHA, R. O. R. R.; GARCÍA- BASABE, Y.; LARRUDE, D. G.; GAMINO GOMES, M. ; LIMA, E.N. ; LIMA, F. C. DE ; FAZZIO, A.; REZENDE, S. M. ; AZEVEDO, A.; MENDES, J. B. S. Unraveling the Spin-to-Charge Current Conversion Mechanism and Charge Transfer Dynamics at the Interface of Graphene/WS₂ Heterostructures at Room Temperature. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v.16, n.41, p.56211-56220, 2024 (14044)- Fator de Impacto em 2023: 8,300.

164 ARINI, G. S.; MENCUCINI, L. G. S.; FELÍCIO, R. DE ; FEITOSA, L. G. P.; TEIXEIRA, P. R.; TSUJI, H. M. Y. DE O. ; PILON, A. C. ; PINHO, D. R. ; LOTUFO, L. V. C; LOPES, N. P.; TRIVELLA, D. B. B.; SILVA, R. R. DA A complementary approach for detecting biological signals through a semi-automated feature selection tool. **Frontiers in Chemistry**, v.12, p. 1477492, 2024 (14047)- Fator de Impacto em 2023: 3,800.

165 GOMES, M. L. F. ; MATRONE, P. W. ; CADORE, A. R.; SANTOS, P. V. ; COUTO JR., O. D. D. Acoustic Modulation of Excitonic Complexes in hBN/WSe₂/hBN Heterostructures. **Nano Letters**, v. 24, p. 15517-15524, 2024 (14049)- Fator de Impacto em 2023: 9,600.

166 MARIANO, M.; NASERI, N. ; NASCIMENTO, D. M. DO; FRANQUI, L. S.; SEABRA, A. B.; MATHEW, A. P.; BERNARDES, J. S. Calcium Cross-Linked Cellulose Nanofibrils: Hydrogel Design for Local and Controlled Nitric Oxide Release. **ACS Applied Bio Materials**, v.7, n.12, p.8377–8388, 2024 (14051) - Fator de Impacto em 2023: 4,600.

167 RAMOS, L. C. ; BRUNELLI, T. C. ; VICENTIN, F. C.; CURADO, L. F. A. ; LIMA, A. M. DE S. ; MORAIS, F. G. ; PALÁCIOS, R. DA S. ; OLIVEIRA, N. N. DE ; MARQUES, J. B. Characterization of the Elemental Composition of Aerosols Emitted in the Dry Season of the Pantanal Wetland, Brazil. **Atmosphere**, v. 15, p. 1361, 2024 (14053)- Fator de Impacto em 2023: 2,500.

168 BAZIN, T. ; GAUDON, M. ; CHAMPION, E. ; JULIEN, I. ; PRESTIPINO, C.; FIGUEROA, S. J. A.; DUTTINE, M. ; DEMOURGUES, A. Copper Versatility in Hydroxyapatite: Valence States, Clusters, and Optical Absorption Properties. **Inorganic Chemistry**, v. 63, p. 22181-22193, 2024 (14056)- Fator de Impacto em 2023: 4,300.

169 HOSTERT, L. ; DIAS, M. S. ; AQUINO, C. B. ; SANTOS, F. C. ; MARANGONI, V. S.; SILVA, C. DE C. C. E; SEIXAS, L. ; MARONEZE, C. M. Covalent Surface Functionalization of Exfoliated MoS₂ Nanosheets for Improved Electrocatalysis. **Journal of Physical Chemistry C**, v. 128, p. 20856-20865 (14058)- Fator de Impacto em 2023: 3,300.

170 FOCASSIO, B. ; DOMINA, M. ; PATIL, U. ; FAZZIO, A.; SANVITO, S. Covariant Jacobi-Legendre expansion for total energy calculations within the projector augmented wave formalism. **Physical Review B**, v.10, n.18, p. 184106, 2024 (14059)- Fator de Impacto em 2023: 3,200.

171 CAMBIER, S.; BERETTA, F.; NOOYENS, A. ; METZEMAEKERS, M. ; PORTNER, N. ; KAES, J. ; CARVALHO, A. C. DE; CORTESI, E. E. ; BEECKMANS, H. ; HOOFT, C. ; GOUWY, M.; STRUYE, S. ; MARQUES, R. E.; CEULEMANS, L. J. ; WAUTERS, J.; VANAUDENAERDE, B. ; VOS, R. ; PROOST, P. Heterogeneous neutrophils in lung transplantation and proteolytic CXCL8 activation in COVID-19, influenza and lung transplant patient lungs. **Cellular and Molecular Life Sciences**, v.81, n.1, p. 475, 2024 (14067)- Fator de Impacto em 2023: 6,200.

172 STOCO, C. B. ; CASSAR, D. R. ; SANTANA, G. L. ; KAUFMAN, M. ; CLARKE, A. ; COURY, F. G. Optimizing toughness in high entropy alloys using a genetic algorithm: A combined computational and experimental approach. **Materials Today Communications**, v. 41, p. 110768, 2024 (14074)- Fator de Impacto em 2023: 3,700.

173 LUCCHETTI, L. E. B. ; ALMEIDA, J. M. DE ; SIAHROSTAMI, S. Revolutionizing ORR catalyst design through computational methodologies and materials informatics. **EES Catalysis**, v. 2, p. 1037-1058, 2024 (14078)- Fator de Impacto em 2023: 0,000.

174 TONIN, Y. R. ; PEIXINHO, A. Z. ; BRANDÃO-JUNIOR, M. L.; FERRAZ, P. C.; MIQUELES, E. X. ssc-di: A Memory-Efficient, Multi-GPU Package for Ptychography with Extreme Data. **Journal of Imaging**, v. 10, p. 286, 2024 (14082)- Fator de Impacto em 2023: 2,700.

175 FRANÇA, A. R. S. ; DINIZ FILHO, J. F. S.; SANTOS, C. C. DOS ; COIMBRA, L. D. ; MARQUES, R. E.; BARBOSA, L. R. S.; OLIVEIRA, R. S. ; SOUZA, P. F. N. ; ALENCAR, L. M. R. Unraveling the Nanomechanical and Vibrational Properties of the Mayaro Virus. **ACS Omega**, v. 9, p. 48397-48404, 2024 (14091)- Fator de Impacto em 2023: 3,700.

176 AVELINO, T. M. ; HARB, S. V.; ADAMOSKI, D.; OLIVEIRA, L. C. M. ; HORINOUCI, C. D. DA S.; AZEVEDO, R. J. DE ; AZOUBEL, R. A. ; RODRIGUES, V. K. T. ; BATISTA, F. A. H.; D'AVILLA, M. A.; GRANJA, P. L. ; FIGUEIRA, A. C. M. Unveiling the impact of hypodermis on gene expression for advancing bioprinted full-thickness 3D skin models. **Communications Biology**, v.7, n.1, p. 1437, 2024 (14092)- Fator de Impacto em 2023: 5,200.

177 ARAÚJO, A. D. L. ; LIMA, F. C. DE ; FAZZIO, A. Reentrant topological phase in half-Heusler compounds. **Physical Review Materials**, v.8, n.12, p. 124201, 2024 (14158)- Fator de Impacto em 2023: 3,100.

178 JÄGER, E.; CERNOCH, P.; VRAGOVIC, M. ; ALBUQUERQUE, L. J. C.; SINCARI, V. ; HEIZER, T.; JÄGER, A.; KUCKA, J. ; JANOUSKOVÁ, O. S. ; PAVLOVA, E. ; SEFC, L. ; GIACOMELLI, F. C. Membrane Permeability and Responsiveness Drive Performance: Linking Structural Features with the Antitumor Effectiveness of Doxorubicin-Loaded Stimuli-Trigged Polymersomes. **Biomacromolecules**, v. 25, p. 4192-4202, 2024 (14200)- Fator de Impacto em 2023: 5,500.

Externa

1 GIROTO, A. S. ; GUIMARÃES. G. G. F.; MAJARON, V. ; KLAIC, R. ; AVANSI JR., W.; RIBEIRO, C. Effect of Urea: Hydroxyapatite Composites for Controlled-Release Fertilization to Reduce P Complexation in Soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.55, n.3, p. 302-312, 2024 (13340)- Fator de Impacto em 2023: 1,300.

2 OTANI, L. B.; VIDILLI, A. L. ; ZEPON, G.; COURY, F. G.; UHLENWINKEL, V. ; BOLFARINI, C. The effect of C on the mechanical behavior of a low-density high-Mn steel. **Journal of Materials Research**, v.39, p.77–89, 2024 (13367)- Fator de Impacto em 2023: 2,700.

3 RIVERA, E. C.; YAMAKAWA, C. K.; ROSSEL, C. E. V.; NOLASCO JR., J.; KWON, H. Prediction of intensified ethanol fermentation of sugarcane using a deep learning soft sensor and process analytical technology. **Journal of Chemical Technology and Biotechnology**, v.99, n.1, p. 207-216, 2024 (13369)- Fator de Impacto em 2023: 2,800.

4 LIBEROS-ZUNIGA, G. A. ; PAVÃO, D. P. E; BARROSO, V. DE M. ; MESQUITA, N. C. DE M. R.; BRAGA, S. F. P. ; OLIVA, G.; FERREIRA, R. S. ; ISHIDA, K. ; DIAS, M. V. B. Integration of biophysical and biological approaches to validate fragment-like compounds targeting l,d-transpeptidases from Mycobacterium tuberculosis. **Bioorganic Chemistry**, v. 142, p. 106960, 2024 (13457)- Fator de Impacto em 2023: 4,500.

5 SANTOS, Y. H.; MARTINEZ, A. H. G.; VEIGA, A. G.; PEREIRA, M. L. R. D. ; ZARBIN, A. J. G.; ORTH, E. S. Site-selective Mono- and Bifunctionalization of Graphene Oxide: Screening Nanocatalysts for Organophosphate Degradation. **ChemCatChem**, v.16, n.3, p. e202301440, 2024 (13464)- Fator de Impacto em 2023: 3,800.

6 MINA, N. ; GUIDO, V. S. ; LIMA, A. F. ; OLIVA, M. L. V.; SOUSA, A. A. Ultrasmall Nanoparticles Bind to Fibrinogen and Impair Normal Clot Formation. **Particle & Particle Systems Characterization**, v.41, n.4, p.2300107, 2024 (13473)- Fator de Impacto em 2023: 2,700.

7 ANTONELLI, R. ; MALPASS, G. R. P. ; TEIXEIRA, A. C. S. C. Adsorption and in-situ electrochemical regeneration in a clay-packed continuous reactor for the removal of the antibiotic sulfamethoxazole. **Separation and Purification Technology**, v. 330, p. 125290, 2024 (13493)- Fator de Impacto em 2023: 8,100.

8 OLIVEIRA, M. P. DE ; LIMA, R. J. S.; MERCENA, S. G.; SILVA, L. DE S. ; MENDONÇA, E. C.; JESUS, C. B. R. DE; MENESES, C. T. DE; DUQUE, J. G. S. Cationic Disorder and Surface Effects on the Magnetic Properties of Co₃O₄ Nanoparticles Synthesized by Co-Precipitation with Addition of Sucrose. **Physica Status Solidi B-Basic Solid State Physics**, v.261, n.2, p.2300201, 2024 (13496)- Fator de Impacto em 2023: 1,500.

9 GEOVO, J. D. C. ; TORRES, J. A.; GIROTO, A. S. ; SANTOS, F. L. ; SOUZA, J. R. C. ; RIBEIRO, L. S. ; NOGUEIRA, A. E. Effect of CuO synthesis on the activity and selectivity of MCM-41/CuO composites in the CO₂ photoreduction process. **Materials Letters**, v. 356, p. 135608, 2024 (13500) - Fator de Impacto em 2023: 2,700.

10 SANGALI, M. ; RODRIGUES, J. F. Q. ; CAMPO, K. N.; STARCK, L. F. ; CREMASCO, A.; CONTIERI, R.J.; CARAM JR., R. Fine-layered CP-Ti/Ti–6Al–4V composites by laser powder bed fusion. **Vacuum**, v. 220, p. 112831, 2024 (13502)- Fator de Impacto em 2023: 3,800.

11 PEREIRA, I. O.; SANTOS, A. A. DOS ; GUIMARÃES, N. C. ; LIMA, C. S. ; ZANELLA, E. ; MATSUSHIKA, A. ; RABELO, S. C.; STAMBUK, B. J. C. U; IENCZAK, J. L. First- and second-generation integrated process for bioethanol production: Fermentation of molasses diluted with hemicellulose hydrolysate by recombinant *Saccharomyces cerevisiae*. **Biotechnology and Bioengineering**, v.121, n.4, p.1314-1324, 2024 (13503)- Fator de Impacto em 2023: 3,500.

12 FERREIRA, L. E. R. ; MAYER, F. M. ; MORAIS, J.; ALVES, M. C. M.; SIGOLI, F. A.; RANGEL, M. C. DO; MAZALI, I. O. Gold supported on Gd-doped CeO₂ nanorods applied as water-gas shift catalyst under H₂ rich stream. **Materials Today Communications**, v. 38, p. 107718, 2024 (13504)- Fator de Impacto em 2023: 3,700.

13 BEZERRA, G. S. ; OCAS, L. R. ; KUMADA, D. K. ; MARTINS, W. S. ; KASSAB, L. R. P.; REYNA, A. S. Influence of plasmonic and thermo-optical effects of silver nanoparticles on near-infrared optical thermometry in Nd³⁺-doped TeO₂-ZnO glasses. **Journal of Luminescence**, v. 265, p. 120222, 2024 (13505)- Fator de Impacto em 2023: 3,300.

14 CARMINATI, S. A.; JANUARIO, E. R.; MACHADO, A. P. ; SILVAINO, P. F. ; VAZ, J. M. ; SPINACÉ, E.V. Methane conversion and hydrogen production over TiO₂/WO₃/Pt heterojunction photocatalysts. **Materials Advances**, v. 5, p. 608-615, 2024 (13507)- Fator de Impacto em 2023: 5,200.

15 ALBUQUERQUE, L. J. C.; OLIVEIRA, F. A. DE ; CHRISTOFFOLETE, M. A. ; SALES, M. N. ; BERGER, S. ; WAGNER, E. ; LACHELT, U. ; GIACOMELLI, F. C. Nucleic acid delivery to retinal cells using lipopeptides as a potential tool towards ocular gene therapies. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 655, p. 346-356, 2024 (13515)- Fator de Impacto em 2023: 9,400.

16 RODRIGUES, E. A. ; VIOLIN, D. S.; MASTELARO, V. R.; NEVES, T. F. DE ; PREDIGER, P. Removal of propranolol by membranes fabricated with nanocellulose/proanthocyanidin/modified tannic acid: The influence of chemical and morphologic features and mechanism study. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 256, p. 128268, 2024 (13523)- Fator de Impacto em 2023: 7,700.

17 HARADA, B. N. ; VITAL, V. G. ; LIMA, L. F. DE ; PAIVA, G. DOS S. M.; SILVA, R. A. G.DA; VASCONCELLOS, S. P. DE ; PELLOSI, D. S. Retarding oxidation of core@shell Ag/Cu nanoalloys: The role of Ag shell, PVP and thiolate capping agent. **Materials Today Communications**, v. 38, p. 107738, 2024 (13524)- Fator de Impacto em 2023: 3,700.

18 RABELO NETO, J. S. ; ANA, P. A. DA ; MAZZOCCHI, V. L.; VALERIO, M. E. G.; ZECELL, D. M. Structural changes in the crystal lattice in enamel under Er,Cr:YSGG laser irradiation and oven heated by Rietveld analysis. **Laser Physics**, v. 34, p. 015601, 2024 (13526)- Fator de Impacto em 2023: 1,200.

19 COTO, A. L. S. ; PEREIRA, A. A. ; OLIVEIRA, S. D. ; MORITZ, M. N. DE O. ; ROCHA, A. M. F. DA ; SILVA, P. R. DAS D. DA ; SILVA, N. S. M. DA; NOGUEIRA, A. R. A.; GAVA, L. M.; SERAPHIM, T. V.; BORGES, J. C. Structural characterization of the human DjC20/HscB cochaperone in solution. **Biochimica et Biophysica Acta-Proteins and Proteomics**, v. 1872, p. 140970, 2024 (13527)- Fator de Impacto em 2023: 2,500.

20 MOREIRA, M. H. M. ; HILLENKAMP, M. ; RODRIGUES, V.; UGARTE, D. M. Ag Surface Segregation in Sub-10-nm Bimetallic AuAg Nanoparticles Quantified by STEM-EDS and Machine Learning:

Implications for Fine-Tuning Physicochemical Properties for Plasmonics and Catalysis Applications. **ACS Applied Nano Materials**, v. 7, p. 1369-1378, 2024 (13543)- Fator de Impacto em 2023: 5,300.

21 VIEIRA, D. H. ; NOGUEIRA, G. L. ; SILVA, L. DAS M.; BOF BUFON, C. C.; ALVES, N. Electrolyte-Gated Vertical Transistor Charge Transport Enables Photo-Switching. **Advanced Electronic Materials**, v.10, n.6, p.2300562, 2024 (13569)- Fator de Impacto em 2023: 5,300.

22 PALHARIM, P. H.; CAIRA, M. C. D.'A.; GUSMÃO, C. DE A. ; RAMOS, B. ; CÂMARA, A. G. ; PACHECO, J. G. A. ; RODRIGUES JR., O. ; TEIXEIRA, A. C. S. C. Enhanced photocatalytic activity and stability of WO₃-AgCl/Ag composites: Surface modulation by structure-directing agents for effective sunlight treatment of pharmaceutical wastewater. **Journal of Photochemistry and Photobiology A-Chemistry**, v. 450, p. 115433, 2024 (13570)- Fator de Impacto em 2023: 4,100.

23 MARCUZ, N. ; RIBEIRO, R. P.; RANGEL, E. C.; CRUZ, N. C. DA; POSSATO, L. G.; COAN, K. S. ; GRANDINI, C. R.; CORREA, D. R. N. Exploiting the effect of PEO parameters on the surface of AISI 1020 low-carbon steel treated in a TaOH-rich electrolyte. **Surface & Coatings Technology**, v. 477, p. 130374, 2024 (13572)- Fator de Impacto em 2023: 5,300.

24 ARPINI, B. H.; FIORIO, J. L.; COSTA, J. V. F. DA ; JOSWIG, J. O. ; ROSSI, L. M. Hydrogen spillover on N-doped carbon coating improves the hydrogenation performance of nickel catalysts. **Catalysis Science & Technology**, v. 14, p. 1017-1025, 2024 (13577)- Fator de Impacto em 2023: 4,400.

25 CASTRO, M. A. M. ; GALVÃO, J. V. S. ; MORAIS, D. F. S. ; TEODORO, M. D.; SOUZA, R. P. ; BOMIO, M. R.; MOTTA, F. V. DA Improvement in Sunlight-Irradiated Photocatalytic Activity and Stability of Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂/g-C₃N₄ for Dye Mixture Degradation. **Water Air and Soil Pollution**, v.235, n.1, p. 11, 2024 (13578)- Fator de Impacto em 2023: 3,800.

26 LILGE, T. S.; NOVAIS, S. M. V.; MELO, S. S. ; MACEDO, Z. S.; VALERIO, M. E. G. Investigating intrinsic and extrinsic defects in an inorganic hybrid system (BaTiO₃\u2013CaF₂) via vacuum ultraviolet-excited low-temperature luminescence. **Journal of Luminescence**, v. 267, p. 120406, 2024 (13579)- Fator de Impacto em 2023: 3,300.

27 ROCHA, G. V. B. DA ; LOPES, J. H.; TRAVESSA, D. N. ; JORGE JR.; A. M.; ROCHE, V. Multifunctional bioactive coating on biomedical β -Ti₁₂Mo₆Zr₂Fe alloy to improve corrosion protection and bioactivity properties. **Applied Surface Science**, v. 645, p. 158853, 2024 (13583)- Fator de Impacto em 2023: 6,300.

28 SIMÕES, A. N. ; LUSTOSA, G. M. M. M. ; MORITA, E. DE S. ; SOUZA, A. N. DE ; TORRES, F. ; BIZZO, W. A. ; MAZON, T. Room-temperature SnO₂-based sensor with Pd-nanoparticles for real-time detection of CO dissolved gas in transformer oil. **Materials Chemistry and Physics**, v. 311, p. 128576, 2024 (13587)- Fator de Impacto em 2023: 4,300.

29 MACHADO, M.; RODRIGUES, L. N. ; VILELA, V. B. ; MORAES, T. S.; FERLAUTO, A. S.; FONSECA, F. C. Shape Control of Ceria Catalytic Supports for Enhanced Ethanol Reforming in Solid Oxide Fuel Cells. **ACS Applied Energy Materials**, v. 7, p. 1766-1776, 2024 (13588)- Fator de Impacto em 2023: 5,400.

30 SILVA, G. N. ; FAUSTINO, L. A. ; NASCIMENTO, L. L.; LOPES, O. F.; PATROCINIO, A. O. T. Visible light-driven CO₂ photoreduction by a Re(I) complex immobilized onto CuO/Nb₂O₅

heterojunctions. **Journal of Chemical Physics**, v.16, n.3, p.034701, 2024 (13598)- Fator de Impacto em 2023: 3,100.

31 SOUSA, B. P. ; ANCHIETA, C. G. ; NEPEL, T. C. DE M.; NEALE, A. R. ; HARDWICK, L. J. ; MACIEL FILHO, R.; DOUBEK, G. Exploring carbon electrode parameters in Li–O₂ cells: Li₂O₂ and Li₂CO₃ formation. **Journal of Materials Chemistry A**, v. 12, p. 7215-7226, 2024 (13605)- Fator de Impacto em 2023: 10,700.

32 BARROS, A. ; KONNO, C. Y. N.; PAULA, A. DE ; SILVA, C. ; GARCIA, A.; CHEUNG, N. The Role of Microstructural Length Scale in Hydrogen Generation Features of an Al-Sn-Fe Alloy. **Metals**, v. 14, p. 187, 2024 (13617)- Fator de Impacto em 2023: 2,600.

33 BARRETO, R. R.; RIBEIRO, T. C.; SOARES, G. H. R. ; PEREIRA, ; MIQUITA, D. R.; SÁFAR, G. A. M.; MAZZONI, M. S. C.; MALACHIAS, A.; PANIAGO, R. M. Evidence of thickness-dependent surface-induced ferroelectricity in few-layer germanium sulfide obtained via scanning tunneling spectroscopy. **Nanoscale**, v. 16, p. 5794-5801, 2024 (13626)- Fator de Impacto em 2023: 5,800.

34 GARCIA, N. G. ; GONÇALVES, J. M.; REAL, C. G. M. ; FREITAS, B. G. A. ; RUIZ-MONTOYA, J. G. ; ZANIN, H. G. Medium- and high-entropy materials as positive electrodes for sodium-ion batteries: Quo Vadis?. **Energy Storage Materials**, v. 67, p. 103213, 2024 (13629)- Fator de Impacto em 2023: 18,900.

35 FERREIRA, J. O. ; ZAMBUZI, G. C. ; CAMARGOS, C. H. M. DE ; CARVALHO, A. C. W.; FERREIRA, M. P. ; REZENDE, C. A. DE; FREITAS, O.; FRANCISCO, K. R. Zein and hydroxypropyl methylcellulose acetate succinate microfibers combined with metronidazole benzoate and/or metronidazole-incorporated cellulose nanofibrils for potential periodontal treatment. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 261, p. 129701, 2024 (13636)- Fator de Impacto em 2023: 7,700.

36 PEREIRA, C. P. C. ; BORGES, B. G. A. L.; SOUSA, K. R. A. ; HOLAKOEI, S. ; ROMAN, L. S.; ARAUJO, C. M. ; CREMONA, M.; KOEHLER, M. ; MARCHIORI, C. F. N.; PEREIRA, M. L. R. D. Inducing molecular orientation in solutionprocessed thin films of fluorene-bithiophenebased copolymer: thermal annealing vs. solvent additive. **RSC Advances**, v. 14, p. 9051-9061, 2024 (13638)- Fator de Impacto em 2023: 3,900.

37 JACINTO, G. S. ; DIAS, L. F. G. ; TSUKAMOTO, J.; LISBOA-FILHO, P. N.; SOUZA, M. T. ; MORAES, A. P. DE ; ARNS, C. W. Insight into the role of copper-based materials against the coronaviruses MHV-3, a model for SARS-CoV-2, during the COVID-19 pandemic. **Biometals**, v.37, p.923–941, 2024 (13643)- Fator de Impacto em 2023: 4,100.

38 ROSÁRIO, L. O. DO ; CASTRO, M. A. M. ; TRANQUILIN, R. L.; TEODORO, M. D.; CORREA, M. A. ; MOTTA, F. V. DA; BOMIO, M. R. Direct Z-scheme SrMoO₄/g-C₃N₄ heterostructure with enhanced photocatalytic activity for decontamination in wastewater: UV and solar irradiation approach. **Journal of Photochemistry and Photobiology A-Chemistry**, v. 449, p. 115402, 2024 (13645)- Fator de Impacto em 2023: 4,100.

39 PEREIRA, J. N. ; OTT, V. ; AFONSO, C. R. M.; MALAFAIA, A. M. DE S. ; STÜBER, M. ; GREINER, C. ; PINTO, H. C. Influence of multilayer nanoarchitecture on phase transformations in the Ti-Cr-Zr system. **Surface & Coatings Technology**, v. 477, p. 130369, 2024 (13646)- Fator de Impacto em 2023: 5,300.

40 PEREIRA, A. M. G. ; MARTINS, M. G. Q.; OLIVEIRA, M. V. ; LOSSIO, C. F.; SOUZA, E. B. DE ; ARAÚJO, F. F. DE ; CAVADA, B. S.; NASCIMENTO, K. S. DO; CAJAZEIRAS, J. B. A new lectin from *Crotalaria incana* seeds and studies of toxicity in *Artemia salina* nauplii. **Acta Botanica Brasilica**, v.38, p. e20230155, 2024 (13651)- Fator de Impacto em 2023: 0,900.

41 MASOUMI, M.; LOUREIRO, R. DE C. P.; MOHTADI-BONAB, M. A. ; BÉRES, M.; ABREU, H. F. G. DE Analysis of crystallographic orientation and crack behavior in armor wire with spheroidized pearlite: Simulation and modeling with linear elastic fracture mechanics. **Engineering Failure Analysis**, v. 159, p. 108126, 2024 (13653)- Fator de Impacto em 2023: 4,400.

42 MASOUMI, M.; CENTENO, D. ; TRESSIA, G. ; LOUREIRO, R. DE C. P.; CARVALHO, F. M. ; MARQUEZ-ROSSY, A. E. ; POPLAWSKY, J. D.; ECHEVERRI- ARIZA, E. A. Enhancing Mechanical Properties of Carbon–Silicon Steel through Two-Stage Quenching and Partitioning with Bainitic Transformation: Ultimate Tensile Strength of 1875 MPa and Total Elongation of 8.03%. **Steel Research International**, v.95, n.6, p.2300751, 2024 (13662)- Fator de Impacto em 2023: 1,900.

43 SANTOS, E. ; ABRÃO, J. E.; VIEIRA, A. S. ; MENDES, J. B. S. ; RODRÍGUEZ-SUÁREZ, R. L. ; AZEVEDO, A. Exploring orbital-charge conversion mediated by interfaces with CuOx through spin-orbital pumping. **Physical Review B**, v.109, p. 014420, 2024 (13663)- Fator de Impacto em 2023: 3,200.

44 FERREIRA, F. V.; EZAZI, N. ; OTONI, C. G.; AGUIAR, A. C.; BIANCHI, J. R. DE O. ; LOPES, J. H.; SANTOS, D. M. DOS ; GRECA, L. G. ; BARUD, H. DA S.; SANTOS, H. A. ; ROJAS, O. J.; MATTOSO, L. H. C. In Situ Biofabrication of Microbial Cellulose Capsules Carrying Cubosomes: Toward Colon Targeted Multidrug Delivery. **ACS Applied Polymer Materials**, v. 6, p. 3708-3720, 2024 (13665)- Fator de Impacto em 2023: 4,400.

45 CANTUÁRIA, J. B. ; MENDES, J. V.; SANTOS, L. F. Integration of diffusive gradient thin-film devices and functionalized electrode sensing matrix for discriminative detection of heavy metals in water environments. **MRS Advances**, v.9, p. 694–699, 2024 (13666)- Fator de Impacto em 2023: 0,800.

46 MIKHRALIEVA, A. ; LIMA, A. R. S. ; JOST, C. L. ; NAZARKOVSKY, M. ; XING, Y. T.; ZAITSEV, V. Mesoporous Nitrogen-Doped Holey Reduced Graphene Oxide: Preparation, Purification, and Application for Metal-Free Electrochemical Sensing of Dopamine. **Small**, v.20, n.40, p.2400650, 2024 (13670)- Fator de Impacto em 2023: 13,000.

47 CLAUDINO, C. H.; RODRIGUES, B. S.; FACTORI, I. M.; SOUZA, J. DOS S. DE Microwave Synthesis of (g-C₃N₄)-BiVO₄: Selective Adsorption and Photocatalytic Activity Towards Dye Degradation. **ChemistrySelect**, v.9, p.e202400076, 2024 (13671)- Fator de Impacto em 2023: 1,900.

48 CASTRO, N. V.; FERREIRA, G. A.; LOH, W. Processing effects on bilayer structures formation and rheological behavior of softeners using cationic di(hydrogenated tallow)dimethylammonium chloride aqueous dispersions. **Journal of Surfactants and Detergents**, v.27, n.6, p. 927-936, 2024 (13678)- Fator de Impacto em 2023: 1,600.

49 GRANADO, E.; GALDINO, C. W. ; MORENO, B. D. ; KING, G. F.; FREITAS, D. C. DE Spin-state ordering and intermediate states in the mixed-valence cobalt oxyborate $\text{Co}_3\text{O}_2\text{BO}_3$ with spin crossover. **Physical Review B**, v.109, p. 094115, 2024 (13683)- Fator de Impacto em 2023: 3,200.

50 VIEIRA, J. L. ; SANTOS, E. A. ; RIBEIRO, C.; GALLO, J. M. R. The Impact of the Ratio Between Stronger and Weaker Acid Sites on the Production of 5-Hydroxymethylfurfural and Furfural from Monosaccharides. **ChemCatChem**, v.16, n.13, p.e202301666, 2024 (13686)- Fator de Impacto em 2023: 3,800.

51 GALVÃO, A. M. M. T. ; RASERA, M. L. ; FURTADO, G. F.; KARATAY, G. G. B. ; TAVARES, G. M. ; HUBINGER, M. D. Lentil protein isolate (*Lens culinaris*) subjected to ultrasound treatment combined or not with heat-treatment: structural characterization and ability to stabilize high internal phase emulsions. **Food Research International**, v. 183, p. 114212, 2024 (13697)- Fator de Impacto em 2023: 7,000.

52 FURLAN, J. P. R. ; ROSA, R. DA S. ; RAMOS, M. S. ; SANTOS, L. D. R. DOS ; SAVAZZI, E. A. ; STEHLING, E. G. Emergence of carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* species complex from agrifood systems: detection of ST6326 co-producing KPC-2 and NDM-1. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.102, n.12, p. 7347-7354, 2024 (13704)- Fator de Impacto em 2023: 3,300.

53 OLIVEIRA, R. A. ; CASTRO, M. A. M. ; PORTO, D. L. ; ARAGÃO, C. F. S. ; SOUZA, R. P. ; SILVA, U. C. ; BOMIO, M. R.; MOTTA, F. V. DA Immobilization of Bi₂MoO₆/ZnO heterojunctions on glass substrate: Design of drug and dye mixture degradation by solar-driven photocatalysis. **Journal of Photochemistry and Photobiology A-Chemistry**, v.452, p. 115619, 2024 (13708)- Fator de Impacto em 2023: 4,100.

54 MASOUMI, M.; MOHTADI-BONAB, M. A. ; LOUREIRO, R. DE C. P.; CARDOSO, J. L. ; BÉRES, M.; ABREU, H. F. G. DE Influence of Spheroidized Cementite on Ferritic Matrix Boundary Characteristics and Mechanical Behavior in Commercial Carbon Steels. **Materials Research-Ibero-american Journal of Materials**, v.27, p. e20230497, 2024 (13710)- Fator de Impacto em 2023: 1,500.

55 FEITOSA, A. L. M.; RIBAMAR, G. G. ; ESCOBAR ATEHORTUA, J. D.; SONKUSARE, R. ; BOLL, T. ; COURY, F. G.; ÁVILA, J. A. ; OLIVEIRA, J. P. ; PADILHA, A. F. Precipitation and reverted austenite formation in maraging 350 steel: Competition or cooperation?. **Acta Materialia**, v.270, p. 119865, 2024 (13714)- Fator de Impacto em 2023: 8,300.

56 JORA, M. Z.; SOUZA, R. N. DE ; BARBOSA, M. DA S. ; SPEGLICH, C. ; SABADINI, E. Rheological modulation of a pH-responsive wormlike micelle driven by charge and cosurfactant. **Journal of Molecular Liquids**, v.400, p. 124512, 2024 (13716)- Fator de Impacto em 2023: 5,300.

57 KASSAB, L. M. ; MARTINI, W. DA S. ; SANTOS, V. T. ; LOBO, F. G.; SILVA, M. R.; VITAL, V. G. ; LIMA, L. F. DE; VASCONCELLOS, S. P. DE ; SILVA, R. A. G.DA; PELLOSI, D. S. Recovering ZnO-rich microcomposites from metallurgic acid-pickling wastewater: From residue processing to material application. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v.12, n.3, p.112637, 2024 (13731)- Fator de Impacto em 2023: 7,400.

58 CASTRO, M. A. M. ; OLIVEIRA, R. A. ; SILVA, J. M. P; TEODORO, M. D.; SILVA, U. C. ; BOMIO, M. R.; MOTTA, F. V. DA Solar-enhanced photodegradation of dye and drug mixture and evaluation of phytotoxicity on seed germination and growth by an eggshell HAp/ Nb₂O₅ heterostructure. **Ceramics International**, v.50, n.11, p.19124-19136, 2024 (13732)- Fator de Impacto em 2023: 5,100.

59 SILVA, D. J. DA; CATALANI, L. H. Argon nonthermal plasma etching of poly(L-lactic acid) films: Tuning the local surface degradation and hydrolytic degradation rate. **Reactive & Functional Polymers**, v. 200, p. 105921, 2024 (13733)- Fator de Impacto em 2023: 4,500.

60 REIS NETA, G. R. DOS; RICOMINI FILHO, A. P.; FERNANDES, L. M. ; MORENO, V. F. V. ; CURY, A. A. D. B.; MACHADO, R. M. M. Effect of hydroxyapatite nanoparticles coating of titanium surface on biofilm adhesion: An in vitro study. **Archives of Oral Biology**, v. 164, p. 105986, 2024 (13736)- Fator de Impacto em 2023: 2,200.

61 SPÓSITO, L. ; FONSECA, D. ; CARVALHO, S. G. ; SABIO, R. M.; MARENA, G. D. ; BAUAB, T. M. ; MENEGUIN, A. B. ; PARREIRA, P. ; MARTINS, M. C. L.; CHORILLI, M. Engineering resveratrol-loaded chitosan nanoparticles for potential use against Helicobacter pylori infection. **European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics**, v. 199, p. 114280, 2024 (13738)- Fator de Impacto em 2023: 4,400.

62 RODRIGUES, M. V. G. ; SICILIANO JUNIOR, F. ; ARANAS JR., C.; LIMA, M. DA S. ; LOUREIRO, R. DE C. P.; REIS, G. S.; SILVA, E. S. ; LEÃO, P. B. P.; FERREIRA, J. C. ; ABREU, H. F. G. DE; RODRIGUES, S. F. Evidence of dynamic ferrite transformation during thermomechanical simulation of an X70 microalloyed steel above Ae3 temperature. **Journal of Materials Research and Technology-JMR&T**, v. 30, p. 3675-3689, 2024 (13740)- Fator de Impacto em 2023: 6,200.

63 CALLISAYA, M. P. ; FUENTES, D. P. ; BRAGA, V. H. A. ; FINZI-QUINTÃO, C. M. ; OLIVEIRA, P. V. DE; PETRI, D. F. S. Harnessing carboxymethyl cellulose and Moringa oleifera seed husks for sustainable treatment of a multi-metal real waste. **Environmental Research**, v. 252, p. 118970, 2024 (13741)- Fator de Impacto em 2023: 7,700.

64 GOZZO, C. B. ; ISHIKI, N. A. ; SAKITA, A. M. P.; TICIANELLI, E. A. Insights on the activity-selectivity trade-off in iron-containing nitrogen-doped carbon catalyst via cobalt addition for oxygen reduction reaction in alkaline medium. **Journal of Electroanalytical Chemistry**, v. 963, p. 118300, 2024 (13744)- Fator de Impacto em 2023: 4,100.

65 MAXIMIANO, L. V. ; CORREA, L. B. ; SILVA, N. C. G. DA ; COSTA, L. S. DA; SILVA, M. G. P. ; CHAVES, A. V. ; FRANCO, M. L. ; FECHINE, P. B. A.; MENEZES, A. S.; OLIVEIRA, R. S. ; ANDRADE NETO, D. M. Magnesium whitlockite nanoparticles: Hydrothermal synthesis, anti-inflammatory and anti-cancer potential. **Colloids and Surfaces B-Biointerfaces**, v. 239, p. 113931, 2024 (13746)- Fator de Impacto em 2023: 5,400.

66 FELIPE, R. F. ; REZENDE, M. A. M. ; CORRADINI, P. G.; SANTIAGO, M. H. A. ; SALES, A. ; FERREIRA, F. G. DA S.; HUET, B. ; NOGUEIRA, R. P. ; KOGA, G. Y. Towards the development of tailored steel rebars for carbonated-cured cement matrices. **Construction and Building Materials**, v. 429, p. 136361, 2024 (13758)- Fator de Impacto em 2023: 7,400.

67 SOUSA, T. DOS S. P.; TORRENTO, J. E. ; KURODA, P. A. B.; GONÇALVES, V. R. M. ; COAN, K. S. ; CORREA, D. R. N.; GRANDINI, C. R. Surface aspects of novel Bio-HEAs MAO-treated in a Ca-, P-, and Mg-rich electrolyte. **Applied Surface Science**, v. 664, p. 160227, 2024 (13770)- Fator de Impacto em 2023: 6,300.

68 VARGAS, J. A. ; SCULACCIO, S. A. ; PINTO, A. P. A.; PEREIRA, H. D'M.; MENDES, L. F. S.; FLORES, J. F. ; COBOS, M. ; CASTRO, J. C. ; GARRATT, R. C.; LEONARDO, D. A. L. Structural insights into the

Smirnoff–Wheeler pathway for vitamin C production in the Amazon fruit camu-camu. **Journal of Experimental Botany**, v. 75, p. 2754-2771, 2024 (13771)- Fator de Impacto em 2023: 5,600.

69 ZITO, C. DE A.; THEODORO, R. DOS S. ; PERFECTO, T. M.; SÁ, B. S. DE; VIOTO, G. C. N.; VOLANTI, D. P. Enhanced butanone chemoresistive sensor utilizing cobalt oxide nanoparticles. **Ceramics International**, v. 50, p. 27147-27153, 2024 (13798)- Fator de Impacto em 2023: 5,100.

70 LIMA, A. R. S. ; MIKHRALIEVA, A. ; VANONI, C. R. ; NAZARKOVSKY, M. ; XING, Y. T.; COUTO, M. T. ; ZAITSEV, V.; JOST, C. L. 2D-network of boron-functionalized N-doped graphene quantum dots for electrochemical sensing of dopamine. **Diamond and Related Materials**, v. 146, p. 111259, 2024 (13799)- Fator de Impacto em 2023: 4,300.

71 CHEVALIER, R. C. ; ALMEIDA, N. A. ; ROCHA, L. DE O.; CUNHA, R. L. DA Antimicrobial potential of oregano essential oil vehiculated in Pickering cellulose nanofibers-stabilized emulsions. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 275, p. 133457, 2024 (13803)- Fator de Impacto em 2023: 7,700.

72 FAUSTINO, L. M. ; MCFADZEAN, B. ; GOUVÊA JUNIOR, J. T. ; LEAL FILHO, L. DE S. Bulk and Surface Characterization of Distinct Hematite Morphology: Implications for Wettability and Flotation Response. **Minerals**, v. 14, p. 609, 2024 (13804)- Fator de Impacto em 2023: 2,200.

73 ISHIKAWA, R. F. ; OKASAKI, F. B. ; SABADINI, E. Development of antimicrobial gels based on wormlike micelles of thymol and cationic surfactants. **Colloids and Surfaces A-Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 698, p. 134459, 2024 (13808)- Fator de Impacto em 2023: 4,900.

74 CLAUDINO, C. H.; VICENTE, M. R. DA S. ; KUZNETSOVA, M. ; CARVALHO, J. M. DE ; SOUZA, J. S. DE Enhancing photoelectrocatalytic efficiency by tuning graphitic carbon nitride characteristics for production of heterojunctions with W-BiVO₄. **Materials Research Bulletin**, v. 179, p. 112955, 2024 (13809)- Fator de Impacto em 2023: 5,300.

75 BENINI, K. C. C. DE C. ; ARANTES, V. Evaluating the reinforcing potential of enzymatic cellulose nanocrystals in polypropylene nanocomposite. **Carbohydrate Research**, v. 542, p. 109171, 2024 (13810)- Fator de Impacto em 2023: 2,400.

76 PINHEIRO, I. F.; BIZARRE, L. ; PERLES, C. E. ; FEITOSA, F. X. ; SANT'ANA, H. B. DE ; ROSA, P. DE T. V. ; VAN DER GEEST, C. ; GUERSONI, V. C. B. Exploring asphaltene aggregation: Model systems based on toluene-heptane mixtures. **Fuel**, v. 372, p. 132152, 2024 (13811)- Fator de Impacto em 2023: 6,700.

77 FERREIRA, P. S. ; GERBELLI, B. B. ; KOCHI, A. C. H. C. ; CORTEZ, B. ; CASTRO, F. L. ; CANTERO, J. ; IRIBARNE, F. ; HAMLEY, I. W.; ALVES, W. A. Exploring the Use of a Lipopeptide in Dipalmitoylphosphatidylcholine Monolayers for Enhanced Detection of Glyphosate in Aqueous Environments. **Langmuir**, v. 40, p. 13583-13595, 2024 (13813)- Fator de Impacto em 2023: 3,700.

78 SCHUH, R. S. ; FRANCESCHI, E. P.; BRUM, B. B. ; FACHEL, F. N. S. ; POLETTO, E. ; VERA, L. N. P. ; SANTOS, H. S. ; NEVES, B. M. ; BARROS, V. M. DE ; PAZ, A. H. DA R. ; BALDO, G.; MATTE, U.; GIUGLIANI, R. ; TEIXEIRA, H. F. Laronidase-loaded liposomes reach the brain and other hard-to-treat organs after noninvasive nasal administration. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 660, p. 124355, 2024 (13820)- Fator de Impacto em 2023: 5,300.

79 BORGES, R. ; BRONDI, M. ; ELIAS, A. M. ; FARINAS, C. S.; RIBEIRO, C. Mechanochemical recycling of cellulose multilayer carton packages to produce micro and nanocellulose from the perspective of techno-economic and environmental analysis. **Journal of Environmental Management**, v. 363, p. 121254, 2024 (13821)- Fator de Impacto em 2023: 8,000.

80 MASOUMI, M.; CENTENO, D. ; TRESSIA, G. ; CORREA, P. A. ; ECHEVERRI- ARIZA, E. A.; MOLA, J. Microstructural Design via Quenching and Partitioning for Enhanced Mechanical and Wear Properties in AISI 9254 Spring Steel: A Comprehensive Investigation. **Metallurgical and Materials Transactions A-Physical Metallurgy and Materials Science**, v. 55, p. 3364-3387, 2024 (13822)- Fator de Impacto em 2023: 2,200.

81 SANTOS, G. H. DOS ; GONÇALVES, R. V.; ROSSI, L. M. Photocatalytic CO₂ reduction to CH₄ in continuous flow reactor using Fe₂TiO₅ enhanced by magnetron sputtering-deposited CuO nanoparticles cocatalyst. **Materials Letters**, v. 371, p. 136891, 2024 (13826)- Fator de Impacto em 2023: 2,700.

82 LOREVICE, M. V. ; BACCARIN, G. S. ; SOUZA, J. R. ; CLARO, P. I. C.; MOURA, M. R. DE ; OTONI, C. G.; MATTOSO, L. H. C. Strengthening eco-friendly packaging from pectin by filling with poly(ϵ -caprolactone) nanoparticles and tailoring the degree of methyl-esterification. **Materials Advances**, v. 5, p. 6196-6204, 2024 (13830)- Fator de Impacto em 2023: 5,200.

83 BARROS, A. ; CRUZ, C. B. DA; KONNO, C. Y. N.; DEL CAMPO, A. C. ; HENEIN, H. ; GARCIA, A.; CHEUNG, N. Tailoring the hydrogen production behavior of Al-Zn-Sn alloys through their as-solidified microstructures. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 76, p. 44-61,2024 (13832) - Fator de Impacto em 2023: 8,100.

84 ACERO, J. S. R.; KESSLER, F.; COSTA, H. L. ; COUSSEAU, T. The effect of ethanol fuel dilution on oil performance and MoDTC tribofilms formation and composition. **Friction**, v. 12, p. 2108-2125, 2024 (13833)- Fator de Impacto em 2023: 6,300.

85 TIROLI-CEPEDA, A. O.; LINHARES, L. A. ; ARAGÃO, A. Z. B.; JESUS, J. R. DE ; SAMPAIO, ANA P. W.; DE FELICE, F. G.; FERREIRA, S. T.; BORGES, J. C.; CYR, D. M.; RAMOS, C. H. I. Type I Hsp40s/DnaJs aggregates exhibit features reminiscent of amyloidogenic structures. **FEBS Journal**, v.291, n.17, p.3904-3923, 2024 (13836)- Fator de Impacto em 2023: 5,500.

86 GANEM, G. C. A.; OLIVEIRA, L. F. M. ; PAGAN, B. M. ; OKAMOTO, S. ; LOPES, J. H. Unlocking the potential of multicomponent mesoporous bioactive glass nanoparticles: An approach to enhanced ion therapy. **Journal of Non-Crystalline Solids**, v. 638, p. 123059, 2024 (13837)- Fator de Impacto em 2023: 3,200.

87 PALACIO, G. ; PIZA, C. T. ; BATISTA, M. L. ; SANTOS, C. C. DOS; PULCINELLI, S. H.; SANTILLI, C. V. U-PEO:CuZnAl as a Recyclable Bifunctional Composite for Absorption/Degradation of Azo-Dyes. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.35, n.11, p.e20240095, 2024 (13841)- Fator de Impacto em 2023: 1,300.

88 NICÁCIO, T. C. N. ; CASTRO, M. A. M. ; MELO, M. C. N.; SILVA, T. A. ; TEODORO, M. D.; BOMIO, M. R.; MOTTA, F. V. DA Zn and Ni doped hydroxyapatite: Study of the influence of the type of energy source on the photocatalytic activity and antimicrobial properties. **Ceramics International**, v. 50, p. 27540-27552,2024 (13844)- Fator de Impacto em 2023: 5,100.

89 CARVALHO, B. G. DE; GARCIA, B. B. M. ; GODOI, N. ; HAN, S. W.; DE LA TORRE, L. G. Cationic lipid-coated bPEI/pDNA complexes: Correlation between physicochemical and morphological properties. **Colloids and Surfaces A-Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 700, p. 134795, 2024 (13857)- Fator de Impacto em 2023: 4,900.

90 ZITO, C. DE A.; SÁ, B. S. DE; PERFECTO, T. M.; VOLANTI, D. P. Chemoresistive xylene sensor based on hollow praseodymium oxide nanospheres. **Materials Research Bulletin**, v. 179, p. 112981, 2024 (13859)- Fator de Impacto em 2023: 5,300.

91 CARVALHO, I. P. S. ; SILVA, L. B. ; AMARAL, R. L. F. DO ; MASSARO, T. N. C. ; FRAGELLI, B. D. DE L. ; RODOLPHO, J. M. DE A. ; ANIBAL, F. DE F. ; BORRA, R. C. ; PASCHOAL, J. A. R.; MIRANDA, M. A. ; BASTOS, J. K.; CASTRO, F. A. ; MARCATO, P. D. Evaluation of in vivo and in vitro efficacy of solasonine/solamargine-loaded lipid-polymer hybrid nanoparticles against bladder cancer. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 661, p. 124411, 2024 (13868)- Fator de Impacto em 2023: 5,300.

92 OLIVEIRA, C. S. DE; SIGOLI, F. A.; MAZALI, I. O. Property Tuning through Fine Size Control and Hierarchical Nanostructuring of Metal Oxide Nanoparticles Supported in Porous Matrices: a Review. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.35, n.11, p. e20240081, 2024 (13879)- Fator de Impacto em 2023: 1,300.

93 MORAES, P. G. P. ; ROSA, M. A. A. ; SANTILLI, C. V.; PULCINELLI, S. H. Relevance of Sulfate Functionalization and Porous Structure of TiO₂ Ceramic Foams in Photocatalytic Degradation of Dye Molecules. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.35, n.11, p. e20240088, 2024 (13881) - Fator de Impacto em 2023: 1,300.

94 NAKAMURA, A. M.; GODOY, A. S. DE; KADOWAKI, M. A. S.; TRENTIN, L. N. ; GONZALEZ, S.T. ; SKAF, M. S.; POLIKARPOV, I. Structures of BlEst2 from *Bacillus licheniformis* in its propeptide and mature forms reveal autoinhibitory effects of the C-terminal domain. **FEBS Journal**, v.291, n.22, p.4930-4950, 2024 (13882)- Fator de Impacto em 2023: 5,500.

95 YUPANQUI-MENDOZA, S. L.; ARANTES, V. An enzymatic hydrolysis-based platform technology for the efficient high-yield production of cellulose nanospheres. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 278, p. 134602, 2024 (13892)- Fator de Impacto em 2023: 7,700.

96 MACEDO, N. G.; GALANTE, M. T. ; SOARES, L. C.; ALVIM, J. C. ; LIMA, V. S. ; SANGALI, M. ; BARROS NETO, J. R. ; CARAM JR., R.; LONGO, C. Complex Oxides Synthesized via Arc Furnace: a Fast, Direct and Effective Approach to Obtain Functional Materials. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.35, n.12, p.e2024014, 2024 (13894)- Fator de Impacto em 2023: 1,300.

97 ARANTES, V. ; LAS-CASAS, B. ; DIAS, I. K. R. ; YUPANQUI-MENDOZA, S. L.; NOGUEIRA, C. F. DE . O; MARCONDES, W. F. Enzymatic approaches for diversifying bioproducts from cellulosic biomass. **Chemical Communications**, v. 60, p. 9704-9732, 2024 (13898)- Fator de Impacto em 2023: 4,300.

98 SILVA, A. L. C.; VARGAS, L. M. B. ; PERES, M. L. ; RODRIGUES, A. D.; CHIQUITO, A. J.; TEODORO, M. D.; GODOY, M. P. F. DE Giant photoresponse in p-type sodium-doped ZnO films. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 1004, p. 175761, 2024 (13901)- Fator de Impacto em 2023: 5,800.

99 SILVA, M. A. R. DA ; GIL, J. C. ; TORRES, J. A.; SILVA, G. T. S. T.; GABRIEL FILHO, J. B. ; VICTÓRIA, H. F. V. ; KRAMBROCK, K.; TEIXEIRA, I. F. ; RIBEIRO, C. Investigating the Metal-TiO₂ Influence for

Highly Selective Photocatalytic Oxidation of Methane to Methanol. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v. 16, p. 41973-41985, 2024 (13903)- Fator de Impacto em 2023: 8,300.

100 PATIÑO-AGUDELO, A. J. ; TRINDADE, S. G. ; UETI, L. DE A. ; SABADINI, E. It is not a rule that the first aggregation state of an ionic surfactant consists of spherical micelles. The case of tetradecyltrimethylammonium salicylate. **Colloid and Interface Science Communications**, v. 62, p. 100799, 2024 (13904)- Fator de Impacto em 2023: 4,700.

101 BIANCHI, J. R. DE O. ; FABRINO, D. L. ; QUINTÃO, C. M. F. ; COIMBRA, J. S. DOS R.; SANTOS, I. J. B. Self-assembled beta lactalbumin nanostructures: encapsulation and controlled release of bioactive molecules in gastrointestinal in vitro model. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.104, n.15, p.9592-9602, 2024 (13911)- Fator de Impacto em 2023: 3,300.

102 FABRIS, F. ; GARCIA-FLORES, A. F.; CAGIGAS, J. A. M. ; SAEZ ACUÑA, J. J.; RETTORI, C.; URBANO, R. R. Superconducting NbC nanoparticles synthesized by laser ablation in a liquid. **Physical Chemistry Chemical Physics**, v.26, n.34, p.22706-22714, 2024 (13918)- Fator de Impacto em 2023: 2,900.

103 PANSANI, T. R.; BERTRAND, L. ; POBINER, B. ; BEHRENSMEYER, A. K. ; ASEVEDO, L. ; THOURY, M.; ARAÚJO JÚNIO, H. I.; SCHÖDER, S. ; KING, A. ; PACHECO, M. L. A. F.; DANTAS, M. A. T. Anthropogenic modification of a giant ground sloth tooth from Brazil supported by a multi-disciplinary approach. **Scientific Reports**, v.14, n.1, p.19770, 2024 (13926)- Fator de Impacto em 2023: 3,800.

104 EDGINGTON, J. ; VICENTE, R. A. ; VISPUTE, S. ; LI, R.; SWEERS, M. ; SULLIVAN, S. R. ; FERNÁNDEZ, P.S.; SEITZ, L. C. Dynamics of Highly Active Ln₃IrO₇ Catalysts for the Oxygen Evolution Reaction in Acid. **Advanced Energy Materials**, v.14, n.47, p.2402333, 2024 (13929)- Fator de Impacto em 2023: 24,400.

105 PORTES, R. C. ; BALDAN, M. R.; LABAT, G. A. From waste to resource: Transforming Kraft black liquor into sustainable porous carbon fillers for radome applications. **Chemical Engineering Journal**, v. 497, p. 155007, 2024 (13931)- Fator de Impacto em 2023: 13,300.

106 STAFFA, L. H. ; BETTINI, S. H. P.; CHINELATTO, M. Identifying the location and micellization of PEG-b-PCL multiblock copolymers in PLA/PCL blends via AFM nanoscale IR spectroscopy. **Polymer Testing**, v. 138, p. 108549, 2024 (13934)- Fator de Impacto em 2023: 5,000.

107 COSTA, T. M. H.; MENEZES, E. W. DE ; ARENAS, L. T.; BENVENUTTI, E. V. Ionic Silsesquioxanes: A Versatile Tool to Architect Multifunctional Nanostructured Materials. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.35, n.12, p.e20240156, 2024 (13935)- Fator de Impacto em 2023: 1,300.

108 RIBAMAR, G. G. ; PEREIRA, J. I. ; ESCOBAR ATEHORTUA, J. D.; ÁVILA, J. A. ; LOPES, J. G. ; MAAWAD, E. ; SCHELL, N.; OLIVEIRA, J. P. ; GOLDENSTEIN, H.; SOUZA, R. M. Microstructure gradients across the white etching and transition layers of a heavy haul pearlitic steel. **Materials Characterization**, v. 210, p. 113811, 2024 (13941)- Fator de Impacto em 2023: 4,800.

109 MOURA, D. S. DE ; VASCONCELOS, E. S. ; PAZINATO, J. C. O. ; DEFFERRARI, D. ; MERTINS, O.; SILVA, E. R. DA; DELGADO, P. M. ; GARCIA, I. T. S. Structuring of sodium tungstate with sodium dodecyl sulphate in aqueous media and its implications for advanced materials development. **Ceramics International**, v. 50, p. 39837-39845, 2024 (13949)- Fator de Impacto em 2023: 5,100.

110 PEREIRA, E. P. R. ; FERREIRA, B. M. ; FREIRE, L.; NERI-NUMA, I. A.; GUIMARÃES, J. T. ; ROCHA, R. S. ; PASTORE, G. M.; CRUZ, A. G. ; SANT'ANA, A. S. DE Enhancing the functionality of yogurt: Impact of exotic fruit pulps addition on probiotic viability and metabolites during processing and storage. **Food Research International**, v. 196, p. 115057, 2024 (13959)- Fator de Impacto em 2023: 7,000.

111 MARTINEZ, E. D.; FERREIRA, L. H. A. R. ; CARNEIRO NETO, A. N. ; BRITES, C. D. S. ; CARLOS, L. D. Localized three-photon upconversion enhancement in silver nanowire networks and its effect in thermal sensing. **Nanoscale**, v.16, n.40, p.18941-18951, 2024 (13962)- Fator de Impacto em 2023: 5,800.

112 KUMADA, D. K. ; ABE, I. Y.; BORDON, C. D. DA S. ; ALAYO, M. I.; KASSAB, L. R. P. Enhanced optical gain assisted by the plasmonic effects of Au nanoparticles in Nd³⁺ doped TeO₂-ZnO waveguides produced with the pedestal architecture. **Journal of Luminescence**, v. 276, p. 120865, 2024 (13971)- Fator de Impacto em 2023: 3,300.

113 SILVA, A. C. N. DA ; RIBEIRO, R. P.; RANGEL, E. C.; CRUZ, N. C. DA; CORREA, D. R. N. Production of Porous ZrO₂-TiO₂ Ceramic Coatings on the Biomedical Ti-6Al-4V Alloy via AC PEO Treatment and Their Effects on the Corrosion Behavior in 0.9% NaCl. **Coatings**, v. 14, p. 866, 2024 (13973)- Fator de Impacto em 2023: 2,900.

114 FURLAN, J. P. R. ; ROSA, R. DA S. ; RAMOS, M. S. ; LOPES, R. ; SANTOS, L. D. R. DOS ; SAVAZZI, E. A. ; STEHLING, E. G. Convergence of mcr-1 and broad-spectrum β -lactamase genes in Escherichia coli strains from the environmental sector. **Environmental Pollution**, v. 362, p. 124937, 2024 (13979)- Fator de Impacto em 2023: 7,600.

115 CRUZ, A. A. C. ; SOUZA, N. D. G. ; SOUZA, J. P. B. DE ; CARNEIRO, S. V. ; CLEMENTE, C. S. ; SOUSA, J. S. ; FECHINE, L. M.; MICHEA, S.; FECHINE, P. B. A.; FREIRE, R. M. Multichannel Sensor for Detection of Molybdenum Ions Based on Nitrogen-Doped Carbon Quantum Dot Ensembles. **C-Journal of Carbon Research**, v. 10, n.3, p. 57, 2024 (13985)- Fator de Impacto em 2023: 3,900.

116 MELLO, M. G. DE; SALVADOR, C. A. F.; COSTA, F. H. DA; CAMPO, K. N.; AFONSO, C. R. M.; CREMASCO, A.; CARAM JR., R. Phase Evolution and Spinodal Decomposition in Ti-13Mo-2Fe During Aging. **Metallurgical and Materials Transactions A-Physical Metallurgy and Materials Science**, v.55, p.4742-4746, 2024 (13988)- Fator de Impacto em 2023: 2,200.

117 SOUSA, G. C.; CARVALHO, M. G. ; ALVES, C. E. F. ; SOUZA, F. F. DE Serum Extracellular Vesicles Cargo Approach in Bitches with Mammary Tumors. **Current Issues in Molecular Biology**, v. 46, p. 7745-7768, 2024 (13990)- Fator de Impacto em 2023: 2,800.

118 FERREIRA, A. M. ; ARIZA, E. A. ; BAURI, L. F. ; GOMES, P. M. C. D.; CARVALHO, F. M. S. B. ; MASOUMI, M.; POPLAWSKY, J. D.; GOLDENSTEIN, H.; TSCHIPTSCHIN, A. P. A new strategy for developing a Nb microalloyed fire-resistant steel: Effects of boron and cooling rate. **Journal of Materials Research and Technology-JMR&T**, v. 33, p. 2365-2376, 2024 (13995)- Fator de Impacto em 2023: 6,200.

119 ALMEIDA, F. S. ; SILVA, A. M. M. DA ; MENDES, G. A. C. ; SATO, A. C. K. ; CUNHA, R. L. DA Almond protein as Pickering emulsion stabilizer: Impact of microgel fabrication method and pH

on emulsion stability. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 280, p. 135812, 2024 (13997)- Fator de Impacto em 2023: 7,700.

120 SCHNEID, A. DA C. ; LIMA, J. C. DE; FERREIRA, F. F.; GONÇALVES, P. F. B.; ARENAS, L. T.; MENEZES, E. W. DE ; COSTA, T. M. H. ; BUCHNER, S.; BENVENUTTI, E. V. Direct determination of POSS cage structure in a self-assembled ionic bridged silsesquioxane by using the total pair distribution function $G(r)$ and density functional theory. **Chemistry- An Asian Journal**, v.19, n.22,p.e202400739, 2024 (14005)- Fator de Impacto em 2023: 3,500.

121 COLOMBINO, A. C. L. ; BELLAN, M. C.; CORRER-SOBRINHO, L. ; MIRANZI, B. A. S.; CALABREZ-FILHO, S. ; PLATT, J. A. ; SPOHR, A. M.; BORGES, G. A. Effect of Surface Treatment with Zirconium Dioxide Slurry on the Bond Strength of Resin Cement to Ultratranslucent Zirconia. **Operative Dentistry**, v. 49, p. 574-585, 2024 (14009)- Fator de Impacto em 2023: 1,400.

122 OLIVIERI, JR., P. H. ; ASSIS, I. F. ; LIMA, A. F. ; HASSAN, S. A.; TORQUATO, R. J. S.; HAYASHI, J. Y. ; TASHIMA, A. K.; NADER, H. B.; SALVATI, A. ; JUSTO, G. Z.; SOUSA, A. A. Glycocalyx Interactions Modulate the Cellular Uptake of Albumin-Coated Nanoparticles. **ACS Applied Bio Materials**, v. 7, p. 7365-7377, 2024 (14015)- Fator de Impacto em 2023: 4,600.

123 SANTOS, F. L. ; GIROTO, A. S. ; TORRES, J. A.; OLIVEIRA, A. V. P. S. ; SANTOS, V. M. F. E ; NOGUEIRA, A. E. Hydrogen generation via NaBH_4 hydrolysis over cobalt-modified niobium oxide catalysts. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 92, p. 113-123, 2024 (14016)- Fator de Impacto em 2023: 8,100.

124 VALIM, D. B. ; AVILA, J. A. ; FONSECA, E. B. DA; GABRIEL, A. H. G. ; JARDINI, A. L.; LOPES, E. S. N. Influence of build orientation and heat treatment on high cycle fatigue of additively manufactured AlSi10Mg . **Materials Science and Engineering A-Structural Materials Properties Microstructure and Processing**, v. 916, p. 147308, 2024 (14018)- Fator de Impacto em 2023: 6,100.

125 VICENTE, M. R. DA S. ; XAVIER, G. T. M. ; CARVALHO, W. A.; CARVALHO, J. M. DE ; SOUZA, J. S. DE Insights into interface engineering of $\text{g-C}_3\text{N}_4/\text{NaNbO}_3$ heterojunction for photoelectrochemical water splitting. **Applied Surface Science**, v. 664, p. 160232, 2024 (14020)- Fator de Impacto em 2023: 6,300.

126 RACORTI, N. DE V. ; MARTINELLI, M. ; BUSTOS, S. O. ; SALARDANI, M.; CAMACHO, M. F. ; BARCICK, U.; LIMA, L. R. F. ; JEDLICKA, L. D. L. ; CAMPOS, C. B. L. DE ; VALENTE, R. H.; CHAMMAS, R.; ZELANIS, A. Mannose-6-Phosphate Isomerase Functional Status Shapes a Rearrangement in the Proteome and Degradsome of Mannose-Treated Melanoma Cells. **Journal of Proteome Research**, v. 23, p. 5177-5192, 2024 (14023)- Fator de Impacto em 2023: 3,800.

127 NASCIMENTO, K. S. DO; MORADA, R. C. V. ; OLIVEIRA, M. V. ; MARTINS, F. W. V.; SACRAMENTO-NETO, J. C. ; CAVADA, B. S. Purification and partial characterization of a new melibiose-specific lectin from *Bauhinia cattingae* Harms. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 282, p. 136564, 2024 (14028)- Fator de Impacto em 2023: 7,700.

128 OSMARI, T. A.; PETROLINI, D. D.; LÓPEZ-CASTILLO, A. ; MORAIS, L. H. DE ; ZANCHET, D.; SAINNA, M. A. ; WILLOCK, D. ; GALLO, J. M. R.; SANTOS, J. B. O.; BUENO, J. M. C. Size-dependent effects of Cu° nanoparticles on electronic properties and ethanol dehydrogenation catalysis via

Cu⁺-O-Cu⁺ species. **Materials Today Chemistry**, v. 41, p. 102318, 2024 (14030)- Fator de Impacto em 2023: 6,700.

129 GIROTTO, G. Z. ; THILL, A. S.; VOGT, M. A. H. ; SOUZA, D. O. DE ; BERNARDI, F. There are plenty of atomic vacancies at the bottom. **Applied Materials Today**, v. 41, p. 102479, 2024 (14038)- Fator de Impacto em 2023: 7,200.

130 MOREIRA, C. M. R.; VICENTINI, R. ; VENÂNCIO, R.; ZANIN, H. G.; FRANCO, D. V. ; SOUSA, L. F. DE ; SILVA, L. M. DA Understanding intra-pore electrolyte resistances and distributed capacitances in carbon electrodes used in supercapacitors using a robust modeling process to separate the charge-storage occurring into macro-, meso-, and micro-pore structures. **Journal of Energy Storage**, v. 101, p. 113924, 2024 (14041)- Fator de Impacto em 2023: 8,900.

131 ABREU, G. J. P. ; LIMA JUNIOR, R. D. ; RIVERA, F. M. ; FERRARI, A. J. R.; SILVA, N. V. ; FILL, T. P.; PILAU, E. J. ; FIAMENGGHI, M. B. ; CARAZZOLLE, M. F.; GRASSI, M. C. DE B.; PEREIRA, G. A. G.; CARVALHO, L. M. DE Unraveling the mechanisms of ethylene-induced regulation of energy cane shoot and root development. **Industrial Crops and Products**, v. 222, p. 119675, 2024 (14043)- Fator de Impacto em 2023: 5,600.

132 DIAS, R. M.; VILAS-BOAS, S. M. ; COSTA, M. C. DA Unveiling the ability of protic and aprotic ionic liquids to dissolve and modify Kraft lignin. **Separation and Purification Technology**, v. 350, p. 127977, 2024 (14045)- Fator de Impacto em 2023: 8,100.

133 CORREIA, C. R. S. T. B. DE ; TORRES, C. ; GOMES, E. ; RODRIGUEZ, G. M. ; REGATIERI, W. K. P. ; TAKAMIYA, N. T. ; ROGERIO, L. A. ; MALAVAZI, I.; GOMES, M. D.; DAMASCENO, J. D. ; SILVA, V. L. DA ; OLIVEIRA, M. A. F. DE ; SILVA, M. S. DA ; NASCIMENTO, A. S.; COELHO, A. C. ; MARUYAMA, S. R. ; TEIXEIRA, F. R. Functional characterization of Cullin-1-RING ubiquitin ligase (CRL1) complex in *Leishmania infantum*. **PLoS Pathogens**, v. 20, p. e1012336, 2024 (14046)- Fator de Impacto em 2023: 5,500.

134 YUKUHIRO, V. Y. ; VICENTE, R. A. ; FERNÁNDEZ, P. S.; CUESTA, A. Alkaline-Metal Cations Affect Pt Deactivation for the Electrooxidation of Small Organic Molecules by Affecting the Formation of Inactive Pt Oxide. **Journal of the American Chemical Society**, v. 146, p. 27745-27754, 2024 (14050) - Fator de Impacto em 2023: 14,400.

135 LOPES, C. F. P. ; BRONDI, M. ; SILVA, M. J. ; BONDANCIA, T. J. ; ELIAS, A. M. ; MARTINS, M. A.; FARINAS, C. S.; RIBEIRO, C.; MATTOSO, L. H. C. Carboxymethylcellulose production from sugarcane bagasse: A new approach in biorefinery concept. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 282, p. 136998, 2024 (14052)- Fator de Impacto em 2023: 7,700.

136 DISIGANT, I. ; ALMEIDA, J.; OKAMOTO, D. N.; BERTAZZOLI, R.; RODRIGUES, C. A. Coupling UiO-66 MOF with a Nanotubular Oxide Layer Grown on Ti-W Alloy Accelerates the Degradation of Hormones in Real Water Matrices. **ACS Omega**, v. 9, p. 48571-48585, 2024 (14057)- Fator de Impacto em 2023: 3,700.

137 FURLAN, J. P. R. ; LOPES, R. ; RAMOS, M. S. ; ROSA, R. DA S. ; SANTOS, L. D. R. DOS ; STEHLING, E. G. Identification of plasmid-mediated mcr-1 and chromosomal blaCTX-M-2 in *Escherichia coli* from fresh vegetables. **Journal of Global Antimicrobial Resistance**, v. 38, p. 66-68, 2024 (14063)- Fator de Impacto em 2023: 3,700.

138 SILVA, A. L. C. ; VARGAS, L. M. B. ; PERES, M. L. ; TEODORO, M. D.; GODOY, M. P. F. DE Exploring Na Doping in ZnO Thin Films: Electrical and Optical Insights. **Coatings**, v. 14, p. 510, 2024 (14066) - Fator de Impacto em 2023: 2,900.

139 CALIARI, A. B.; BICEV, R. N. ; SILVA, C. C. DA ; SOUZA, S. E. G. DE ; SILVA, M. G. DA ; SOUZA, L. E. A. ; MELLO, L. R. DE; HAMLEY, I. W.; MOTTA, G.; DEGROUARD, J. ; TRESSET, G. ; QUARESMA, A. J. C.; NAKAIE, C. R.; SILVA, E. R. DA Self-assembly, cytocompatibility, and interactions of desmopressin with sodium polystyrene sulfonate. **Soft Matter**, v.20, p.9597-9613, 2024 (14079)- Fator de Impacto em 2023: 2,900.

140 LIMA, I. DOS S. ; GONÇALVES, J. M.; ANGNES, L. Ternary NiFeCo-glycerolate catalysts: rational design for improved oxygen evolution reaction efficiency. **Journal of Materials Chemistry A**, v. 12, p. 33779-33788, 2024 (14084)- Fator de Impacto em 2023: 10,700.

141 CRIVELLI, C. I. P. ; ALMEIDA, J.; LINDINO, C. A. ; ALMEIDA, L. C. DE ; RODRIGUES, C. A.; BESSEGATO, G. G. Ti-O-Nanotubular Mixed Oxide Grown on a TiCu Alloy as an Efficient Material for Simultaneous Photoelectrocatalytic Oxidation and PMS Activation for Pollutant Degradation. **ACS Omega**, v. 9, p. 47052-47064, 2024 (14087)- Fator de Impacto em 2023: 3,700.

142 CAFFER, A. M. ; AJEESH, M. O. ; CARVALHO, M. H. ; MERCENA, S. G.; FREITAS, G. S. ; PIZZI, H. B. ; PASSOS, D. S. ; ADRIANO, C.; BAUER, E. D.; THOMPSON, J. D.; RONNING, F. ; THOMAS, S. M. ; ROSA, P. F. S. ; PAGLIUSO, P. G. Tuning the antiferromagnetic ground state of Ce₂RhIn₈ by Ga substitution. **Physical Review B**, v.110, n.20, p. 205105, 2024 (14088)- Fator de Impacto em 2023: 3,200.

143 PEÇANHA, E. R. ; SABADINI, E. Urea as hydrogelator of surfactants. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 669, p. 1015-1021, 2024 (14094)- Fator de Impacto em 2023: 9,400.

144 SILVA, L. F. DA; LUCCHINI, M. A. ; CATTO, A. C.; AVANSI JR., W.; BERNARDINI, S.; AGUIR, K.; NIEDERBERGER, M. ; LONGO, E. The Role of Zn Ions in the Structural, Surface, and Gas-Sensing Properties of SnO₂:Zn Nanocrystals Synthesized via a Microwave-Assisted Route. **Sensors**, v. 24, p. 140, 2024 (14096)- Fator de Impacto em 2023: 3,400.

145 CASTRO, M. A. M. ; NICÁCIO, T. C. N. ; SANTOS, A. C. N. ; VIEGAS, M. C. ; SOUZA, R. P. ; BOMIO, M. R.; MOTTA, F. V. DA Magnesium-doped hydroxyapatite for application in the photocatalytic degradation of different dye mixtures simultaneously under sunlight irradiation. **Journal of Materials Science**, v. 59, p. 22053-22072, 2024 (14101)- Fator de Impacto em 2023: 3,500.

146 ANDRADE, A. B.; AZEVEDO, J. H. M. DE ; BISPO, G. F. C.; JESUS, T. M. DE ; MACEDO, Z. S.; VALERIO, M. E. G. The role of Ce³⁺ Co-doping in the luminescent enhancement of Bi³⁺ emission and Bi³⁺- Bi²⁺ conversion in LiLaP₄O₁₂ host. **Optical Materials**, v. 157, p. 116409, 2024 (14106)- Fator de Impacto em 2023: 3,800.

147 NEVES, T. DE F. ; LOPES, C. B. ; MASTELARO, V. R.; DANTAS, R. F. ; SILVA, C. M. ; PREDIGER, P. Toxic metals removal by new membranes based on graphene oxide and a cationic Polymer: Influence of chemical and morphological aspects. **Chemical Engineering Journal**, v. 498, p. 155496, 2024 (14159)- Fator de Impacto em 2023: 13,300.

148 SCALON, L.; NOGUEIRA , C. A. ; FONSECA, A. F. V. DA ; MARCHEZI, P. E.; MORAL, R. F. ; GRANCINI, G. ; KODALLE, T. ; SUTTER-FELLA, C. M. ; OLIVEIRA, C. C. ; ZAGONEL, L. F.; NOGUEIRA,

A. F. 2D Phase Formation on 3D Perovskite: Insights from Molecular Stiffness. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v. 16, p. 51727-51737, 2024 (14160)- Fator de Impacto em 2023: 8,300.

149 ROSA, R. DA S. ; FURLAN, J. P. R. ; SANTOS, L. D. R. DOS ; RAMOS, M. S. ; SAVAZZI, E. A. ; STEHLING, E. G. Genetic diversity of KPC-2-producing *Klebsiella pneumoniae* complex from aquatic ecosystems. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, v.40, n.6, p. 177, 2024 (14162)- Fator de Impacto em 2023: 4,000.

150 SALES, D. H. ; LEITE, R. R. ; ALBORNOZ DIAZ, J. C. A. ; KOMORIZONO, A. K. ; BERNARDI, M. I. B.; MASTELARO, V. R.; LONGO, E.; TEIXEIRA, S. R.; SOUZA, A. E. Al-doped ZnO Thin Films via Sputtering: Influence of Structural Defects on Ozone Gas Sensitivity. **Materials Research-Ibero-american Journal of Materials**, v.27, n.2, p. e20240184, 2024 (14163)- Fator de Impacto em 2023: 1,500.

151 CASAGRANDE, M. G. ; MIGLIORINI, B. B. ; COSTA, T. G. DA ; JOSÉ, N. B. ; HARADA, L. K. ; CAMPOS, E. V. R.; GONÇALVES, K. C. ; POLANCZYK, R. A. ; FRACETO, L. F.; LIMA, R. Beauveria bassiana biogenic nanoparticles for the control of Noctuidae pests. **Pest Management Science**, v. 80, p. 1325-1337, 2024 (14164)- Fator de Impacto em 2023: 3,800.

152 DUARTE, J. L. ; DI FILIPPO, L. D. ; OLIVEIRA, A. E. M. DE F. M. ; SABIO, R. M.; MARENA, G. D. ; BAUAB, T. M. ; DUQUE, C.; CORBEL, V. ; CHORILLI, M. Development and characterization of potential larvicidal nanoemulsions against *Aedes aegypti*. **Beilstein Journal of Nanotechnology**, v. 15, p. 104-114, 2024 (14166)- Fator de Impacto em 2023: 2,600.

153 CARVALHO, M. D. DE ; ANDRADE, C. C. P. DE ; SATO, A. C. K. Dynamic high-pressure microfluidization reduces aggregation and enhances functional properties of flaxseed protein isolates obtained by alkaline extraction. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 96, p. 103793, 2024 (14167)- Fator de Impacto em 2023: 6,300.

154 COSTA, R. C.; TAKEDA, T. T. S. ; DINI, C. ; BERTOLINI, M. ; FERREIRA, R. C. ; PEREIRA, G. ; SACRAMENTO, C. M. ; RUIZ, K. G. S.; FERES, M.; SHIBLI, J. A. ; BARÃO, V. A. R.; SOUZA, J. G. S. Efficacy of a novel three-step decontamination protocol for titanium-based dental implants: An in vitro and in vivo study. **Clinical Oral Implants Research**, v. 35, p. 268-281, 2024 (14169)- Fator de Impacto em 2023: 4,800.

155 GUSMÃO, C. DE A. ; PALHARIM, P. H.; RAMOS, B. ; GOUVÊA, D.; RODRIGUES JR., O. ; TEIXEIRA, A. C. S. C. Enhanced visible light photocatalytic VOC oxidation via Ag-loaded TiO₂/SiO₂ materials. **Journal of Materials Science**, v. 59, p. 1215-1234, 2024 (14171)- Fator de Impacto em 2023: 3,500.

156 STEHLING, E. G.; SELLERA, F. P. ; ALMEIDA, O. G. G. DE ; GONZALEZ, I. H. L. ; RAMOS, P. L. ; ROSA-GARZON, N. G. DA R. ; KRESS, M. R. VON Z.; CABRAL, H.; FURLAN, J. P. R. Genomic features and comparative analysis of a multidrug-resistant *Acinetobacter bereziniae* strain infecting an animal: a novel emerging one health pathogen?. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, v.40, n.2, p. 63, 2024 (14173)- Fator de Impacto em 2023: 4,000.

157 SANTOS, D. A. L.; BARROS, A. DE ; SANTOS, D. P.; PEREIRA, G. C. ; SHIMIZU, F. M.; FOSTIER, A. H.; SIGOLI, F. A.; MAZALI, I. O. Indirect Surface-Enhanced Raman Scattering Sensor for Direct Detection of Gaseous Elemental Mercury. **ACS Applied Nano Materials**, v. 7, p. 17251-17261, 2024 (14175)- Fator de Impacto em 2023: 5,300.

158 SAAD, M. B. W.; GONÇALVES, A. R. Industrial pretreatment of lignocellulosic biomass: A review of the early and recent efforts to scale-up pretreatment systems and the current challenges. **Biomass & Bioenergy**, v. 190, p. 107426, 2024 (14176)- Fator de Impacto em 2023: 5,800.

159 RODRIGUES, B. S.; BRANCO, C. M. ; DOMINGOS, L. R. DE M. ; GAUBEUR, I.; WANG, Z. ; CHEN, C. ; SARDELA, M. ; SOUZA, J. DOS S. DE Microwave-assisted reflux synthesis of Tungsten-doped BiVO₄ for improved photocatalytic activity. **Journal of the American Ceramic Society**, v. 107, p. 995-1008, 2024 (14178)- Fator de Impacto em 2023: 3,500.

160 CHEVALIER, R. C. ; OLIVEIRA JÚNIOR, F. D.; CUNHA, R. L. DA Modulating digestibility and stability of Pickering emulsions based on cellulose nanofibers. **Food Research International**, v. 178, p. 113963, 2024 (14179)- Fator de Impacto em 2023: 7,000.

161 CECCATO, B. T. ; VIANNA, S. V. ; DE LA TORRE, L. G. Numerical and experimental investigation of chaotic advection and diffusion mixing effects in 3D multihelical microfluidics for liposome synthesis. **Chemical Engineering Science**, v. 295, p. 120190, 2024 (14182)- Fator de Impacto em 2023: 4,100.

162 NOVELLO, G. ; SOUZA, F. F. DE; CANISSO, I. F. Platelet-Rich Plasma Proteome of Mares Susceptible to Persistent-Breeding-Induced Endometritis Differs from Resistant Mares. **Animals**, v. 14, p. 2100, 2024 (14184)- Fator de Impacto em 2023: 2,700.

163 TOCHIRO, L. A. ; GABRIEL, A. H. G. ; TERADA, M.; CASTRO, R. S. DE ; LOPES, E. S. N.; AVILA, J. A. ; MASOUMI, M. Powder bed fusion of high-Mn-N Ni-free austenitic stainless steel: achieving low porosity and high mechanical strength through process parameter selection. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 131, p. 1377-1396, 2024 (14185)- Fator de Impacto em 2023: 2,900.

164 RIBEIRO, I. D. A. ; PAES, J. A. ; WENDISCH, V.; FERREIRA, H. B.; PASSAGLIA, L. M. P. Proteome profiling of *Paenibacillus sonchi* genomovar *Riograndensis* SBR5T under conventional and alternative nitrogen fixation. **Journal of Proteomics**, v. 294, p. 105061, 2024 (14186)- Fator de Impacto em 2023: 2,800.

165 COSTA, G. R. ; NASCIMENTO, M. V. ; MAROTTI, B. DE S. ; ARANTES, V. Reducing Hydrophilicity of Cellulose Nanofibrils Through Lipase-Catalyzed Surface Engineering with Renewable Grafting Agents. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 32, p. 5254-5271, 2024 (14187)- Fator de Impacto em 2023: 4,700.

166 FONTENELE, G. R.; FONTENELE, G. ; VALENTIM, M. R. ; FREITAS, L. V. C.; RODRIGUES JR., G.; PANIAGO, R. M.; MALACHIAS, A. Structural and Electronic Response of Multigap N-Doped In₂Se₃: A Prototypical Material for Broad Spectral Optical Devices. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v. 16, p. 49902-49912, 2024 (14191)- Fator de Impacto em 2023: 8,300.

167 BARRA, A. L. C. ; ULLAH, N.; BROGNARO, H.; GUTIERREZ, R. F. ; WRENGER, C. ; BETZEL, C.; NASCIMENTO, A. S. Structure and dynamics of the staphylococcal pyridoxal 5-phosphate synthase complex reveal transient interactions at the enzyme interface. **Journal of Biological Chemistry**, v. 300, p. 107404, 2024 (14192)- Fator de Impacto em 2023: 4,000.

168 MASOUMI, M.; CENTENO, D. M. A.; ECHEVERRI- ARIZA, E. A. Tailoring the Microstructure using Quenching and Partitioning Processing in a Commercial Mn-Si-Cr Spring Steel to Improve Tensile Properties. **Arabian Journal for Science and Engineering**, v. 49, p. 15121-15141, 2024 (14196)- Fator de Impacto em 2023: 2,600.

169 FURLAN, J. P. R. ; SELLERA, F. P. ; GONZALEZ, I. H. L. ; RAMOS,. P. L. ; STEHLING, E. G. The curious case of the rare *Citrobacter pasteurii* isolated from an endangered primate in Brazil. **Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases**, v. 113, p. 102234, 2024 (14198) - Fator de Impacto em 2023: 2,000.

170 OLIVEIRA, G. H. I. DE ; ESCOTE, M. T.; NANTES-CARDOSO, I. L. ; CRIADO, D. Versatile r.f. magnetron sputtering dopingmethod to produce aluminum-doped zinc oxide films. **Journal of the American Ceramic Society**, v. 107, p. 4729-4737, 2024 (14199)- Fator de Impacto em 2023: 3,500.

2024

Teses e Dissertações

Externa

1 MOVILLA, F. **Estudio estructural y supramolecular de pequeñas moléculas de relevancia biológica: síntesis de materiales bioinspirados y sus potenciales aplicaciones.** 2024. 419 f. Tese (Doutorado em Química Analítica y Química Física)- Universidad de Buenos Aires, Departamento de Química, Buenos Aires (13692).

2 FELIPE, T. C. **Mecanismos geoquímicos de formação de óxidos de FeMn em dentes fósseis de tubarão da Elevação do Rio Grande.** 2024. 142 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Geológica)- Universidade de São Paulo, IO- Instituto Oceanográfico, São Paulo (13727).

3 PALMA, J. V. N. DE **Propriedades Microestruturais e Elétricas de Nanoestruturas de WO₃ Puras e Dopadas com Mn.** 2024. 112 f. Dissertação (Mestrado em Física)- Universidade Federal de São Carlos, CCET- Departamento de Física, São Carlos (13729).

4 FERES, F. H. **Nano-óptica de polárítos e radiação térmica de materiais bidimensionais em campo-próximo no regime de infravermelho.** 2024. 143 f. Tese (Doutorado em Física Aplicada)- Universidade Estadual de Campinas, IFGW- Departamento de Física, Campinas (13883).

5 BRITO, C. S. DE **Interfacial Engineering Of Van Der Waals Heterostructures: Impacts On The Excitonic And Valley Properties.** 2024. 231 f. Tese (Doutorado em Física Básica)- Universidade Federal de São Carlos, CCET- Departamento de Física, São Carlos (13991).

6 AMES, A. **Dispositivos de Memória em Heteroestruturas 2D de MoSe₂ sobre Clinocloro.** 2024. 66 f. Dissertação (Mestrado em Física)- Universidade Federal de São Carlos, CCET- Departamento de Física, São Carlos (14107).

7 CARVALHO, A. C. DE **Development of a Mouse Model of Ilheus Virus (ILHV) infection and investigation of Therapeutic Strategies.** 2024. 130 f. Tese (Doutorado em Imunologia) - Universidade Estadual de Campinas, IB- Instituto de Biologia, Campinas (14108).

8 COSTA, A. G. O. P. **Obtenção e caracterização de cocristais de Secnidazol: uma abordagem promissora da Engenharia de Cristais no setor Farmacêutico.** 2024. 86 f. Tese (Doutorado em Biologia para saúde)- Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências da Saúde, Fortaleza (14109).

9 GARCIA, A. L. DE C. **Desenvolvimento de recobrimentos de Ligas Ternárias de Ti-Nb-Zr por Pulverização Magneto-Catódica.** 2024. 136 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Materiais)- Universidade Federal de São Carlos, DEMA- Departamento de Engenharia de Materiais, São Carlos (14111).

10 GALVÃO, A. M. M. T. **Production and application of high internal phase emulsions (HIPes) stabilised by lentil protein (Lens culinaris) as a substitute for saturated fats in foods.** 2024. 226 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos)- Universidade Estadual de Campinas, FEA- Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas (14112).

11 AQUINO, B. B. DE **Produção e Caracterização De Recobrimentos De Ligas TI-NB-MO Depositados Por Pulverização Magneto-Catódica Sobre Aço Inoxidável**. 2024. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) - Universidade Federal de São Carlos, DEMA - Departamento de Engenharia de Materiais, São Carlos (14113).

12 CAVALINI, C. **Propriedades Ópticas e Magneto-ópticas de Heteroestruturas WSe₂/ β-Ga₂O₃**. 2024. 76 f. Dissertação (Mestrado em Física) - Universidade Federal de São Carlos, CCET - Departamento de Física, São Carlos (14114).

13 FRANCISCO, C. R. L. **Modulando a Estabilidade e Reologia de Emulsões Utilizando Conjugados de Proteína de Tremoço e Extrato de Semente de Uva**. 2024. 154 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, FEA - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas (14115).

14 MARTIM, D. B. **Investigation of lignin-related aromatic compounds metabolism in a Xanthomonas phytopathogen**. 2024. 128 f. Tese (Doutorado em Genética de Microorganismos) - Universidade Estadual de Campinas, IB - Instituto de Biologia, Campinas (14117).

15 SOUZA, D. S. DA S. **Influência de Nanopartículas de Celulose na Autoagregação de Sais de Bile**. 2024. 115 f. Dissertação (Mestrado em Nanociência e Nanotecnologia de Materiais) - Universidade Federal de São Carlos, DEMA - Departamento de Engenharia de Materiais, São Carlos (14118).

16 VALIM, D. B. **Avaliação do efeito da orientação de fabricação e dos tratamentos térmicos nas propriedades mecânica da liga AlSi10Mg processadas por fusão em leito de pó por laser**. 2024. 137 f. Tese (Doutorado em Materiais e Processos de Fabricação) - Universidade Estadual de Campinas, FEQ - Departamento de Engenharia Química, Campinas (14120).

17 ARAUJO, G. G. DE **Structure of the Xanthomonas citri type IV pilus secretin**. 2024. 85 f. Tese (Doutorado em Ciência) - Universidade de São Paulo, ICB - Instituto de Ciências Biomédicas, São Paulo (14122).

18 POLEZI, G. **Preparo e Caracterização de Espumas Condutoras Elétricas Baseadas em Celulose Catiônica e Negro de Fumo com Potencial Aplicação em Embalagens Antiestáticas**. 2024. 96 f. Dissertação (Mestrado em Nanociências e Materiais Avançados) - Universidade Federal do ABC, Pós-Graduação Nanociências e Materiais Avançados, Santo André (14123).

19 FRUGOLI, G. Z. **Produção simultânea de arabitol e xilitol por fermentações em meio de hidrolisado hemicelulósico da casca do cacau : seleção de leveduras, formulação de meio de cultivo e condução do processo fermentativo em biorreatores**. 2024. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, FEA - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas (14124).

20 DISIGANT, I. **Ação Cooperativa entre Óxidos Nanotubulares de Ti-O-W Ee MOF-UIO-66 para Remoção de Poluentes Emergentes de Águas de Abastecimento**. 2024. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) - Universidade Federal de São Paulo, Diadema - Ins. Ciências Ambientais (14126).

21 SOARES, I. S. **Proteína de Semente de Uvaia (Eugenia Piryformis): Impacto do Ultrassom de Alta Intensidade nas Propriedades Funcionais do Extrato**. 2024. 70 f. Dissertação (Mestrado em

Alimentos e Nutrição)- Universidade Estadual de Campinas, FEA- Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas (14127).

22 ANTTY, J. H. D. **Caracterização Estrutural da Proteína VGRG Evoluída do Sistema de Secreção de Tipo 6 de Klebsiella pneumoniae**. 2024. 74 f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica e Biologia Molecular)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, IQ- Departamento de Bioquímica, Rio de Janeiro (14128).

23 CARVALHO, J. T. T. **Nanopartículas de Sílica Degradáveis: Inclusão de Pontes de Sulfeto Como Estratégia para Aplicações Avançadas em Nanomedicina** . 2024. 63 f. Dissertação (Mestrado em Físico Química)- Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química, Campinas (14131).

24 COIMBRA, L. D. **Purificação de Arbovírus para Estudo Estrutural de Partículas Virais e Modelo de Imunização**. 2024. 132 f. Tese (Doutorado em Imunologia) - Universidade Estadual de Campinas, IB- Instituto de Biologia, Campinas (14133).

25 COLOMBÉRA , M. C. **Avaliação da Suplementação Com Leucina Sobre os Efeitos de Fatores Tumorais em Células Musculares Cardíacas H9C2**. 2024. 80 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia) - Universidade Estadual de Campinas, IB- Instituto de Biologia, Campinas (14134).

26 ROSÁRIO, M. E. F. **Caracterização Estrutural dos Anéis Hexaméricos da Proteína HCP2 do Sistema de Secreção do Tipo VI de Klebsiella pneumoniae**. 2024. 89 f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica e Biologia Molecular)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, IQ- Departamento de Bioquímica, Rio de Janeiro (14135).

27 MENDONÇA, N. DA S. **Complexação do Quimioterápico Docetaxel com Hidroxipropil-Gama-Ciclodextrina: uma Estratégia para Aumentar a Solubilidade do Fármaco** . 2024. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Manaus (14139).

28 CHEVALIER, R. C. **Pickering Emulsions Stabilized with Cellulose Nanofibers for Incorporation in Biodegradable Film and Coatings**. 2024. 190 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos)- Universidade Estadual de Campinas, FEA- Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas (14143).

29 MENDONCA, T. C. **Terapia Fotodinâmica com Ftalocianina de Cloro-Alumínio em Carreadores Lipídicos Nanoestruturados Contendo Doxorubicina para Tratamento do Câncer de Mama**. 2024. 104 f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica.)- Universidade Estadual de Campinas, IB- Instituto de Biologia, Campinas (14144).

30 ALVES, A. C. **Modelo Sustentável de Processamento de Látex de Borracha Natural para o Desenvolvimento de Membranas com Potencial Biotecnológico**. 2024. 118 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia)- Universidade Federal do Ceará, Departamento de Física, FORTALEZA (14149).

31 SILVA, C. A. P. **DA Estratégia de Reciclagem da Liga Al-7%Si Contaminada com Ferro: Adição de Vanádio e Parâmetros Térmicos de Solidificação**. 2024. 97 f. Tese (Doutorado em Materiais e Processos de Fabricação) - Universidade Estadual de Campinas, FEQ - Departamento de Engenharia Química, Campinas (14150).

32 PAULA, A. F. DE **Microestruturas de Solidificação e Propriedades Mecânicas da Liga Eutética Al-Ni-Co com Potencial de Aplicação Aeroespacial**. 2024. 117 f. Dissertação (Mestrado em Materiais e Processos de Fabricação)- Universidade Estadual de Campinas, FEQ- Departamento de Engenharia Química, Campinas (14151).

33 SCHEFFER, F. R. **Síntese verde de fotocatalisadores nano-estruturados com aplicação de fotogeração de hidrogênio, degradação de poluentes orgânicos e atividade bactericida**. 2024. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Materiais)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-graduação em Ciência dos Materiais, Porto Alegre (14230).

Anexo 6 – Recomendações da Comissão de Acompanhamento e Avaliação (CAA)

Recomendação: Dimensão Nacional do Centro: desenvolver mecanismos e instrumentos de descentralização e ação nacional dos laboratórios junto aos institutos de pesquisa e inovação nas diversas regiões brasileiras.

Comentário da CAA na Reunião Semestral 2018: RECOMENDAÇÃO EM ATENDIMENTO. A CAA reconhece os esforços que vêm sendo realizados, o que pode ser observado nos relatórios apresentados, mas mantém a recomendação para o acompanhamento de seu desenvolvimento.

Comentário da CAA na Reunião Anual 2018: RECOMENDAÇÃO EM ATENDIMENTO. A CAA reconhece os esforços que vêm sendo realizados, e resultados já foram observados nos indicadores de 2018. Porém, esforços devem ser continuados no sentido de uma maior diversificação da participação de usuários de outros estados da Federação.

Comentário da CAA na Reunião Semestral 2019: RECOMENDAÇÃO EM ATENDIMENTO. A CAA reconhece os enormes avanços que vêm sendo realizados, especialmente no ano de 2019. Porém, recomenda que esforços devam ser continuados no sentido da diversificação da participação de usuários de outros estados da Federação.

Comentário da CAA na Reunião Anual 2019: RECOMENDAÇÃO EM ATENDIMENTO. A CAA reconhece os enormes avanços que vêm sendo realizados, especialmente no ano de 2019. Porém, recomenda que esforços devam ser continuados no sentido da diversificação da participação de usuários de outros estados da Federação.

Comentário da CAA na Reunião Anual 2020: RECOMENDAÇÃO EM ATENDIMENTO. A CAA reconhece os enormes avanços que vêm sendo realizados mesmo no contexto de pandemia, mantendo a recomendação.

Comentário da CAA na Reunião Semestral 2021: RECOMENDAÇÃO MANTIDA. A CAA reconhece os enormes avanços que vêm sendo realizados mesmo no contexto de pandemia, mantendo a recomendação.

Comentário da CAA na Reunião Anual 2021: RECOMENDAÇÃO MANTIDA. A CAA registra os esforços e reconhece os avanços alcançados por meio de diferentes estratégias de alcance de potenciais usuários do Centro, com excelentes resultados apresentados em 2021, com a integração de pesquisadores das diversas regiões do País, esperando a continuidade das ações, tendo em vista a ainda grande concentração de usuários no Sudeste.

Comentário da CAA na Reunião Semestral 2022: RECOMENDAÇÃO MANTIDA. A CAA registra os esforços e reconhece os avanços alcançados por meio de diferentes estratégias de alcance de potenciais usuários do Centro, com a integração de pesquisadores das diversas regiões do País, esperando a continuidade das ações, tendo em vista a ainda grande concentração de usuários no Sudeste.

Comentário da CAA na Reunião Anual 2022: RECOMENDAÇÃO MANTIDA. É notório o alcance nacional que o CNPEM vem atingindo, o que qualifica a atividade científica do país. A CAA

reconhece os avanços alcançados por meio de diferentes estratégias de alcance de potenciais usuários do Centro e espera a ampliação das ações, tendo em vista a ainda grande concentração de usuários no Sudeste.

Comentário CAA na Reunião de Avaliação Semestral 2023: RECOMENDAÇÃO MANTIDA. É notório o esforço do CNPEM em ampliar seu alcance nacional, o que qualifica a atividade científica do país. A CAA reconhece os avanços por meio de diferentes estratégias de alcance de potenciais usuários do Centro e espera a ampliação das ações, tendo em vista a ainda grande concentração de usuários no Sudeste.

Comentário CAA na Reunião de Avaliação Anual 2023: RECOMENDAÇÃO MANTIDA. É notório o esforço do CNPEM em ampliar seu alcance nacional, por meio de diferentes estratégias para mobilizar os potenciais usuários do Centro em outras regiões do país. De toda forma, essa CAA mantém a recomendação, tendo em vista a ainda grande concentração de usuários no Sudeste.

Comentário CAA na Reunião de Avaliação Semestral 2024: RECOMENDAÇÃO MANTIDA. É notório o esforço do CNPEM para ampliar seu alcance nacional, por meio de diferentes estratégias para mobilizar os potenciais usuários do Centro em outras regiões do país, mas há ainda uma concentração elevada de usuários da região Sudeste. O recém-lançado Programa Embaixadores nas regiões Norte e Nordeste tem potencial para mitigar essa assimetria no perfil regional dos usuários.

Providências: O CNPEM mantém o compromisso de ampliar a abrangência geográfica do acesso às instalações para usuários oriundos de todas as regiões do país.

Dessa forma, o Centro persiste na promoção dos eventos com foco na capacitação de pesquisadores de todo o Brasil na utilização das técnicas disponíveis nas instalações do Centro, sendo essa uma das formas de atrair novos usuários. Em 2024, foram capacitados 530 pesquisadores externos, dos quais 33% eram de estados fora da região sudeste, com destaque para a região nordeste com 14% do total de participantes. Adicionalmente, o CNPEM tem promovido ações estratégicas, tais como: a campanha em redes sociais sobre o Programa de Usuários patrocinado para diferentes regiões do país; como também, a participação em eventos científicos externos, com estande do CNPEM, sendo ambas as ações, formas de levar para públicos acadêmicos mais amplos, o conhecimento sobre capacidades técnicas e formas de apoio que o Centro oferece à comunidade científica de todas as regiões do país. Em 2024, o Escritório de Usuários (EdU) esteve em 7 eventos externos, dos quais 4 eram em estados fora da região sudeste, atingindo um público total de cerca de 6.000 visitantes. Por fim, em dezembro de 2024, em parceria com a Associação Nacional de Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior (Andifes) e o Colégio de Pró-reitores de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação das Instituições Federais de Ensino Superior (COPROPI), o CNPEM deu início ao “Programa Embaixadores”, através do qual busca-se ampliar o acesso às instalações do centro em regiões que historicamente apresentam baixo número de beneficiários. Nesta primeira edição do Programa, o CNPEM elegeu por meio de edital de seleção 28 pesquisadores de Instituições Federais de Ensino Superior em 15 estados das regiões Norte e Nordeste. Ao longo do Programa com duração de 24 meses, estes pesquisadores atuarão como “Embaixadores”, articulando e apoiando ações de divulgação e capacitação sobre os meios de acesso às instalações do Centro e as formas de apoio que o Centro oferece para comunidade científica de todo o Brasil. Os Embaixadores poderão ainda propor ações conjuntas específicas visando mitigar potenciais barreiras que dificultem o acesso às instalações abertas pelas respectivas comunidades científicas.

Recomendação ao MCTI e ao CNPEM: Tendo em vista os requisitos para um projeto de um laboratório de segurança biológica máxima (NB4), recomenda-se que o MCTI e o CNPEM envidem esforços no sentido de articular a participação efetiva de outros ministérios visando sustentabilidade e a governança do Projeto Orion.

Comentário CAA na Reunião de Avaliação Semestral 2024: RECOMENDAÇÃO MANTIDA. Foi criado GT pelo Ministério da Saúde para propor diretrizes e acompanhar as obras do NB4. Porém, sem aceno de aporte de recursos do MS e de outros órgãos à iniciativa.

Providências:

Ao longo de 2024, o CNPEM deu continuidade aos esforços de articular a participação efetiva do Ministério da Saúde e seus órgãos e unidades nas definições e acompanhamento do projeto Orion. São exemplos, as reuniões mensais de acompanhamento, em que representantes do Ministério da Saúde têm sido convidados a participar, e os Workshops Técnicos, realizados ao longo do ano, que contaram com a participação (presencial e/ou online) de convidados do Ministério da Saúde. Adicionalmente, destaca-se as reuniões bimestrais de acompanhamento dos Projetos do Novo PAC, onde os avanços dos Projetos Sirius e Orion têm sido apresentados para representantes do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e da Casa Civil.

Anexo 7 – Recomendações de Órgãos de Controle

Não há recomendações de Órgãos de Controle, Tribunal de Contas da União (TCU) e Controladoria Geral da União (CGU) para o ano de 2024.

Anexo 8 – Informações Complementares

Tabela 1 – Pontuação da Avaliação Geral da Comissão de Acompanhamento e Avaliação (CAA) entre 2013 e 2023

INDICADOR	PONTUAÇÃO									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Avaliação Geral da CAA	9,23	9,15	9,2	9,5	9,5	9,7	9,6	9,74	10	9,75

INDICADOR	PONTUAÇÃO			
	2020	2021	2022	2023
Avaliação Geral da CAA	9,79	10	9,8	9,8

Tabela 2 – CNPEM Operação: Histórico dos valores repassados pelo Contrato de Gestão, exceto projetos (em R\$)

Fonte	2010	2011	2012	2013	2014	2015
MCTI	28.340.000	70.340.000	59.333.275	53.031.350	51.667.399	27.100.000
Outras fontes	17.751.000	-	3.193.330	21.287.667	12.266.660	-
Restos a pagar do ano anterior	-	21.000.000	20.000.000	12.985.916	16.698.993	22.816.850
Total	46.091.000	91.340.000	82.526.605	87.304.933	80.633.052	49.916.850

Fonte	2016	2017	2018	2019	2020	2021
MCTI	74.360.975	54.877.340	65.022.855	66.772.855	75.000.000	50.971.041
Outras fontes	-	-	-	-	-	-
Restos a pagar do ano anterior	65.500.000	-	19.676.682	-	-	-
Total	139.860.975	54.877.340	84.699.537	66.772.855	75.000.000	50.971.041

Fonte	2022	2023	2024
MCTI	87.400.400	40.000.000	302.680.869
Outras fontes	-	-	-
Restos a pagar do ano anterior	27.253.000	88.084.260	-
Total	114.653.400	128.084.260	302.680.869

Tabela 3 – SIRIUS: Histórico dos valores repassados pelo Contrato de Gestão (em R\$)

Fonte	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
MCTI	15.203.870	32.469.000	93.933.334	72.176.666	378.582.378	325.933.705	352.410.903

Fonte	2019	2020	2021	2022	2023	2024
MCTI	277.150.000	150.000.000	28.120.820	142.910.750	206.063.376	229.742.712
Restos a pagar do ano anterior	-	-	-	83.299.250	220.000.000	-

Tabela 4 – SISNANO: Histórico dos valores repassados pelo Contrato de Gestão (em R\$)

Fonte	2014	2015	2016	2017	2018	2019
MCTI	11.180.000	11.346.100	14.927.638	6.664.393	8.985.674	8.985.674
Restos a pagar do ano anterior	-	-	-	-	-	-

Fonte	2020	2021	2022	2023	2024
MCTI	8.000.000	4.013.446	1.000.000	1.000.000	698.447
Restos a pagar do ano anterior	-	-	3.797.000	-	-

Tabela 5 – ILUM: Histórico dos valores repassados pelo Contrato de Gestão (em R\$)

Fonte	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
MCTI	15.000.000	-	-	9.757.736	8.000.000	-	-
Restos a pagar do ano anterior	-	-	-	9.665.653	-	9.757.736	9.757.736

Tabela 6 – PCVE: Histórico dos valores repassados pelo Contrato de Gestão (em R\$)

Fonte	2020	2021	2022	2023	2024
MCTI	45.000.000	-	-	-	-

Tabela 7 – Orion: Histórico dos valores repassados pelo Contrato de Gestão (em R\$)

Fonte	2020	2021	2022	2023	2024
-------	------	------	------	------	------

MCTI	-	-	18.000.000	69.000.000	300.000.000
Restos a pagar do ano anterior	-	7.500.000	22.000.000	131.000.000	-

Tabela 8 – CT Saúde: Histórico dos valores repassados pelo Contrato de Gestão (em R\$)

Fonte	2020	2021	2022	2023	2024
MCTI	-	-	55.000.000	-	-
Restos a pagar do ano anterior		--	10.000.000	-	-

Tabela 9 – Plat Biotec: Histórico dos valores repassados pelo Contrato de Gestão (em R\$)

Fonte	2020	2021	2022	2023	2024
MCTI			30.000.000	-	-
Restos a pagar do ano anterior			5.000.000	30.000.000	-

Tabela 10 – Itinerante: Histórico dos valores repassados pelo Contrato de Gestão (em R\$)

Fonte	2020	2021	2022	2023	2024
MCTI			15.000.000	-	-
Restos a pagar do ano anterior			-	-	-

Tabela 11- Valores repassados pelo Contrato de Gestão em 2024 (em R\$)

Termo Aditivo	Nº Ação	Descrição	Valor	Data Recebimento
45ªTA - 2024	212H	CNPEM Operação	26.925.848	04/12/2024
48ªTA - 2024	212H	CNPEM Operação	275.755.021	22/11/2024
		Subtotal	302.680.869	
45ªTA - 2024	13CL	SIRIUS	742.712	04/12/2024
46ªTA - 2024	13CL	SIRIUS	180.000.000	21/08/2024
46ªTA - 2024	13CL	SIRIUS	45.529.205	16/09/2024
48ªTA - 2024	13CL	SIRIUS	3.470.795	22/11/2024
		Subtotal	229.742.712	
45ªTA - 2024	14XT	SISNANO	698.447	04/12/2024
		Subtotal	698.447	
43ªTA - 2023	212H	ILUM	4.000.000	02/01/2024
43ªTA - 2023	212H	ILUM	5.757.736	29/01/2024
		Subtotal	9.757.736	
48ªTA - 2024	21CO	Orion	239.742.233	22/11/2024
48ªTA - 2024	21CO	Orion	60.257.767	26/11/2024
		Subtotal	300.000.000	
		Total Geral	842.879.764	

Tabela 12- Contas Bancárias (em R\$)

Banco	Agência	Conta	Saldo em 31/12/2024
Operação			
Banco do Brasil	3360-x	1268-8	4.766.104
Banco do Brasil	3360-x	5664-2	229
Banco do Brasil	3360-x	7012-2	90.019
Banco Bradesco	3389-8	1567-9	186
Banco Bradesco	3389-8	10815-4	30.694.230
Banco Bradesco	3389-8	1726-4	2.751.443
Banco Bradesco	0895	162798-8	614.569
Banco Santander	3910	13065284-8	299.347.908
Banco Rendimento (Cartão Viagem)			-
Suprimento De Fundos			7.449
Total CNPEM Operação			338.272.135

Banco	Agência	Conta	Saldo em 31/12/2024
-------	---------	-------	---------------------

Sirius			
Banco do Brasil	3360-x	5387-2	1.742.325
Banco do Brasil	3360-x	5671-5	11.367.316
Banco Bradesco	3389-8	10716-6	202.595.570
Banco Santander	3910	13065824-6	33
Banco Santander	3910	13065658-1	201.961.045
Total Sirius			417.666.288

Banco	Agência	Conta	Saldo em 31/12/2024
Orion			
Banco do Brasil	3360-x	6702-4	53.022.124
Banco do Brasil	3360-x	6301-0	2.255.911
Banco Santander	3910	13015547-5	424.157.733
Total Orion			479.435.767

Banco	Agência	Conta	Saldo em 31/12/2024
Illum			
Banco do Brasil	3360-x	6013-5	356.347
Banco do Brasil	3360-x	6120-4	152.153
Banco Santander	3910	13053946-2	10.699.732
Suprimento De Fundos			924
Total Illum			11.209.155

Banco	Agência	Conta	Saldo em 31/12/2024
SisNano			
Banco do Brasil	3360-x	200305-8	99.729
Banco Santander	3910	13065068-8	915
Total SisNano			100.643

Banco	Agência	Conta	Saldo em 31/12/2024
CT Saúde			
Banco do Brasil	3360-x	6520-x	835.222
Banco Santander	3910	13065228-8	15.574.934
Total CT Saúde			16.410.156

Banco	Agência	Conta	Saldo em 31/12/2024
Plat Biotec			
Banco do Brasil	3360-x	6521-8	726.244
Banco Santander	3910	13065255-6	27.916.217
Total Plat Biotec			28.642.461

Banco	Agência	Conta	Saldo em 31/12/2024
PCVE			
Banco do Brasil	3360-x	6218-9	242.299
Banco Santander	3910	13065951-5	2.555.623
Total PCVE			2.797.921

Banco	Agência	Conta	Saldo em 31/12/2024
Itinerante			
Banco do Brasil	3360-x	6577-3	83.656
Banco Santander	3910	13052201-9	12.797.419
Total Itinerante			12.881.075

Banco	Agência	Conta	Saldo em 31/12/2024
Centro de Vivência			
Banco do Brasil	3360-x	6726-4	693.107
Banco Santander	3910	13003112-3	27
Total Centro de Vivência			693.134

Tabela 13- CNPEM: Demonstração de receitas auferidas em 2024, exceto projetos do CG (em R\$)

Receitas	2024
Contrato de Gestão - MCTI	302.680.869
Restos a pagar do ano anterior	-
Receita de convênios	32.526.088
Receita financeira	77.050.485
Receita com prestação de serviços	514.497
Outras receitas	2.969.037
Total	415.740.976

Tabela 14- SIRIUS: Demonstração de receitas auferidas em 2024 (em R\$)

Receitas	2024
Contrato de Gestão- MCTI	229.742.712
Restos a pagar do ano anterior	-
Rendimentos e outras entradas	30.192.117
Total	259.934.829

Tabela 15- SISNANO: Demonstração de receitas auferidas em 2024 (em R\$)

Receitas	2024
Contrato de Gestão - MCTI	698.447
Restos a pagar do ano anterior	-
Rendimentos e outras entradas	456.951
Total	1.155.398

Tabela 16- ILUM: Demonstração de receitas auferidas em 2024 (em R\$)

Receitas	2024
Contrato de Gestão - MCTI	-
Restos a pagar do ano anterior	9.757.736
Rendimentos e outras entradas	1.297.688
Total	11.055.424

Tabela 17 – Centro de Vivência: Demonstração de receitas auferidas em 2024 (em R\$)

Receitas	2024
Contrato de Gestão - MCTI	-
Restos a pagar do ano anterior	-
Rendimentos e outras entradas	159.041
Total	159.041

Tabela 18 – PCVE: Demonstração de receitas auferidas em 2024 (em R\$)

Receitas	2024
Contrato de Gestão - MCTI	-
Rendimentos e outras entradas	2.234.551
Total	2.234.551

Tabela 19 – Orion: Demonstração de receitas auferidas em 2024 (em R\$)

Receitas	2024
Contrato de Gestão - MCTI	300.000.000
Restos a pagar do ano anterior	-
Rendimentos e outras entradas	20.982.154
Total	320.982.154

Tabela 20 – CT Saúde: Demonstração de receitas auferidas em 2024 (em R\$)

Receitas	2024
Contrato de Gestão - MCTI	-
Restos a pagar do ano anterior	-
Rendimentos e outras entradas	3.846.085
Total	3.846.085

Tabela 21 – Plat Biotec: Demonstração de receitas auferidas em 2024 (em R\$)

Receitas	2024
Contrato de Gestão - MCTI	-
Restos a pagar do ano anterior	-
Rendimentos e outras entradas	2.599.215
Total	2.599.215

Tabela 22 – Itinerante: Demonstração de receitas auferidas em 2024 (em R\$)

Receitas	2024
Contrato de Gestão - MCTI	-
Restos a pagar do ano anterior	-
Rendimentos e outras entradas	1.131.776
Total	1.131.776

Tabela 23 – CNPEM: Saldos Financeiros do Contrato de Gestão (em R\$)

	2024
Reserva Técnica do Conselho de Administração	30.694.458
Reserva de Contingências	2.751.443
Recursos destinados às metas iniciadas em exercícios anteriores	304.826.296
Saldo Financeiros em 31/12	338.272.197

Tabela 24 – SIRIUS: Saldos Financeiros do Contrato de Gestão (em R\$)

	2024
Saldo Financeiros em 31/12	417.666.288

Tabela 25 – SISNANO: Saldos Financeiros do Contrato de Gestão (em R\$)

	2024
Saldo Financeiros em 31/12	100.643

Tabela 26 – ILUM: Saldos Financeiros do Contrato de Gestão (em R\$)

	2024
Saldo Financeiros em 31/12	11.209.151

Tabela 27 – Centro de Vivência: Saldos Financeiros do Contrato de Gestão (em R\$)

	2024
Saldo Financeiros em 31/12	693.134

Tabela 28 – PCVE: Saldos Financeiros do Contrato de Gestão (em R\$)

	2024
Saldo Financeiros em 31/12	2.797.921

Tabela 29 – Orion: Saldos Financeiros do Contrato de Gestão (em R\$)

	2024
Saldo Financeiros em 31/12	479.435.767

Tabela 30 – CT Saúde: Saldos Financeiros do Contrato de Gestão (em R\$)

	2024
Saldo Financeiros em 31/12	16.410.156

Tabela 30 – Plat Biotec: Saldos Financeiros do Contrato de Gestão (em R\$)

	2024
Saldo Financeiros em 31/12	28.642.461

Tabela 31 – Itinetante: Saldos Financeiros do Contrato de Gestão (em R\$)

	2024
Saldo Financeiros em 31/12	12.881.075

Anexo 9 – Servidores Públicos Federais, Estaduais ou Municipais cedidos ao CNPEM

Quadro 1 – Relação dos servidores públicos federais, estaduais ou municipais cedidos ao CNPEM ativos em 2024

Servidor	Órgão de Cessão	Data de Cessão
Antonio Jose Roque Da Silva	USP	13/07/2009
Carlos Roberto Scorzato	CNPQ	25/01/1988
Edson Roberto Leite	USP	06/06/2017
Flavio Leandro De Souza	UFABC	10/07/2019
Jose Guilherme Ribas Sophia Franco	CNPQ	25/01/1988
Rodrigo Barbosa Capaz	UFRJ	27/10/2021
Tatiana Kugelmeier	Fundação Oswaldo Cruz	19/11/2024

Anexo 10 – Relatório dos Auditores Independentes



ANÁLISE DO ARTIGO 47 DA PORTARIA Nº 1.917 DE 29 DE ABRIL DE 2020

Ano base 2024

Parecer conclusivo

FEVEREIRO/2025





Relatório de asseguarção razoável sobre o atendimento dos requisitos do Artigo 47 da Portaria Nº 1.917 de 29 de abril de 2020 para contratos de gestão

Aos Administradores e Conselheiros do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais – CNPEM

Alcance

Fomos contratados pelo Centro Nacional de Pesquisas em Energia e Materiais (“CNPEM” ou “Entidade Beneficiária”) para apresentar o Relatório de asseguarção razoável sobre o atendimento e cumprimento dos requisitos do Artigo 47 da Portaria do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação nº 1.917 de 29 de abril de 2020 para o contrato de gestão vigente, para o ano base de 2024.

Responsabilidade da administração

A administração da Entidade Beneficiária é responsável pela elaboração das informações contidas nesse relatório, em cumprimento dos requisitos do Artigo 47 da Portaria do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação nº 1.917 de 29 de abril de 2020, assim como pelos controles internos que ela determinou como necessários para permitir que tais informações estejam livres de distorção relevante, independentemente se causada por fraude ou erro.

Responsabilidade dos auditores independentes

Nossa responsabilidade é a de expressar uma opinião sobre as informações contidas nesse relatório, elaboradas pela Entidade Beneficiária para cumprir com os requisitos do Artigo 47 da Portaria do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação nº 1.917 de 29 de abril de 2020.

Conduzimos nosso trabalho de acordo com o Comunicado CT n.º 04/2018, emitido pelo Ibracon - Instituto dos Auditores Independentes do Brasil, tomando por base a NBC TO 3000 - Trabalho de Asseguarção Diferente de Auditoria e Revisão (ISAE 3000 (Revised), Assurance Engagements Other than Audits or Reviews of Historical Financial Information). Essa norma requer o cumprimento de exigências éticas pelo auditor, incluindo requisitos de independência, e que o trabalho seja planejado e executado de forma a obter segurança razoável sobre se as informações apresentadas no Anexo I deste relatório foram elaboradas, em todos os aspectos relevantes, de acordo com a com os requisitos do Artigo 47 da Portaria do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação nº 1.917 de 29 de abril de 2020.

Segurança razoável é um alto nível de segurança, mas não uma garantia de que os procedimentos de asseguarção, de acordo com NBC TO 3000, sempre detectem as eventuais distorções relevantes existentes. Os procedimentos aplicados basearam-se na nossa compreensão do processo adotado pela Entidade Beneficiária para a elaboração das informações e cumprimento dos requisitos do artigo 47 da Portaria do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação nº 1.917 de 29 de abril de 2020 e de outras circunstâncias do trabalho e da nossa consideração sobre distorções relevantes que poderiam existir nas informações, independentemente de estas serem causadas por fraude ou erro. Entretanto, tais procedimentos não incluem a investigação ou detecção de fraude ou erro.



Os procedimentos selecionados dependem de nosso julgamento, inclusive a avaliação dos riscos dos controles não atender significativamente os critérios. Ao fazer tais avaliações, consideramos os controles internos implantados para permitir o atendimento aos requisitos do artigo 47 da portaria do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação nº 1.917 de 29 de abril de 2020, a fim de estabelecer procedimentos adequados às circunstâncias, mas não com a finalidade de expressar uma opinião sobre a eficácia dos controles internos da Entidade Beneficiária.

Acreditamos que as evidências obtidas são suficientes e apropriadas para fundamentar nossa opinião.

Opinião

Em nossa opinião, baseado nos procedimentos realizados, as informações contidas neste relatório, foram elaboradas em todos os aspectos relevantes, em cumprimentos aos requisitos do Artigo 47 da Portaria do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação nº 1.917 de 29 de abril de 2020.

Restrição no uso e distribuição desse relatório

De acordo com os termos do nosso trabalho, este relatório foi elaborado para a diretoria da Entidade Beneficiária para fins de cumprimentos dos requisitos do Artigo 47 da Portaria do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação nº 1.917 de 29 de abril de 2020, e não deve ser apresentado ou distribuído a terceiros, tendo em vista sua finalidade específica descrita no primeiro parágrafo deste relatório.

Qualquer outra parte que não seja a Entidade Beneficiária que obtiver acesso ao nosso relatório ou à cópia do mesmo e confiar nas informações contidas em nosso relatório (ou qualquer parte dela) irá fazê-lo por sua própria conta e risco. Não aceitamos ou assumimos qualquer responsabilidade e negamos qualquer responsabilidade perante qualquer outra parte que não seja a Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais – CNPEM pelo nosso trabalho, pelo relatório de asseguarção razoável ou pelas nossas conclusões.

Campinas, 10 de fevereiro de 2025.

ERNST & YOUNG
Auditores Independentes S.S. Ltda.
CRC SP-027623/F

Cristiane Cléria S. Hilario
Sócia-Contadora
CRC SP-243766/O

ANEXO I - SÍNTESE DOS PROCEDIMENTOS EXECUTADOS E EXCEÇÕES VERIFICADAS

1. METODOLOGIA EY

Seguindo o escopo da proposta firmada entre a Ernst & Young Auditores Independentes S/S Ltda. (“nós” ou “EY”) e o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais – CNPEM. (“CNPEM”, ou “Entidade Beneficiária”), temos o prazer de apresentar nossos comentários sobre a análise do cumprimento do Artigo 47 da Portaria Nº 1.917 de 29 de abril de 2020. Nossas análises abrangeram o período do ano de **2024**.

Art. 47. O representante do MCTIC nos Conselhos Fiscais, quando houver, deverá enfatizar a fiscalização do Contrato de Gestão e a aprovação dos relatórios de execução do contrato e prestação de contas, além da análise da documentação comprobatória referente a:

I - Limite percentual de gastos com pessoal em relação aos recursos financeiros repassados por intermédio do Contrato de Gestão;

A Cláusula Sétima do Contrato de Gestão – Dos recursos humanos, determina que:

“Observados os efeitos de eventuais repactuações orçamentárias, o CNPEM (antiga razão social ABTLuS) poderá gastar até 60% dos recursos financeiros a este repassados, com despesas de remuneração, encargos trabalhistas e vantagens de qualquer natureza a serem percebidos pelos seus dirigentes, empregos e servidores públicos cedidos.”

Os gastos com despesas de remuneração, encargos trabalhistas e vantagens de qualquer natureza a serem percebidos pelos seus dirigentes, empregados e servidores públicos cedidos foi de aproximadamente 25% no exercício de 2024. O cálculo está apresentado abaixo.

Recursos recebidos por intermédio do Contrato de Gestão	842.880.000
Gastos com pessoal	211.102.000
Limite percentual (%)	25%

Os montantes descritos acima foram testados através de procedimentos de *voucher* de forma amostral pela auditoria externa e divulgados nas demonstrações financeiras de 31 de dezembro de 2024, nas notas explicativas 6 (Recursos de convênios/projetos e subvenções) e 7 (Custos e despesas com e sem restrição).

II - Verificação da remuneração e percepção de outras vantagens pelos diretores executivos e empregados da OS, segundo os critérios pactuados no Contrato de Gestão;

A Cláusula Décima do Contrato de Gestão – Do teto remuneratório, determina que:

“A remuneração mensal dos dirigentes e empregados do CNPEM (antiga razão social ABTLuS), com recursos do Contrato de Gestão, aprovada pelo Conselho de Administração, observará, como limite máximo, o que dispõe o inciso XI, do art. 37 da Constituição Federal, sem prejuízo da observância dos valores praticados no mercado.”

O inciso XI, do art. 37 da Constituição Federal, dispõe que:

“A remuneração e o subsídio dos ocupantes de cargos, funções e empregos públicos da administração direta, autárquica e fundacional, dos membros de qualquer dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, dos detentores de mandato eletivo e dos demais agentes políticos e os proventos,

pensões ou outra espécie remuneratória, percebidos cumulativamente ou não, incluídas as vantagens pessoais ou de qualquer outra natureza, não poderão exceder o subsídio mensal, em espécie, dos Ministros do Supremo Tribunal Federal, aplicando-se como limite, nos Municípios, o subsídio do Prefeito, e nos Estados e no Distrito Federal, o subsídio mensal do Governador no âmbito do Poder Executivo, o subsídio dos Deputados Estaduais e Distritais no âmbito do Poder Legislativo e o subsídio dos Desembargadores do Tribunal de Justiça, limitado a noventa inteiros e vinte e cinco centésimos por cento do subsídio mensal, em espécie, dos Ministros do Supremo Tribunal Federal, no âmbito do Poder Judiciário, aplicável este limite aos membros do Ministério Público, aos Procuradores e aos Defensores Públicos; (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 41, 19.12.2003)”.

De acordo com o Senado a remuneração dos ministros do Supremo Tribunal Federal (STF), do Defensor Público da União (DPU) e demais defensores públicos e do Procurador-Geral da República (PGR) vigente em 2024 é de R\$ 44.008,52 mensal.

Avaliamos as verbas trabalhistas dos 9 (nove) diretores da Entidade Beneficiária. O valor gasto em 2024 com a remuneração dos dirigentes em folha de pagamento foi de R\$3.690.580,00 observando os limites estipulados pelas legislações aplicáveis.

Não há outras vantagens e/ou concessão de benefícios.

III - situação de regularidade com o pagamento de tributos federais e existência de provisão para contingências passivas;

Obtivemos e analisamos todas as certidões negativas de débitos do âmbito federal com a vigência atualizada até a data de emissão deste relatório. Adicionalmente, com intuito de averiguar a existência de contingências passivas, solicitamos à Administração da Entidade Beneficiária a relação de todos os escritórios e advogados que patrocinam causas tributárias e realizamos o processo de confirmações externas (circularização) para o período de 2024, atualizadas para janeiro de 2025.

IV - Evolução das receitas e saldos do Contrato de Gestão e suas aplicações financeiras;

Para validação das receitas e saldos do Contrato de Gestão e suas aplicações financeiras, realizamos:

A. Subvenções Federais - Projetos (com restrição)

- i) Teste de detalhe em base amostral das despesas registradas por projeto (teste de voucher);
- ii) Validação da natureza e descritivos das despesas incorridas e confronto com a divulgação em nota explicativa por projeto;
- iii) Conferência entre total das receitas registradas e despesas correspondentes, evidenciando que os valores zeram (Nota 6.1 das Demonstrações Financeiras de 2024).

B. Subvenções federais - (“MCTI”)

- i) Confronto com o aditivo contratual firmado entre as partes, tendo o seu prazo de vigência prorrogado até 31 de dezembro de 2025 por meio do 48º Termo Aditivo (“TA”);
- ii) Avaliação do cumprimento das condições estabelecidas para usufruir da subvenção (manutenção das operações do CNPEM).

C. Receitas sobre ativos depreciáveis de projetos (com e sem restrição)

- i) Recálculo da depreciação anual dos ativos imobilizados de projetos;
- ii) Confronto dos saldos depreciados dos ativos imobilizados no ano com o valor reconhecido no resultado como receita;
- iii) Cruzamento dos valores com a movimentação da receita diferida registrada no passivo;

iv) segregação da receita diferida circulante e não circulante no passivo.

D. Rendimentos financeiros

- i) circularização dos saldos junto às instituições financeiras;
- ii) teste de movimentação das aplicações financeiras (adições e resgates);
- iii) cruzamento dos saldos apresentados no mapa de movimentação das aplicações financeiras do ano;

Vide nota explicativa 6.1 da Demonstração Financeira de 31/12/2024 para verificação da evolução das receitas por convênios/projetos (através do mapa de movimentação).

V - Contabilização da reserva técnica e financeira, quando existente, e sua utilização/adequação;

O Contrato de Gestão prevê que:

*“Cláusula Sexta: Da Reserva Técnica Financeira
Com a finalidade de assegurar condições de operação, o CNPEM adotará providências para a constituição de uma reserva técnica de natureza financeiras nas seguintes situações:*

- I. Custeio das atividades básicas do CNPEM;*
- II. Pagamentos de contratos ou direitos trabalhistas, em casos não previstos; e*
- III. Outros gastos em atividades de relevantes interesse para os objetivos do Contrato de Gestão.*

A Entidade Beneficiária encerrou o exercício de 31 de dezembro de 2023 com os saldos de caixa e equivalentes de caixa e aplicações financeiras no montante de R\$903.427.623, sendo o saldo de R\$ 834.081.724,57 repactuado para utilização no período de 2024, conforme Cláusula Terceira do XLV Termo Aditivo ao Contrato de Gestão:

Fica reprogramado o saldo financeiro apurado em 31/12/2023, referente a todos os Projetos e ações do CNPEM, no montante de R\$ 834.081.724,57 (Oitocentos e trinta e quatro milhões, oitenta e um mil, setecentos e vinte e quatro reais, cinquenta e sete centavos), da seguinte forma:

I - O valor de R\$ 27.900.175,89 (Vinte e sete milhões, novecentos mil, cento e setenta e cinco reais e oitenta e nove centavos) constituirá a Reserva Técnica Financeira estabelecida para o exercício de 2024;

II - O valor de R\$ 2.856.877,83 (Dois milhões, oitocentos e cinquenta e seis mil oitocentos e setenta e sete reais e oitenta e três centavos) constituirá a Reserva Técnica para Contingência estabelecida para o exercício de 2024;

III O valor de R\$ 101.482.995,00 (Cento e um milhões, quatrocentos e oitenta e dois mil, novecentos e noventa e cinco reais) será destinado a metas iniciadas em exercícios anteriores e continuadas no exercício de 2024;

IV - O valor de R\$ 358.965.576 (Trezentos e cinquenta e oito milhões, novecentos e sessenta e cinco mil, quinhentos e setenta e seis reais) será destinado à execução de compromissos já assumidos pelo Projeto Sirius;

V - O valor de R\$ 1.411.752,72 (Um milhão, quatrocentos e onze mil, setecentos e cinquenta e dois reais e setenta e dois centavos) será destinado à execução do Projeto SisNano;

VI - O valor de R\$ 1.231.457,16 (Um milhão, duzentos e trinta e um mil, quatrocentos e cinquenta e sete reais e dezesseis centavos) será destinado à execução do Projeto PCVE;

VII - O valor de R\$ 237.629.638,99 (Duzentos e trinta e sete milhões, seiscentos e vinte e nove mil, seiscentos e trinta e oito reais e noventa e nove centavos) será destinado à execução do Projeto Orion;

VIII - O valor de R\$38.878.022,21 (Trinta e oito milhões, oitocentos e setenta e oito mil, vinte e dois reais e vinte e um centavos) será destinado à execução do Projeto CT Saúde;

IX - O valor de R\$ 32.548.366 (Trinta e dois milhões, quinhentos e quarenta e oito mil, trezentos e sessenta e seis reais) será destinado à execução do Projeto Plataforma de Biotecnologia

Industrial - PBI;

X - O valor de R\$ 12.727.342,00 (Doze milhões, setecentos e vinte e sete mil, trezentos e quarenta e dois reais) será destinado à execução da ILUM. Escola de Ciência;

XI - O valor de R\$13.464.489,35 (Treze milhões, quatrocentos e sessenta e quatro mil, quatrocentos e oitenta e nove reais e trinta e cinco centavos) será destinado à execução do Projeto Centro de Visitantes;

XII - O valor de R\$ 4.985.031,42 (Quatro milhões, novecentos e oitenta e cinco mil, trinta e um reais e quarenta e dois centavos) será destinado à execução do Projeto Centro de Vivência;

As informações estão divulgadas na nota 4 das demonstrações financeiras de 2024.

Verificamos a contabilização e confirmamos a existência dos valores através da análise dos extratos bancários. Ademais, realizamos o processo de confirmação externa (circularização) de todas as instituições financeiras que o CNPEM possuía relacionamentos.

Não foi objeto de nossa análise a suficiência de tal reserva técnica constituída pela Administração.

VI - Verificação da regularidade de contratos celebrados com recursos do Contrato de Gestão

Vide procedimentos ao final deste relatório.

VII - percentual de alavancagem de recursos extras ao Contrato de Gestão;

O percentual de alavancagem de recursos extras ao Contrato de Gestão é de 9,64% em 2024, e é determinado com base no racional abaixo:

Indicador 12 **		
Data base: 31/12/2024	(Em milhares de Reais – R\$)	
Recursos de Projetos e Contratos com empresas	34.697	[a]
Convênios com Inovação	35.344	[1]
Devolução de Convênios e Projetos	(1.161)	[2]
Prestação de Serviços	514	[3]
Recursos Totais Recebidos	360.096	[b]
Contrato de Gestão - 2024	302.681	[4]
Convênios e Projetos	35.708	[1]
Devolução de Convênios e Projetos	(3.182)	[2]
Prestação de Serviço	514	[3]
Rendimento Financeiro	15.556	[5]
Outras Receitas	2.969	[3]
Auxílios Individuais (Recursos executados)	5.849	[6]

***Cálculo apresentado pela Entidade Beneficiária em 31/12/2024.*

Além de validarmos o cálculo matemático, que se dá através da seguinte fórmula: $([a]/[b]) * 100$, realizamos as análises de cada montante que compõe o indicador final.

- [1] Saldos relativos a recursos recebidos durante o período de 2024. Solicitamos e validamos os contratos e os respectivos comprovantes de recebimentos.
- [2] Saldos relativos à devolução de recursos recebidos, ao qual realizamos o entendimento da natureza e comprovantes bancários.
- [3] Para atestar quando à natureza e existências das receitas, solicitamos e validamos as notas fiscais e/ou documentação suporte aplicável ao montante e os respectivos comprovantes bancários, quando aplicáveis.
- [4] Saldos referente aos recursos de subvenções do contrato de gestão. Validamos todas as movimentações ocorridas no exercício de 2024, compostas pelos recursos contratos, rendimentos, aquisições de imobilizado, transferências, despesas incorridas e consequente realização das receitas. Através de seleções, solicitamos e validamos os documentos suporte aplicáveis a cada item, bem como realizamos os cruzamentos com as demonstrações financeiras.
- [5] Saldos relativos aos rendimentos financeiros advindos dos contratos e convênios, em que atestamos a integridade através da composição e extrato de rendimentos financeiros.
- [6] A Entidade Beneficiária define Auxílio Individual como:

*“Recurso destinado diretamente ao pesquisador (sempre associado a um centro de pesquisa) pelas agências de fomento à pesquisa, tais como, FAPESP, CNPq e CAPES, para que o pesquisador desenvolva o seu projeto submetido a essas agências e que estejam em consonância com as pesquisas desenvolvidas no Centro. Esses recursos não estão sob a responsabilidade do CNPEM e nós apenas auxiliamos na administração (como a realização de acompanhamento das compras, pagamento de boletos, isso sempre junto ao pesquisador) do recurso quando solicitado pelo pesquisador.
Todas as aquisições realizadas pelo auxílio individual ocorrem em nome do pesquisador.”*

Para validação dos montantes que compõem o cálculo do indicador, solicitamos a base aplicada e através de amostras, validamos os documentos aplicáveis a cada transação, sendo notas fiscais e comprovantes financeiros.

Com exceção do montante à título de “Auxílios Individuais (Recursos executados)” totalizando R\$5.849 [6], que são informações gerenciadas por pesquisadores terceiros que prestam serviços durante a execução dos projetos, os demais valores foram validados durante a execução da auditoria externa de 31 de dezembro de 2024.

Não há exceções a serem reportadas.

VIII - evolução do ativo permanente (imobilizado e intangível) da OS, segregando os investimentos com recursos próprios e do Contrato de Gestão;

Para verificação da evolução do ativo permanente, realizamos:

- Teste documental das adições e baixas significativas ocorridas no período;
- Recálculo da depreciação anual dos ativos imobilizados de projetos;
- Confronto dos saldos depreciados dos ativos imobilizados no ano com o valor reconhecido no resultado como receita;

- Cruzamento dos valores com a movimentação da receita diferida registrada no passivo;
- Análises dos ativos em andamento;
- Inspeção física;
- Análise das doações e adiantamentos;
- Segregação dos ativos com restrição e sem restrição, conforme requisitos da Resolução CFC 1.409/12 (ITG 2002 (R1)) - Entidade Beneficiárias sem finalidade de lucros.

Vide nota explicativa 5 da Demonstração Financeira de 31/12/2024 para verificação da evolução (através do mapa de movimentação) dos investimentos vinculados ao Contrato de Gestão e próprios.

IX - Acompanhamento de eventuais pendências junto aos órgãos de controle governamentais e externos

De acordo com a Administração da Entidade Beneficiária, os Órgãos de controle governamentais e externos que competem à Portaria Nº 1.917 de 29 de abril de 2020 são:

- Tribunal de Contas da União (TCU)
- Controladoria-Geral da União (CGU)

Realizamos entrevista de entendimento com a Gerente de Auditoria Interna da Entidade Beneficiária para entendermos como é realizado o acompanhamento de eventuais pendências para ambos os Órgãos.

▪ Controladoria-Geral da União (CGU)

O monitoramento é realizado através do da plataforma e-Aud:

“O e-Aud é o sistema desenvolvido pela Secretaria Federal de Controle Interno da Controladoria-Geral da União (CGU) para gestão da Atividade de Auditoria Interna Governamental. O sistema integra, em uma única plataforma eletrônica, todo o processo de auditoria, desde o planejamento das ações de controle até o monitoramento das recomendações emitidas e o registro dos benefícios (GOV.BR, 2024).”

Os responsáveis pela CGU realizam as análises, conforme sua própria metodologia, e posteriormente emitem um relatório de recomendações “denominado “Relatório de Avaliação”. Através desse relatório é criado dentro do e-Aud um “Monitoramento de Recomendações” com os pontos que a Entidade Beneficiária precisa regularizar dentro de um determinado prazo.

Obtivemos o conjunto de informações que contempla o conteúdo do relatório. Acessamos o portal do monitoramento do CGU, junto à auditoria interna da Entidade Beneficiária, em tempo real e pudemos constatar que o ponto de recomendação que constava no ano anterior foi sanado e que não constam pontos de recomendação remanescentes.

▪ Tribunal de Contas da União (TCU)

O monitoramento de pendências junto ao TCU é realizado através do portal do Órgão, denominado “Conecta TCU”. Acessamos o portal, junto à auditoria interna da Entidade Beneficiária, em tempo real e pudemos constatar que o status é “Nenhuma fiscalização encontrada para este órgão”.

X - Acompanhamento de eventuais processos administrativos ou judiciais, civis, trabalhistas ou fiscais

Para identificação de eventuais processos administrativos ou judiciais, civis, trabalhistas ou fiscais solicitamos à Administração do CNPEM uma carta de representação mencionando todos os escritórios e advogados que possuem causas processuais de todas as naturezas para todas as esferas e realizamos o processo de confirmação externa (circularização) para 100% dos advogados referente ao exercício findo em 31 de dezembro de 2024, atualizadas para janeiro de 2025 e confrontamos com saldos registrados e divulgados nas demonstrações financeiras.

VI - Verificação da regularidade de contratos celebrados com recursos do Contrato de Gestão;

XI - Verificação da adequação dos gastos realizados com os objetivos, ações e metas do Contrato de Gestão;

XII - Eficiência da gestão sob os aspectos de economicidade e de necessidade ou relevância das contratações representativas da unidade.

Para verificar a adequação dos incisos supracitados, faz-se necessário considerar as determinações pactuadas no Contrato de Gestão – firmado em 17 de setembro de 2010, com seus respectivos aditivos posteriores, bem como examinar o Regulamento de Contratação de Obras, Serviços, Compras e Aliações do CNPEM e o Regulamento de Contratação de Obras e Serviços de Engenharia Civil do CNPEM, ambos firmados em 24 de novembro de 2022.

Ademais, para a verificação dos aspectos de economicidade, faz-se necessário observar o que determina o Tribunal de Contas da União (TCU) a respeito:

“A economicidade é a minimização dos custos dos recursos utilizados na consecução de uma atividade, sem comprometimento dos padrões de qualidade (ISSAI 3000/1.5, 2004). Refere-se à capacidade de uma instituição gerir adequadamente os recursos financeiros colocados à sua disposição. O exame da economicidade poderá abranger a verificação de práticas gerenciais, sistemas de gerenciamento, benchmarking de processos de compra e outros procedimentos afetos à auditoria operacional, enquanto o exame estrito da legalidade de procedimentos de licitação, fidedignidade de documentos, eficiência dos controles internos e outros deverão ser objeto de auditoria de conformidade. Na prática, poderá haver alguma superposição entre auditoria de conformidade e auditoria operacional. Nesses casos, a classificação de uma auditoria específica dependerá do objetivo primordial da auditoria (ISSAI 100/41, 2001).”

a) O princípio da economicidade significa minimizar os custos dos recursos. Os recursos utilizados devem estar disponíveis tempestivamente, em quantidade suficiente, na qualidade apropriada e com o melhor preço (ISSAI 3100/5).

A Cláusula Oitava do Contrato de Gestão prevê que os bens adquiridos com recursos do Contrato de Gestão deverão ser registrados com identificação específica.

O Regulamento de Contratação de Obras, Serviços, Compras e Aliações do CNPEM, determina entre outros, que:

*“Art. 3º Para fins deste regulamente, entender-se á por:
(...)”*

***IX. Melhor Compra** – critério de decisão baseado em elementos e fatores que possam afetar o custo final de aquisição, tais como: condições comerciais e de fornecimento, que envolvam quesitos de qualidade, sustentabilidade, garantia, prazos, condição de pagamentos e preço.*

“Art. 7º: A seleção de fornecedores será realizada mediante as modalidades de:

- Compra direta;*
- Simples Cotação (mínimo 3 cotações);*
- Avaliação Competitiva (mínimo 3 cotações).”*

“Art. 30°. Os contratos firmados com base neste regulamento estabelecerão, com clareza e precisão, as condições para sua execução, expressas em cláusulas que definam os direitos, obrigações e responsabilidades das partes, em conformidade com os termos da Solicitação de Proposta e/ou Pedido de Cotação e da Proposta que se vinculam.”

Contratos examinados

Abaixo listamos os contratos selecionados para os quais efetuamos a revisão detalhada para fins de atendimento aos referidos incisos.

Filial	Número CT	Fornecedor	Objeto	Valor Total Contrato (em R\$)
0101	000000000001568	PLUXEE BENEFICIOS BRASIL S.A.	Contratação de uma empresa para fornecer Vale Alimentação, Vale Refeição e Vale Transporte em formatos como cartão magnético, papel ou QR code, visando oferecer aos funcionários do CNPEM opções de compra em estabelecimentos credenciados.	R\$ 17.378.655
0102	000000000000649	WSP CONSULTORIA E PROJETOS DO BRASIL LTDA.	Contratação de uma consultoria especializada para apoiar o Projeto do Complexo Laboratorial, que possui níveis de biossegurança 2, 3 e 4.	R\$ 9.246.261
0102	000000000000657	MHA	Contratação de um escritório para desenvolver projetos de Engenharia - MEP (Mecânica, Elétrica e Hidráulica) e Utilidades para o Complexo de Laboratórios com níveis de biossegurança 2, 3 e 4.	R\$ 6.874.692
0103	000000000000043	VIDA FLATS ADMINISTRACAO	Contratação de moradias para estudantes da Escola de Ciência - ILUM que estão regularmente matriculados no Bacharelado em 2024.	R\$ 2.607.612
0102	000000000000652	WME ENGENHARIA E EMPREENDIMENTOS LTDA	Contratação de serviços especializados em engenharia e terraplanagem.	R\$ 4.091.584

Procedimentos realizados:

- Verificação da regularidade dos contratos, observando se todos os requisitos estabelecidos e formalizados foram cumpridos;
- Verificação da conformidade da seleção dos fornecedores, com base no Art. 7º do Regulamento de Compra, à luz da *Melhor Compra*;
- Verificação da existência de Solicitação de Proposta e Pedido de Compra devidamente aprovados;
- Quando da aquisição de bens com recursos do Contrato de Gestão, verificação da devida identificação específica, conforme Cláusula Oitava do Contrato de Gestão;
- Verificação dos gastos alocados nas fontes de recursos;
- Avaliação se todos os gastos/ investimentos são adequados com base no Contrato firmado. Ademais, examinar se os pagamentos efetuados são pertinentes às contratações.
- Análise da economicidade das contratações.

Contrato nº 1568/2024 – e respectivos aditivos

Filial	Número CT	Fornecedor	Objeto	Valor Total Contrato (em R\$)
0101	000000000001568	PLUXEE BENEFICIOS BRASIL S.A.	Contratação de uma empresa para fornecer Vale Alimentação, Vale Refeição e Vale Transporte em formatos como cartão magnético, papel ou QR code, visando oferecer aos funcionários do CNPEM opções de compra em estabelecimentos credenciados.	R\$ 17.378.655

Análise da regularidade do contrato:

- Devidamente assinado - Regular
- Identificações do contratante e contratada – Regular
- Objeto com o detalhamento claro da execução dos serviços – Regular
- Definição das obrigações de ambas as partes – Regular
- Determinação do preço – Regular
- Especificações dos termos e condições de pagamentos – Regular
- Prazo de vigência e execução do contrato – Regular
- Especificações técnicas – Regular
- Pedido de compra 067440 – Aprovado
- Solicitação de Compras 549556 e 549556 – Aprovada
- Avaliação de parentesco entre os fornecedores e diretores do CNPEM – Regular

Economicidade:

Foi aberto o processo de avaliação competitiva, enviado convite aos fornecedores e publicado no site oficial do CNPEM.

Conforme determinado no Art. 7º do Regulamento de Contratação de Obras, Serviços, Compras e Aliações do CNPEM, a seleção do fornecedor PLUXEE BENEFICIOS BRASIL S.A., se deu mediante a modalidade Avaliação Competitiva.

Foram realizadas três cotações com os fornecedores PLUXEE, TICKET e FLASH. A definição do fornecedor PLUXEE se deu pautada nos critérios de economicidade, determinadas pelo TCU, bem como em observância aos termos de “Melhor Compra”, descritos no Regulamento de Contratação de Obras, Serviços, Compras e Aliações do CNPEM sendo a proposta vencedora.

A escolha foi baseada nas características específicas dos benefícios que o CNPEM buscava, como a utilização do Gym Pass (plano de academias vigente antes das propostas), em vez do Total Pass, oferecido pelas empresas TICKET e FLASH. Além disso, a proposta da FLASH não contemplava o Vale Transporte, o que também influenciou a decisão, dado que é um benefício a ser considerado no objetivo do CNPEM.

Inicialmente, não houve comparabilidade de valores, uma vez que cada fornecedor apresentou um portfólio de serviços que o CNPEM poderia personalizar conforme suas preferências, onde constatou-se quem nem todos atenderiam as necessidades da Entidade.

Verificação da adequação dos gastos/ investimentos:

Análise Notas Fiscais Incorridas ao Contrato					Check Financeiro		
N.º	Emissão	Valor Líquido de Impostos - R\$	Informações Complementares	Natureza da Aquisição	Valor Pago - R\$	Fonte de Recurso descrita no PC	Check
1555287	21/01/2024	R\$ 8.474,84	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 8.474,84	10010005	REGULAR
1555422	21/01/2024	R\$ 695.250,00	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 695.250,00	10010005	REGULAR
1555537	21/01/2024	R\$ 2.175,36	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 2.175,36	10010005	REGULAR
1769796	21/02/2024	R\$ 10.943,40	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 10.943,40	10010005	REGULAR
1771125	21/02/2024	R\$ 700.500,00	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 700.500,00	10010005	REGULAR
1771193	21/02/2024	R\$ 2.450,37	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 2.450,37	10010005	REGULAR
1984117	20/03/2024	R\$ 2.497,95	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 2.497,95	10010005	REGULAR
1984118	20/03/2024	R\$ 714.000,00	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 714.000,00	10010005	REGULAR
1985542	20/03/2024	R\$ 12.489,75	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 12.489,75	10010005	REGULAR
2206557	22/04/2024	R\$ 722.250,00	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 722.250,00	10010005	REGULAR
2206560	22/04/2024	R\$ 2.521,74	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 2.521,74	10010005	REGULAR
2206565	22/04/2024	R\$ 12.037,14	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 12.037,14	10010005	REGULAR
2419672	21/05/2024	R\$ 11.895,00	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 11.895,00	10010005	REGULAR
2419807	21/05/2024	R\$ 738.750,00	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 738.750,00	10010005	REGULAR
2419879	21/05/2024	R\$ 2.688,27	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 2.688,27	10010005	REGULAR
2444713	24/05/2024	R\$ 8.000,00	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 8.000,00	10010005	REGULAR
2634963	20/06/2024	R\$ 744.000,00	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 744.000,00	10010005	REGULAR
2635360	20/06/2024	R\$ 12.037,74	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 12.037,74	10010005	REGULAR
2636060	20/06/2024	R\$ 2.831,01	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 2.831,01	10010005	REGULAR
2882802	24/07/2024	R\$ 754.500,00	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 754.500,00	10010005	REGULAR
2883479	24/07/2024	R\$ 12.180,48	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 12.180,48	10010005	REGULAR
2884186	24/07/2024	R\$ 3.497,13	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 3.497,13	10010005	REGULAR
2959515	31/07/2024	R\$ 3.750,00	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 3.750,00	10010005	REGULAR
2986972	01/08/2024	R\$ 877,00	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 877,00	10010005	REGULAR

3092589	22/08/2024	R\$ 871.250,00	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 871.250,00	10010005	REGULAR
3092657	22/08/2024	R\$ 59.075,00	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 59.075,00	10010005	REGULAR
3092926	22/08/2024	R\$ 12.073,86	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 12.073,86	10010005	REGULAR
3093202	22/08/2024	R\$ 4.765,28	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 4.765,28	10010005	REGULAR
3318283	20/09/2024	R\$ 50.715,50	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 50.715,50	10010005	REGULAR
3318300	20/09/2024	R\$ 41.331,25	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 41.331,25	10010005	REGULAR
3318331	20/09/2024	R\$ 840.862,50	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 840.862,50	10010005	REGULAR
3318562	20/09/2024	R\$ 14.768,75	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 14.768,75	10010005	REGULAR
3318479	20/09/2024	R\$ 13.679,25	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 13.679,25	10010005	REGULAR
3318726	20/09/2024	R\$ 3.251,72	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 3.251,72	10010005	REGULAR
3413587	29/09/2024	R\$ 1.700,00	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 1.700,00	10010005	REGULAR
3492114	08/10/2024	R\$ 425,00	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 425,00	10010005	REGULAR
3551374	22/10/2024	R\$ 844.687,50	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 844.687,50	10010005	REGULAR
3551469	22/10/2024	R\$ 56.604,50	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 56.604,50	10010005	REGULAR
3551514	22/10/2024	R\$ 42.606,25	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 42.606,25	10010005	REGULAR
3551697	22/10/2024	R\$ 15.618,75	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 15.618,75	10010005	REGULAR
3551779	22/10/2024	R\$ 11.300,25	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 11.300,25	10010005	REGULAR
3552160	22/10/2024	R\$ 4.136,02	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 4.136,02	10010005	REGULAR
3617587	29/10/2024	R\$ 8.000,00	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 8.000,00	10010005	REGULAR
3777145	22/11/2024	R\$ 859.137,50	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 859.137,50	10010005	REGULAR
3777260	22/11/2024	R\$ 59.522,50	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 59.522,50	10010005	REGULAR
3777368	22/11/2024	R\$ 41.862,50	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 41.862,50	10010005	REGULAR
3777634	22/11/2024	R\$ 14.237,50	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 14.237,50	10010005	REGULAR
3777717	22/11/2024	R\$ 8.921,25	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 8.921,25	10010005	REGULAR
3778401	22/11/2024	R\$ 3.251,00	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 3.251,00	10010005	REGULAR
3932401	06/12/2024	R\$ 89.250,00	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 89.250,00	10010005	REGULAR
3931412	06/12/2024	R\$ 64.998,50	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 64.998,50	10010005	REGULAR
3932510	06/12/2024	R\$ 12.750,00	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 12.750,00	10010005	REGULAR
3932519	06/12/2024	R\$ 10.943,40	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 10.943,40	10010005	REGULAR

3932655	06/12/2024	R\$ 3.359,32	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 3.359,32	10010005	REGULAR
3938651	08/12/2024	R\$ 1.805.612,50	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 1.805.612,50	10010005	REGULAR
3967322	13/12/2024	R\$ 3.000,00	Suficientes	Vale Alimentação/Refeição	R\$ 3.000,00	10010005	REGULAR
		<u>R\$ 11.054.294,53</u>			<u>R\$ 11.054.294,53</u>		

Constatamos que a natureza da aquisição está prevista na Cláusula Oitava do Contrato de Gestão;

O valor total das aquisições está inferior ao total do contrato, pois no momento de nossas análises ainda havia execuções a serem realizadas, dentro do prazo de vigência do contrato;

Valores pagos são condizentes com as respectivas notas fiscais.

Contrato nº 649/2024 – e respectivos aditivos

Filial	Número CT	Fornecedor	Objeto	Valor Total Contrato (em R\$)
0102	000000000000649	WSP CONSULTORIA E PROJETOS DO BRASIL LTDA.	Contratação de uma consultoria especializada para apoiar o Projeto do Complexo Laboratorial, que possui níveis de biossegurança 2, 3 e 4.	R\$ 9.246.261

Análise da regularidade do contrato:

- Devidamente assinado - Regular
- Identificações do contratante e contratada – Regular
- Objeto com o detalhamento claro da execução dos serviços – Regular
- Definição das obrigações de ambas as partes – Regular
- Determinação do preço – Regular
- Especificações dos termos e condições de pagamentos – Regular
- Prazo de vigência e execução do contrato – Regular
- Especificações técnicas – Regular
- Pedido de compra 528864 – Aprovado
- Solicitação de Compras 518735 – Aprovada
 - Pequena variação entre o valor do pedido de compra versus a solicitação de compras. Mas o pedido nunca é maior que o valor aprovado na SC e é condizente com o contrato.
- Avaliação de parentesco entre os fornecedores e diretores do CNPEM – Regular

Economicidade:

Foi aberto o processo de avaliação competitiva, enviado convite aos fornecedores e publicado no site oficial do CNPEM.

Conforme determinado no Art. 7º do Regulamento de Contratação de Obras, Serviços, Compras e Alienações do CNPEM, a seleção do fornecedor WSP CONSULTORIA E PROJETOS DO BRASIL LTDA., se deu mediante a modalidade Avaliação Competitiva.

Foram realizadas quatro cotações, enviadas aos fornecedores WBHT, WSP, MERRICK e MRI. No entanto, MERRICK e MRI desistiram de enviar suas propostas.

A definição do fornecedor WSP se deu pautada nos critérios de economicidade, determinadas pelo TCU, bem como em observância aos termos de “Melhor Compra”, descritos no Regulamento de Contratação de Obras, Serviços, Compras e Alienações do CNPEM sendo a proposta vencedora. A escolha foi fundamentada em critérios de especificidade, considerando que a construção do laboratório de contenção de risco exige uma estrutura que provavelmente não seria viável com o orçamento apresentado pela WBHT. Além disso, a equipe da WSP possuía vasta experiência nesse tipo de construção, que requer serviços de altíssima qualidade devido ao risco biológico envolvido nos estudos que serão realizados nas instalações.

WBHT	WSP
R\$ 1.486.462,60	R\$ 9.968.524,95

Verificação da adequação dos gastos/ investimentos:

Análise Notas Fiscais Incurridas ao Contrato					Check Financeiro	Verificação da Fonte de Recurso		
N.º	Emissão	Valor Líquido de Impostos - R\$	Informações Complementares	Natureza da Aquisição	Valor Pago - R\$	Fonte de Recurso descrita no PC	Identificação Específica no Imobilizado Conforme solicitado pelo CG	Check
4170	08/07/2024	R\$ 1.756.370,93	Suficientes	Serviço Consultoria	R\$ 1.756.370,93	10010019	10010019	REGULAR
4186	25/07/2024	R\$ 469.964,89	Suficientes	Serviço Consultoria	R\$ 469.964,89	10010019	10010019	REGULAR
4213	23/08/2024	R\$ 589.045,47	Suficientes	Serviço Consultoria	R\$ 589.045,47	10010019	10010019	REGULAR
4250	24/09/2024	R\$ 748.680,97	Suficientes	Serviço Consultoria	R\$ 748.680,97	10010019	10010019	REGULAR
4282	23/10/2024	R\$ 369.988,37	Suficientes	Serviço Consultoria	R\$ 369.988,37	10010019	10010019	REGULAR
		<u>R\$ 3.934.050,63</u>			<u>R\$ 3.934.050,63</u>			

Constatamos que a natureza das aquisições está prevista na Cláusula Oitava do Contrato de Gestão;

O valor total das aquisições está inferior ao total do contrato, pois no momento de nossas análises ainda havia execuções a serem realizadas, dentro do prazo de vigência do contrato;

Valores pagos são condizentes com as respectivas notas fiscais.

Contrato nº 657/2024 – e respectivos aditivos

Filial	Número CT	Fornecedor	Objeto	Valor Total Contrato (em R\$)
0102	000000000000657	MHA	Contratação de um escritório para desenvolver projetos de Engenharia - MEP (Mecânica, Elétrica e Hidráulica) e Utilidades para o Complexo de Laboratórios com níveis de biossegurança 2, 3 e 4.	R\$ 6.874.692

Análise da regularidade do contrato:

- Devidamente assinado - REGULAR
- Identificações do contratante e contratada – REGULAR
- Objeto com o detalhamento claro da execução dos serviços – REGULAR
- Definição das obrigações de ambas as partes – REGULAR
- Determinação do preço – REGULAR
- Especificações dos termos e condições de pagamentos – REGULAR
- Prazo de vigência e execução do contrato – REGULAR
- Especificações técnicas – REGULAR
- Pedido de compra 529024 – Aprovado
- Solicitação de Compras 519169 – Aprovada
- Avaliação de parentesco entre os fornecedores e diretores do CNPEM – REGULAR

Economicidade:

Foi aberto o processo de avaliação competitiva, enviado convite aos fornecedores e publicado no site oficial do CNPEM.

Conforme determinado no Art. 7º do Regulamento de Contratação de Obras, Serviços, Compras e Aliações do CNPEM, a seleção do fornecedor MHA., se deu mediante a modalidade Avaliação Competitiva.

Houve a realização de seis cotações, enviadas aos fornecedores MHA, PERILLO, PGMAC, TESSLER, MINERBO-FUCHS e TELSTAR. A definição do fornecedor MHA se deu pautada nos critérios de economicidade, determinadas pelo TCU, bem como em observância aos termos de “Melhor Compra”, descritos no Regulamento de Contratação de Obras, Serviços, Compras e Aliações do CNPEM sendo a proposta vencedora.

As empresas PERILLO, PGMAC, TESSLER e MINERBO-FUCHS foram desclassificadas por não atenderam a demanda como por exemplo falta de entendimento do escopo e experiência em coordenação e compatibilização BIM de projetos de alta complexidade. Restante apenas MHA e TELSTAR, a escolha foi realizada tendo em vista o menor valor apresentado.

MHA	PERILLO	PGMAC	TESSLER	MINERBO-FUCHS	TELSTAR
R\$ 11.400.010,27	R\$ 72.359.273,21	R\$ 6.784.644,56	R\$ 25.360.598,53	R\$ 8.640.625,25	R\$ 26.889.256,50

Verificação da adequação dos gastos/ investimentos:

Análise Notas Fiscais Incorridas ao Contrato				
N.º	Emissão	Valor Líquido de Impostos - R\$	Informações Complementares	Natureza da Aquisição
2561	24/06/2024	R\$ 147.929,87	Suficientes	Projeto de Engenharia
2596	26/07/2024	R\$ 361.483,60	Suficientes	Projeto de Engenharia
2636	02/09/2024	R\$ 712.582,28	Suficientes	Projeto de Engenharia
2660	24/09/2024	R\$ 170.025,43	Suficientes	Projeto de Engenharia
2692	24/10/2024	R\$ 209.907,04	Suficientes	Projeto de Engenharia
2737	06/12/2024	R\$ 622.452,60	Suficientes	Projeto de Engenharia
		<u>R\$ 2.224.380,82</u>		

Check Financeiro	Verificação da Fonte de Recurso		
Valor Pago - R\$	Fonte de Recurso descrita no PC	Identificação Específica no Imobilizado Conforme solicitado pelo CG	Check
R\$ 147.929,87	10010204	10010204	REGULAR
R\$ 361.483,60	10010204	10010204	REGULAR
R\$ 712.582,27	10010204	10010204	REGULAR
R\$ 170.025,43	10010204	10010204	REGULAR
R\$ 209.907,05	10010204	10010204	REGULAR
R\$ 622.452,60	10010204	10010204	REGULAR
		<u>R\$ 2.224.380,82</u>	

Constatamos que a natureza das aquisições está prevista na Cláusula Oitava do Contrato de Gestão;

O valor total das aquisições está inferior ao total do contrato, pois no momento de nossas análises ainda havia execuções a serem realizadas, dentro do prazo de vigência do contrato;

Valores pagos são condizentes com as respectivas notas fiscais.

Contrato nº 616/2023 – e respectivos aditivos

Filial	Número CT	Fornecedor	Objeto	Valor Total Contrato (em R\$)
0103	000000000000043	VIDA FLATS ADMINISTRACAO	Contratação de moradias para estudantes da Escola de Ciência - ILUM que estão regularmente matriculados no Bacharelado em 2024.	R\$ 2.607.612

Análise da regularidade do contrato:

- Devidamente assinado - REGULAR
- Identificações do contratante e contratada – REGULAR
- Objeto com o detalhamento claro da execução dos serviços – REGULAR
- Definição das obrigações de ambas as partes – REGULAR
- Determinação do preço – REGULAR
- Especificações dos termos e condições de pagamentos – REGULAR
- Prazo de vigência e execução do contrato – REGULAR
- Especificações técnicas – REGULAR
- Pedidos de compra 1997, 1998 e 1999 – Aprovados
- Solicitações de Compras 726, 730 e 731 – Aprovadas
 - Pequena variação entre o valor do pedido de compra versus a solicitação de compras. Mas o pedido nunca é maior que o valor aprovado na SC e é condizente com o contrato.
- Avaliação de parentesco entre os fornecedores e diretores do CNPEM – REGULAR

Economicidade:

Foi aberto o processo de avaliação competitiva, enviado convite aos fornecedores e publicado no site oficial do CNPEM.

Conforme determinado no Art. 7º do Regulamento de Contratação de Obras, Serviços, Compras e Alienações do CNPEM, a seleção do fornecedor VIDA FLATS ADMINISTRACAO, se deu mediante a modalidade Avaliação Competitiva.

Houve a realização de duas cotações, enviadas aos fornecedores VIDA FLATS ADMINISTRAÇÃO e LUGGO. A definição do fornecedor DIVIMONT se deu pautada nos critérios de economicidade, determinadas pelo TCU, bem como em observância aos termos de “*Melhor Compra*”, descritos no Regulamento de Contratação de Obras, Serviços, Compras e Alienações do CNPEM sendo a proposta vencedora. Entretanto, a demanda do CNPEM era de 48 apartamentos e o VIDA FLATS só possuía disponibilidade de 37 unidades, portanto foi contratado mais 11 unidades do fornecedor LUGGO.

VIDA FLATS	LUGGO
R\$ 1.244,00	R\$ 2.930,55

Verificação da adequação dos gastos/ investimentos:

Análise Notas Fiscais Incorridas ao Contrato				Check Financeiro		
N.º	Emissão	Valor Líquido de Impostos - R\$	Natureza da Aquisição	Valor Pago - R\$	Fonte de Recurso descrita no PC	CHECK
1894	10/02/2024	R\$ 50.838,00	Aluguel - Contrato 43	R\$ 50.838,00	10020101/10010012	REGULAR
1895	11/02/2024	R\$ 138.984,00	Aluguel - Contrato 43	R\$ 138.984,00	10020101/10010012	REGULAR
1923	10/03/2024	R\$ 50.838,00	Aluguel - Contrato 43	R\$ 50.838,00	10020101/10010012	REGULAR
1926	11/02/2024	R\$ 17.760,00	Condomínio - Contrato 43	R\$ 17.760,00	10020101/10010012	REGULAR
1962	10/03/2024	R\$ 17.760,00	Condomínio - Contrato 43	R\$ 17.760,00	10020101/10010012	REGULAR
1964	07/04/2024	R\$ 50.838,00	Aluguel - Contrato 43	R\$ 50.838,00	10020101/10010012	REGULAR
1965	08/05/2024	R\$ 50.838,00	Aluguel - Contrato 43	R\$ 50.838,00	10020101/10010012	REGULAR
1999	07/04/2024	R\$ 17.760,00	Condomínio - Contrato 43	R\$ 17.760,00	10020101/10010012	REGULAR
2000	08/05/2024	R\$ 17.760,00	Condomínio - Contrato 43	R\$ 17.760,00	10020101/10010012	REGULAR
2031	10/06/2024	R\$ 50.838,00	Aluguel - Contrato 43	R\$ 50.838,00	10020101/10010012	REGULAR
2032	08/07/2024	R\$ 50.838,00	Aluguel - Contrato 43	R\$ 50.838,00	10020101/10010012	REGULAR
2067	10/06/2024	R\$ 17.760,00	Condomínio - Contrato 43	R\$ 17.760,00	10020101/10010012	REGULAR
2068	08/07/2024	R\$ 17.760,00	Condomínio - Contrato 43	R\$ 17.760,00	10020101/10010012	REGULAR
2097	10/08/2024	R\$ 50.838,00	Aluguel - Contrato 43	R\$ 50.838,00	10020101/10010012	REGULAR
2131	07/09/2024	R\$ 50.838,00	Aluguel - Contrato 43	R\$ 50.838,00	10020101/10010012	REGULAR
2134	11/08/2024	R\$ 17.760,00	Condomínio - Contrato 43	R\$ 17.760,00	10020101/10010012	REGULAR
2167	07/09/2024	R\$ 17.760,00	Condomínio - Contrato 43	R\$ 17.760,00	10020101/10010012	REGULAR
2168	13/10/2024	R\$ 50.838,00	Aluguel - Contrato 43	R\$ 50.838,00	10020101/10010012	REGULAR
2199	13/10/2024	R\$ 17.760,00	Condomínio - Contrato 43	R\$ 17.760,00	10020101/10010012	REGULAR
2202		R\$ 50.838,00	Aluguel - Contrato 43	R\$ 50.854,94	10020101/10010012	REGULAR
2203		R\$ 50.838,00	Aluguel - Contrato 43	R\$ 50.838,00	10020101/10010012	REGULAR
2231		R\$ 17.760,00	Condomínio - Contrato 43	R\$ 17.765,92	10020101/10010012	REGULAR
2232		R\$ 17.760,00	Condomínio - Contrato 43	R\$ 17.760,00	10020101/10010012	REGULAR
		R\$ 893.562,00		R\$ 893.584,86		

Constatamos que a natureza das aquisições está prevista na Cláusula Oitava do Contrato de Gestão;

O valor total das aquisições está inferior ao total do contrato, pois no momento de nossas análises ainda havia execuções a serem realizadas, dentro do prazo de vigência do contrato;

Valores pagos são condizentes com as respectivas notas fiscais.

As diferenças identificadas (R\$22,86) entre o valor do documento fiscal vs. o valor pago é irrelevante, e não comprometeu a acuracidade das informações.

Contrato nº CNPEM 605– e respectivos aditivos

Filial	Número CT	Fornecedor	Objeto	Valor Total Contrato (em R\$)
0102	000000000000652	WME ENGENHARIA E EMPREENHIMENTOS LTDA	Contratação de serviços especializados em engenharia e terraplanagem.	R\$ 4.091.584

Análise da regularidade do contrato:

- Devidamente assinado - Regular
- Identificações da compradora e fornecedora – Regular
- Objeto com o detalhamento claro da execução dos serviços – Regular
- Definição das obrigações de ambas as partes – Regular
- Determinação do preço – Regular
- Especificações dos termos e condições de pagamentos – Regular
- Prazo de vigência e execução do contrato – Regular
- Especificações técnicas – Regular
- Pedido de compra 528936 – Aprovado
- Solicitação de Compras 519080 – Aprovada
- Avaliação de parentesco entre os fornecedores e diretores do CNPEM – Regular

Economicidade:

Foi aberto o processo de avaliação competitiva, enviado convite aos fornecedores e publicado no site oficial do CNPEM.

Conforme determinado no Art. 7º do Regulamento de Contratação de Obras, Serviços, Compras e Aliações do CNPEM, a seleção do fornecedor WME ENGENHARIA, se deu mediante a modalidade Avaliação Competitiva.

Houve a realização de dez cotações, enviadas aos fornecedores MULTIPAV, ARP - SERVIÇOS E INFRAESTRUTURA, KAMEL, RETROCAMP, D PAULA, QUINTANA, MARTITERRA, WML, HOBAS e TGV ENGENHARIA. A definição do fornecedor DIVIMONT se deu pautada nos critérios de economicidade, determinadas pelo TCU, bem como em observância aos termos de “Melhor Compra”, descritos no Regulamento de Contratação de Obras, Serviços, Compras e Aliações do CNPEM sendo a proposta vencedora. A definição do fornecedor DIVIMONT se deu pautada nos critérios técnicos. As empresas ARP - SERVIÇOS E INFRAESTRUTURA, RETROCAMP e HOBAS declinaram a proposta após o primeiro contato. Já as empresas MULTIPAV, KAMEL, D PAULA, QUINTANA, MARTITERRA e TGV ENGENHARIA foram reprovadas nos pareceres de habilitação técnica, econômico-financeira, jurídica ou fiscal. Portanto, somente a WML preenchia os requisitos e foi a vencedora.

WME ENGENHARIA

R\$ 1.543.511,72

Verificação da adequação dos gastos/ investimentos:

Análise Notas Fiscais Incorridas ao Contrato					Check Financeiro	Verificação da Fonte de Recurso		
N.º	Emissão	Valor Líquido de Impostos - R\$	Informações Complementares	Natureza da Aquisição	Valor Pago - R\$	Fonte de Recurso descrita no PC	Identificação Específica no Imobilizado Conforme solicitado pelo CG	Check
300	26/06/2024	R\$ 847.719,44	Suficientes	Obras civis	R\$ 847.719,44	10010204	10010204	REGULAR
343	05/12/2024	R\$ 1.420.872,97	Suficientes	Obras civis	R\$ 1.420.872,97	10010204	10010204	REGULAR
		<u>R\$ 2.268.592,41</u>			<u>R\$ 2.268.592,41</u>			

Constatamos que a natureza das aquisições está prevista na Cláusula Oitava do Contrato de Gestão;

O valor total das aquisições está inferior ao total do contrato, pois no momento de nossas análises ainda havia execuções a serem realizadas, dentro do prazo de vigência do contrato;

Valores pagos são condizentes com as respectivas notas fiscais.

§ 1º A regularidade das demonstrações contábeis e demais demonstrativos de resultados financeiros da Entidade Beneficiária devem ser destacados e avaliados pela auditoria externa independente, mediante análise de documentação comprobatória.

As demonstrações financeiras do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM ("Entidade Beneficiária"), que compreendem o balanço patrimonial em 31 de dezembro de 2024 e as respectivas demonstrações do superávit, do superávit abrangente, das mutações do patrimônio social e dos fluxos de caixa para o exercício findo nessa data, foram auditadas pela auditoria externa ERNST & YOUNG Auditores Independentes S.S. Ltda., de acordo com as práticas contábeis adotadas no Brasil, que incluem a resolução CFC 1.409/12 (ITG 2002 (R1)) - Entidade Beneficiárias sem finalidade de lucros. O relatório da auditoria foi emitido em 10 de fevereiro de 2025 sem modificações.

§ 2º O órgão supervisor, por decisão motivada, poderá, por meio de seu representante no Conselho de Fiscal, solicitar ao referido Conselho a realização de análises da situação financeira da Entidade Beneficiária, referenciadas nos relatórios de auditoria externa independente, demonstrativos financeiros e de resultado do exercício, balanço patrimonial, incluindo eventuais saldos financeiros inscritos no patrimônio líquido.

Examinamos a última ata de reunião do Conselho Fiscal realizada dia 27 de novembro de 2024 e verificamos que não houve nenhuma solicitação relacionada a assuntos financeiros por parte dos conselheiros.

§ 3º O Contrato de Gestão deverá prever que, em relação aos serviços de auditoria externa, as OS não poderão contratar o mesmo Auditor Independente - Pessoa Física ou Auditor Independente - Pessoa Jurídica por prazo superior a cinco anos consecutivos.

Não identificamos essa previsão no Contrato de Gestão. Mas constatamos que a Entidade Beneficiária vem cumprindo o rodízio de auditoria externa no período de três anos. O CNPEM foi auditado pela Auditoria Independente EY em 2019. As demonstrações financeiras de 2020 a 2022 foram auditadas pela Grant Thornton. O contrato atual com auditoria a EY tem vigência para a auditoria externa de 2023 até 2025.

§ 4º Na ausência de membro representante do MCTIC no Conselho Fiscal, a atribuição prevista no caput deste artigo será exercida pelo(s) representante(s) do MCTIC no Conselho de Administração da OS.

De acordo com a Administração do CNPEM, a Entidade não possui representante do MCTIC no Conselho Fiscal na data-base de 31 de dezembro de 2024.

Demonstrações Financeiras

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

31 de dezembro de 2024
com Relatório do Auditor Independente

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Demonstrações financeiras

31 de dezembro de 2024

Índice

Relatório do auditor independente sobre as demonstrações financeiras.....	1
Demonstrações financeiras	
Balço patrimonial	4
Demonstração do superávit	6
Demonstração do superávit abrangente	7
Demonstração das mutações do patrimônio social	8
Demonstração dos fluxos de caixa	9
Notas explicativas às demonstrações financeiras	10



Shape the future
with confidence

Edifício Trade Tower
Av. José de Souza Campos, 900
1º andar - Nova Campinas
13092-123 - Campinas - SP - Brasil
Tel: +55 19 3322-0500
ey.com.br

Relatório do auditor independente sobre as demonstrações financeiras

A Diretoria e ao Conselho de Administração do
Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM
Campinas - SP

Opinião

Examinamos as demonstrações financeiras do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM (“Entidade”), que compreendem o balanço patrimonial em 31 de dezembro de 2024 e as respectivas demonstrações do superávit, do superávit abrangente, das mutações do patrimônio social e dos fluxos de caixa para o exercício findo nessa data, bem como as correspondentes notas explicativas, incluindo as políticas contábeis materiais e outras informações elucidativas.

Em nossa opinião, as demonstrações financeiras acima referidas apresentam adequadamente, em todos os aspectos relevantes, a posição patrimonial e financeira da Entidade em 31 de dezembro de 2024, o desempenho de suas operações e os seus fluxos de caixa para o exercício findo nessa data, de acordo com as práticas contábeis adotadas no Brasil aplicáveis às entidades sem finalidades de lucros (ITG 2002).

Base para opinião

Nossa auditoria foi conduzida de acordo com as normas brasileiras e internacionais de auditoria. Nossas responsabilidades, em conformidade com tais normas, estão descritas na seção a seguir, intitulada “Responsabilidades do auditor pela auditoria das demonstrações financeiras”. Somos independentes em relação à Entidade, de acordo com os princípios éticos relevantes previstos no Código de Ética Profissional do Contador e nas normas profissionais emitidas pelo Conselho Federal de Contabilidade, e cumprimos com as demais responsabilidades éticas de acordo com essas normas. Acreditamos que a evidência de auditoria obtida é suficiente e apropriada para fundamentar nossa opinião.

Responsabilidade da diretoria e da governança pelas demonstrações financeiras

A diretoria é responsável pela elaboração e adequada apresentação das demonstrações financeiras de acordo com as práticas contábeis adotadas no Brasil aplicáveis às entidades sem finalidades de lucros (ITG 2002) e pelos controles internos que ela determinou como necessários para permitir a elaboração de demonstrações financeiras livres de distorção relevante, independentemente se causada por fraude ou erro.

Na elaboração das demonstrações financeiras, a diretoria é responsável pela avaliação da capacidade da Entidade continuar operando, divulgando, quando aplicável, os assuntos relacionados com a sua continuidade operacional e o uso dessa base contábil na elaboração das demonstrações financeiras, a não ser que a diretoria pretenda liquidar a Entidade ou cessar suas operações, ou não tenha nenhuma alternativa realista para evitar o encerramento das operações.



**Shape the future
with confidence**

Os responsáveis pela governança da Entidade são aqueles com responsabilidade pela supervisão do processo de elaboração das demonstrações financeiras.

Responsabilidades do auditor pela auditoria das demonstrações financeiras

Nossos objetivos são obter segurança razoável de que as demonstrações financeiras, tomadas em conjunto, estão livres de distorção relevante, independentemente se causada por fraude ou erro, e emitir relatório de auditoria contendo nossa opinião. Segurança razoável é um alto nível de segurança, mas não uma garantia de que a auditoria realizada de acordo com as normas brasileiras e internacionais de auditoria sempre detecta as eventuais distorções relevantes existentes. As distorções podem ser decorrentes de fraude ou erro e são consideradas relevantes quando, individualmente ou em conjunto, possam influenciar, dentro de uma perspectiva razoável, as decisões econômicas dos usuários tomadas com base nas referidas demonstrações financeiras.

Como parte da auditoria realizada de acordo com as normas brasileiras e internacionais de auditoria, exercemos julgamento profissional e mantemos ceticismo profissional ao longo da auditoria. Além disso:

- Identificamos e avaliamos os riscos de distorção relevante nas demonstrações financeiras, independentemente se causada por fraude ou erro, planejamos e executamos procedimentos de auditoria em resposta a tais riscos, bem como obtemos evidência de auditoria apropriada e suficiente para fundamentar nossa opinião. O risco de não detecção de distorção relevante resultante de fraude é maior do que o proveniente de erro, já que a fraude pode envolver o ato de burlar os controles internos, conluio, falsificação, omissão ou representações falsas intencionais.
- Obtemos entendimento dos controles internos relevantes para a auditoria para planejarmos procedimentos de auditoria apropriados às circunstâncias, mas não com o objetivo de expressarmos opinião sobre a eficácia dos controles internos da Entidade.
- Avaliamos a adequação das políticas contábeis utilizadas e a razoabilidade das estimativas contábeis e respectivas divulgações feitas pela diretoria.
- Concluimos sobre a adequação do uso, pela diretoria, da base contábil de continuidade operacional e, com base nas evidências de auditoria obtidas, se existe incerteza relevante em relação a eventos ou condições que possam levantar dúvida significativa em relação à capacidade de continuidade operacional da Entidade. Se concluirmos que existe incerteza relevante, devemos chamar atenção em nosso relatório de auditoria para as respectivas divulgações nas demonstrações financeiras ou incluir modificação em nossa opinião, se as divulgações forem inadequadas. Nossas conclusões estão fundamentadas nas evidências de auditoria obtidas até a data de nosso relatório. Todavia, eventos ou condições futuras podem levar a Entidade a não mais se manter em continuidade operacional.
- Avaliamos a apresentação geral, a estrutura e o conteúdo das demonstrações financeiras, inclusive as divulgações e se as demonstrações financeiras representam as correspondentes transações e os eventos de maneira compatível com o objetivo de apresentação adequada.



**Shape the future
with confidence**

Comunicamo-nos com os responsáveis pela governança a respeito, entre outros aspectos, do alcance planejado, da época da auditoria e das constatações significativas de auditoria, inclusive as eventuais deficiências significativas nos controles internos que identificamos durante nossos trabalhos.

Campinas, 10 de fevereiro de 2025.

ERNST & YOUNG
Auditores Independentes S.S. Ltda.
CRC SP-027623/F

Cristiane Cléria S. Hilário
Contadora CRC SP-243766/O

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Balanço patrimonial
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

	Nota	2024	2023
Ativo			
Ativo circulante			
Caixa e equivalentes de caixa - sem restrição	4	344.067	139.444
Caixa e equivalentes de caixa - com restrição	4	12.484	12.006
Aplicações financeiras - sem restrição	4	14.718	584
Aplicações financeiras - com restrição	4	1.010.741	748.537
Recursos de subvenções a receber	6.3	10.343	9.758
Contas a receber		252	121
Estoques		740	683
Adiantamento a fornecedores		2.012	250
Outros ativos		10.012	7.711
Total do ativo circulante		1.405.369	919.094
Ativo não circulante			
Aplicações financeiras - com restrição	4	-	2.857
Depósitos judiciais		1.032	1.039
Imobilizado			
Imobilizado - sem restrição	5	93.425	124.027
Imobilizado - com restrição	5	1.618.135	1.556.508
Intangível			
Intangível - sem restrição	5	778	374
Intangível - com restrição	5	669	938
Total do ativo não circulante		1.714.039	1.685.743
Total do ativo		3.119.408	2.604.837

	Nota	2024	2023
Passivo e patrimônio social			
Passivo circulante			
Fornecedores		12.189	11.186
Salários, férias e encargos a pagar		25.677	18.698
Recursos de subvenções	6.1	956.317	704.659
Recursos de convênios	6.2	64.583	58.769
Receita diferida de convênios/projetos e subvenções	6.4	74.170	73.173
Outras obrigações		14.038	11.741
Total do passivo circulante		1.146.974	878.226
Passivo não circulante			
Receita diferida de convênios/projetos e subvenções	6.4	1.564.621	1.535.339
Provisão para contingências	8	2.962	2.492
Total do passivo não circulante		1.567.583	1.537.831
Total do passivo		2.714.557	2.416.057
Patrimônio social		404.851	188.780
Total do passivo e do patrimônio social		3.119.408	2.604.837

As notas explicativas são parte integrante das demonstrações financeiras.

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Demonstração do superávit

Exercícios findos em 31 de dezembro de 2024 e 2023

(Em milhares de reais)

	Nota	2024	2023
Receitas operacionais com desenvolvimento tecnológico com restrição			
Reconhecimento subvenções Federais - Projeto Sirius	6.1	141.980	114.988
Reconhecimento subvenções Federais - Projeto Sisnano	6.1	722	1.862
Reconhecimento subvenções Federais - Projeto Ilum	6.1	22.654	9.408
Reconhecimento subvenções Federais - Projeto PCVE	6.1	598	5.075
Reconhecimento subvenções Federais - Projeto Orion	6.1	43.890	10.813
Reconhecimento subvenções Federais - Projeto PLAT Biotec	6.1	5.413	4.613
Reconhecimento subvenções Federais - Projeto CT Saúde	6.1	16.046	11.235
Reconhecimento subvenções Federais - Projeto Centro de Visitantes	6.1	736	1.673
Reconhecimento subvenções Federais - Projeto Centro de Vivência	6.1	342	110
Reconhecimento receitas sobre ativos depreciáveis com restrição	6.4	69.546	70.275
		301.927	230.052
Sem restrição			
Subvenções federais	6.1	313.024	126.084
Serviços prestados		490	1.405
Atividades administrativas	6.2	1.902	1.984
Reconhecimento receitas sobre ativos depreciáveis sem restrição	6.4	4.624	2.898
Rendimentos financeiros		13.388	11.919
		333.428	144.290
Custos das atividades de desenvolvimento tecnológico			
Salários, encargos e despesas relacionadas	7	(161.617)	(141.113)
Depreciação e amortização	7	(76.903)	(72.070)
Serviços de terceiros	7	(65.040)	(57.911)
Material de consumo e outros	7	(32.398)	(25.357)
		(335.958)	(296.451)
Superávit bruto		299.397	77.891
Despesas operacionais administrativas			
Salários, encargos e despesas relacionadas	7	(49.485)	(29.901)
Depreciação e amortização	7	(3.693)	(3.803)
Serviços de terceiros	7	(20.360)	(14.705)
Material de consumo	7	(4.267)	(1.519)
Viagens	7	(2.117)	(1.005)
		(79.922)	(50.933)
Despesas financeiras e tributárias			
Impostos e taxas	7	(5.989)	(3.420)
Resultado de variação cambial, líquida	7	3.137	(3.045)
Outros resultados operacionais, líquidos	7	(552)	2.257
		(3.404)	(4.208)
Superávit do exercício		216.071	22.750

As notas explicativas são parte integrante das demonstrações financeiras.

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Demonstração do superávit abrangente
Exercícios findos em 31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

	<u>2024</u>	<u>2023</u>
Superávit do exercício	<u>216.071</u>	22.750
Superávit abrangente do exercício	<u>216.071</u>	<u>22.750</u>

As notas explicativas são parte integrante das demonstrações financeiras.

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Demonstração das mutações do patrimônio social
Exercícios findos em 31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

	Patrimônio social	Total
Saldos em 31 de dezembro de 2022	166.030	166.030
Superávit do exercício	22.750	22.750
Saldos em 31 de dezembro de 2023	188.780	188.780
Superávit do exercício	216.071	216.071
Saldos em 31 de dezembro de 2024	404.851	404.851

As notas explicativas são parte integrante das demonstrações financeiras.

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Demonstração dos fluxos de caixa

Exercícios findos em 31 de dezembro de 2024 e 2023

(Em milhares de reais)

	2024	2023
Fluxos de caixa das atividades operacionais		
Superávit do exercício	216.071	22.750
Ajustes para conciliar o superávit ao caixa gerado pelas atividades operacionais		
Resultado na alienação de bens do ativo imobilizado	475	3.765
Provisões para contingências	470	(280)
Depreciações e amortizações	6.426	2.627
	223.442	28.862
Variações nos ativos e passivos operacionais		
Contas a receber	529.725	2.000
Estoques	(57)	10
Adiantamentos a fornecedores	(1.763)	(38)
Outros ativos	(2.301)	(2.613)
Depósitos judiciais	7	(37)
Fornecedores	1.003	7.588
Salários, férias e encargos a pagar	6.979	6.386
Recursos de convênios/projetos e subvenções	(226.566)	486.984
Outras obrigações	2.297	5.140
	309.324	505.420
Fluxos de caixa líquidos gerados pelas atividades operacionais	532.766	534.282
Fluxos de caixa das atividades de investimentos		
Aplicações financeiras	(214.258)	(419.314)
Adições ao imobilizado e intangível	(113.407)	(95.906)
Fluxos de caixa líquidos consumidos pelas atividades de investimento	(327.665)	(515.220)
Aumento líquido de caixa e equivalentes de caixa	205.101	19.062
Demonstração da variação de caixa e equivalência de caixa		
No início do exercício	151.450	132.388
No fim do exercício	356.551	151.450
Aumento de caixa e equivalentes de caixa	205.101	19.062

As notas explicativas são parte integrante das demonstrações financeiras.

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

1. Contexto operacional

O Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais – CNPEM (“CNPEM” ou “Instituição”) é uma Organização Social, pessoa jurídica de Direito Privado sem fins lucrativos, qualificada por meio do Decreto no 2.405, de 26 de novembro de 1997.

O CNPEM abriga um ambiente científico de última geração, multiusuário e multidisciplinar e atua em diferentes frentes dentro do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. O CNPEM é movido por pesquisas que impactam as áreas de saúde, energia, materiais renováveis e sustentabilidade. É responsável pelo Sirius, o maior conjunto de equipamentos científicos construído no país, e atualmente está construindo o Projeto Orion, um complexo laboratorial para pesquisa avançada de patógenos. Equipes de ciência e engenharia altamente especializadas, infraestrutura sofisticada e aberta à comunidade científica, linhas estratégicas de investigação, projetos inovadores envolvendo o setor produtivo e formação de pesquisadores e estudantes são os pilares dessa instituição e capaz de servir de ponte entre conhecimento e inovação. É responsável pela operação dos Laboratórios Nacionais Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), Biociências (LNBio), Nanotecnologia (LNNano) e Biorrenováveis (LNBR), além da Escola de Ciências Ilum (ILUM), que oferece um curso de bacharelado em ciência e tecnologia com apoio do Ministério da Educação (MEC).

O modelo de gestão do CNPEM é estabelecido pelo Contrato de Gestão junto ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (“MCTI”) e intervenientes, e amparado e regulamentado pela Lei no 9.637 de 15 de maio de 1998 e na portaria no 1.917 de 29 de abril de 2020. O mencionado Contrato de Gestão MCTI/CNPEM e respectivos Termos Aditivos estabelecem o Plano de Ação da Instituição e seu respectivo orçamento, responsável pelas atividades desenvolvidas. Os resultados esperados constituem metas pactuadas anualmente, em quadros de Indicadores de Desempenho, consolidados a partir das atividades da Instituição. Esses resultados são avaliados semestralmente por uma Comissão de Avaliação do Contrato de Gestão, integrada por especialistas nomeados pelo Órgão Supervisor, cujas competências são descritas na portaria no 1.917/2020.

O Contrato de Gestão atual do CNPEM junto ao MCTI foi firmado em setembro de 2010 contemplando o período de 2010 a 2016 e pactuado um orçamento total de R\$478.446 com desembolsos financeiros anuais, tendo o seu prazo de vigência prorrogado até 31 de dezembro de 2025 por meio do 48º Termo Aditivo (“TA”). Cumpre destacar que, o orçamento total repassado por meio deste contrato supera o valor acima mencionado, uma vez que adiciona os valores pactuados em cada Termo Aditivo.

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

1. Contexto operacional--Continuação

Durante o exercício de 2024, foram firmados os 45º, 46º, 47º e 48º Termos Aditivos, contratando recursos oriundos do Tesouro Nacional e do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT). Assim sendo, os recursos firmados para 2024 por meio do Contrato de Gestão são: R\$28.367 (45º TA), R\$225.529 (46º TA), R\$10.343 (47º TA) e R\$579.226 (48º TA).

A emissão do parecer acerca dos resultados obtidos em 2024 pelo CNPEM, a ser emitido pela Comissão de Avaliação do Contrato de Gestão, está prevista para março de 2025.

A emissão dessas demonstrações financeiras foi autorizada pela diretoria, em 10 de fevereiro de 2025.

2. Elaboração e apresentação das demonstrações financeiras

As demonstrações financeiras foram elaboradas e estão sendo apresentadas de acordo com as práticas contábeis adotadas no Brasil, incluindo as disposições da Resolução do Conselho Federal de Contabilidade no 1.409/12, que aprovou a Interpretação Técnica ITG 2002 - Entidades sem Finalidade de Lucros.

As práticas contábeis adotadas no Brasil compreendem aquelas incluídas na legislação societária brasileira e os pronunciamentos, as orientações e as interpretações técnicas emitidas pelo Comitê de Pronunciamentos Contábeis (CPC) e aprovados pelo Conselho Federal de Contabilidade (CFC), e evidenciam todas as informações relevantes próprias das demonstrações financeiras, e somente elas, as quais estão consistentes com as utilizadas pela Administração na sua gestão.

A preparação de demonstrações financeiras em conformidade com as referidas normas requer o uso de estimativas contábeis críticas e o exercício de julgamento por parte da Administração da Instituição no processo de aplicação das práticas contábeis. As áreas que requerem maior nível de julgamento e possuem maior complexidade, bem como aquelas cujas premissas e estimativas são significativas para as demonstrações financeiras, estão divulgadas na Nota Explicativa no 3.4.

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

3. Principais práticas contábeis

3.1. Moeda funcional e de apresentação das demonstrações financeiras

As demonstrações financeiras foram preparadas e estão apresentadas em reais (R\$), que é a moeda funcional da Instituição. A moeda funcional foi determinada em função do ambiente econômico primário de suas operações.

3.2. Moeda estrangeira

As transações em moeda estrangeira, isto é, todas aquelas que não foram realizadas na moeda funcional da Instituição, foram convertidas pela taxa de câmbio na data em que as transações foram realizadas. Ativos e passivos monetários em moeda estrangeira são convertidos para a moeda funcional da instituição pela taxa de câmbio na data-base das demonstrações financeiras.

3.3. Instrumentos financeiros

Ativos financeiros

Classificação e mensuração

Os ativos financeiros da Instituição estão classificados como recebíveis.

Ativos financeiros são reconhecidos inicialmente ao preço de transação, acrescidos, no caso de ativos não designados a valor justo por meio do resultado, dos custos de transação que sejam diretamente atribuíveis à aquisição do ativo financeiro.

Os recebíveis são contabilizados pelo custo amortizado, usando o método da taxa efetiva de juros.

Os principais ativos financeiros da Instituição incluem caixa e equivalentes de caixa, aplicações financeiras, contas a receber e outros ativos.

Redução a valor recuperável (Impairment) de ativos financeiros.

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

3. Principais práticas contábeis--Continuação

3.3. Instrumentos financeiros--Continuação

Ativos financeiros--Continuação

Classificação e mensuração--Continuação

Ativos mensurados ao custo amortizado

A Instituição avalia no final de cada período do relatório se há evidência objetiva de que o ativo financeiro ou o grupo de ativos financeiros está deteriorado, tendo como premissa a existência de evidência objetiva de *impairment* como resultado de um ou mais eventos ocorridos após o reconhecimento inicial dos ativos (um "evento de perda") e aquele evento (ou eventos) de perda tem um impacto nos fluxos de caixa futuros estimados do ativo financeiro ou grupo de ativos financeiros que pode ser estimado de maneira confiável. O montante da perda por *impairment* é mensurado como a diferença entre o valor contábil dos ativos e o valor de uso desse ativo, sendo o valor contábil do ativo reduzido e o prejuízo reconhecido na demonstração do superávit (déficit).

Caixa e equivalentes de caixa

São representados por saldos em conta corrente (bancos) e investimentos temporários de curto prazo de liquidez imediata, registrados pelos valores de custo acrescidos dos rendimentos até as datas dos balanços, que não excedem os seus valores de mercado ou de realização.

A classificação dos recursos "com e sem restrição", apresentadas nas demonstrações financeiras, é elaborada de acordo com as instruções da interpretação Técnica ITG 2002 - Entidades sem Finalidade de Lucros. Os recursos financeiros, classificados como "com restrição", possuem aplicação restrita de acordo com as condições contratuais, que definem a entrega e sua forma de execução. Portanto, qualquer alteração das condições contratadas, fica restrita à aprovação de ambas as partes relacionadas no contrato. Os recursos financeiros contratados para operação do CNPEM são tratados como "sem restrição" uma vez que sua forma de aplicação não possui condições restritas identificadas em projetos firmados no Contrato de Gestão e estão centralizados na ação 212H da Lei Orçamentária Anual do Governo Federal.

Aplicações financeiras

São valores aplicados em CDB e Fundos de Renda Fixa, cujos vencimentos ocorrerão entre janeiro de 2025 a dezembro de 2027, classificadas como recebíveis e são mensuradas pelo custo amortizado por meio do resultado, possuindo liquidez imediata.

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

3. Principais práticas contábeis--Continuação

3.3. Instrumentos financeiros--Continuação

Ativos financeiros--Continuação

Classificação e mensuração--Continuação

Subvenções a receber

As subvenções governamentais são reconhecidas em conformidade com o CPC 07 (R1) - Subvenção e Assistência Governamentais aprovada pela Resolução CFC no 1.305/10, sendo registradas como Subvenções a receber pelo acordado em contrato até o efetivo recebimento. A subvenção governamental relacionada a projetos é reconhecida como receita ao longo do período e compensadas com as despesas incorridas, obedecendo o regime de competência de exercícios.

A subvenção governamental relacionada ao contrato de gestão é reconhecida de acordo com o regime contábil de competência de exercício, vinculados aos empenhos realizados pelo MCTI, com base nos aditivos contratuais.

A subvenção relacionada a ativo depreciável deve ser reconhecida como receita ao longo do período da vida útil do bem e na mesma proporção de sua depreciação.

Passivos financeiros

Classificação e mensuração de passivos financeiros

A Instituição determina a classificação dos seus passivos financeiros no momento do seu reconhecimento inicial. Passivos financeiros são inicialmente reconhecidos a valor justo. Ganhos e perdas são reconhecidos na demonstração do superávit (déficit) no momento da baixa dos passivos.

Um passivo financeiro é baixado quando a obrigação for revogada, cancelada. Quando um passivo financeiro existente for substituído por outro do mesmo montante com termos substancialmente diferentes, ou os termos de um passivo existente forem significativamente alterados, essa substituição ou alteração é tratada como baixa do passivo original e reconhecimento de um novo passivo, sendo a diferença nos correspondentes valores contábeis reconhecidos na demonstração do superávit (déficit).

Os passivos financeiros da Instituição incluem contas a pagar a fornecedores e outras obrigações.

A Instituição não possui empréstimos.

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

3. Principais práticas contábeis--Continuação

3.3. Instrumentos financeiros--Continuação

Passivos financeiros--Continuação

Classificação e mensuração de passivos financeiros--Continuação

Compensação de instrumentos financeiros

Ativos e passivos financeiros são compensados e o valor líquido é apresentado no balanço patrimonial quando há um direito legal de compensar os valores reconhecidos e há a intenção de liquidá-los em uma base líquida, ou realizar o ativo e liquidar o passivo simultaneamente.

3.4. Estimativas contábeis

As estimativas contábeis são utilizadas para a mensuração e reconhecimento de ativos e passivos das demonstrações financeiras da Instituição e são determinadas a partir de experiências de eventos passados e correntes, pressupostos relativos a eventos futuros e outros fatores objetivos e subjetivos. Itens significativos sujeitos a estimativas incluem:

- (i) A seleção de vidas úteis do imobilizado e intangível; e
- (ii) A provisão para contingências.

A liquidação das transações envolvendo essas estimativas poderá resultar em valores divergentes dos registrados nas demonstrações financeiras devido às imprecisões inerentes ao processo de sua determinação. A Instituição revisa suas estimativas e premissas anualmente.

3.5. Demais ativos e passivos, circulantes e não circulantes

Imobilizado e intangível

É registrado ao custo de aquisição, formação, construção ou aos valores atribuídos às doações patrimoniais e deduzidos da depreciação acumulada.

O valor residual e a vida útil estimada dos bens são revisados e ajustados no decorrer do exercício.

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

3. Principais práticas contábeis--Continuação

3.5. Demais ativos e passivos, circulantes e não circulantes--Continuação

Imobilizado e intangível--Continuação

Os ativos denominados “sem restrição”, são originados, principalmente, de recursos cuja execução tem sua forma de aplicação com condições destinadas ao custeio das atividades da Instituição, identificadas no Contrato de Gestão e estão centralizados na ação 212H da Lei Orçamentária Anual do Governo Federal.

Os ativos denominados “com restrição”, são destinados aos investimentos em desenvolvimento dos convênios e auxílios institucionais, projetos do Contrato de Gestão com aplicação restrita de acordo com as condições contratuais, que definem a entrega e sua forma de execução. Qualquer alteração das condições contratadas, fica restrita à aprovação de ambas as partes relacionadas no contrato. A partir de 2024, os recursos destinados ao Projeto Ilum e contratados a partir desse exercício foram tratados como “sem restrição”, uma vez que a Escola de Ciências passou a operar continuamente com a graduação de sua primeira turma.

A depreciação e a amortização são calculadas de forma linear ao longo da vida útil do ativo, de acordo com as taxas que levam em consideração a vida útil estimada dos bens, estando assim em conformidade com o CPC 27.

O parágrafo 3o do artigo 183 da Lei no 6.404/76, modificado pela Lei no 11.638/07 e Lei no 11.941/09, determina que a Instituição deverá efetuar, periodicamente, análise sobre a recuperação dos valores registrados no imobilizado e no intangível, a fim de que sejam registradas as perdas de valor do capital aplicado quando houver decisão de interromper os empreendimentos ou atividades a que se destinavam ou quando comprovado que não poderão produzir resultados suficientes para recuperação desse valor (*impairment*) e revisados e ajustados os critérios utilizados para determinação da vida útil econômica estimada para cálculo da depreciação e amortização.

A Administração revisa anualmente o valor contábil líquido dos ativos com o objetivo de avaliar eventos ou mudanças nas circunstâncias econômicas, operacionais ou tecnológicas, que possam indicar deterioração ou perda de seu valor recuperável. Quando tais evidências são identificadas, ou seja, o valor contábil líquido excede o valor recuperável, é constituída provisão para deterioração ajustando o valor contábil líquido ao valor recuperável.

Os ativos são agrupados e avaliados de acordo com grupo de ativos. Uma perda é reconhecida com base no montante pelo qual o valor contábil excede o valor provável de recuperação de um ativo ou grupo de ativos de longa duração.

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

3. Principais práticas contábeis--Continuação

3.5. Demais ativos e passivos, circulantes e não circulantes--Continuação

Recursos de convênios e auxílios institucionais e projetos do Contrato de Gestão

Convênios e auxílios institucionais

São recursos captados junto a empresas e agências de fomentos, com destinação específica nos projetos aprovados e registrados como passivo pelo valor de contrato até a efetiva destinação dos recursos. Em seguida passam a ser mensurados com base na movimentação dos valores relacionados a rendimentos financeiros decorrentes das aplicações dos recursos não utilizados e dos correspondentes gastos incorridos ou destinação do recurso para ativos imobilizados e intangíveis, conforme CPC 07, conforme Nota Explicativa no 6.2.

Projetos do Contrato de Gestão

São os saldos dos recursos destinados à implantação dos Projetos Sirius, Orion, SisNano, e projetos atrelados ao FNDCT.

Pela natureza dos recursos (subvenção e assistência do Governo Federal), esses valores são tratados conforme determina o CPC 07, cuja aplicação está mencionada na Nota Explicativa no 3.3.

O registro inicial tem contrapartida no mesmo montante no ativo de convênios/projetos e subvenções a receber. A apropriação ao superávit (déficit) do exercício ocorre nos períodos ao longo dos quais a Instituição reconhece os custos relacionados aos objetivos do respectivo projeto, portanto, se destinados recursos para aquisição de imobilizado ou intangíveis, a realização da receita acompanha a vida útil dos bens adquiridos.

Outros benefícios a empregados

Os benefícios concedidos a empregados e administradores da Instituição incluem em adição à remuneração fixa (salários e contribuições para a seguridade social [INSS], férias e 13o salário), benefícios que são registrados no resultado do exercício com base em competência, à medida que são incorridos conforme determina o CPC 33 - Benefícios a Empregados, aprovado pela Resolução CFC no 1.425/13.

Demais ativos e passivos circulantes e não circulantes

Os demais ativos e passivos circulantes e não circulantes são demonstrados pelos valores conhecidos ou calculáveis acrescidos, quando aplicável, dos correspondentes encargos, variações monetárias e/ou cambiais incorridas até a data do balanço patrimonial.

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

3. Principais práticas contábeis--Continuação

3.6. Provisão para contingências

A Instituição registra somente os processos classificados pelos assessores jurídicos como perda provável a valores atualizados, conforme determinação do Pronunciamento Técnico CPC 25 ou NBC T 19.7 - Provisões, Passivos Contingentes e Ativos Contingentes, aprovado pela Resolução CFC no 1.180/09, no qual as provisões são reconhecidas, pois são baseadas em estimativas confiáveis, são obrigações presentes e indicam que haverá uma saída de recursos para liquidar as obrigações.

3.7. Patrimônio social

O patrimônio social é representado pelos superávits e/ou diminuído pelos déficits apurados anualmente desde a sua fundação, sem correção monetária, conforme legislação em vigor.

Conforme estatuto social, a Instituição deve aplicar integralmente seus recursos na manutenção de seus objetivos, não podendo, como consequência, distribuir qualquer parcela de seu patrimônio ou de suas rendas a título de lucros ou de participação no seu superávit. Dessa forma, o superávit do exercício é integralmente incorporado ao patrimônio social.

3.8. Demonstração do superávit

As receitas operacionais são reconhecidas de acordo com as práticas contábeis adotadas no Brasil, incluindo as disposições da Resolução do Conselho Federal de Contabilidade no 1.409/12, que aprovou a Interpretação Técnica ITG 2002 - Entidades sem Finalidade de Lucros e em conformidade com o CPC 07 (R1) - Subvenção e Assistência Governamentais aprovada pela Resolução CFC no 1.305/10.

As subvenções contratadas do Contrato de Gestão pela fonte do Tesouro Nacional para custeio dos Laboratórios Nacionais são reconhecidas de acordo com regime contábil de competência de exercícios tendo como base o contrato entre as partes.

As subvenções dos Projetos Sirius, Orion, SisNano, PCVE e outros ligados ao FNDCT são registradas no passivo. O reconhecimento da Receita no resultado ocorre com base nas despesas incorridas, conforme práticas contábeis. Ao final dos projetos, o saldo de subvenção no Passivo é registrado como Receita no exercício de encerramento.

As receitas de atividades administrativas são reconhecidas com base nas prestações de contas de projetos vinculados às empresas e agências de fomentos, cujos instrumentos reguladores são firmados mediante acordo de cooperação ou convênios entre as partes.

As receitas com prestações de serviços, os custos e despesas são apropriados com base na competência, conforme determinam as práticas contábeis.

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

3. Principais práticas contábeis--Continuação

3.9. Trabalho voluntário e remuneração dos dirigentes

Para efeito de cumprimento ao ITG 2002 - Institutos sem Fins Lucrativos, a Instituição identificou e valorizou as atividades recebidas de voluntários durante o exercício de 2024 no montante de R\$125 (R\$192 em 2023). O valor justo foi estimado tendo como referência a quantidade de horas dedicadas à Instituição, multiplicado pelo custo/hora, limitados ao art. 7º, inciso II, da Lei 9.637/98, comparadas a profissionais com atividades internas semelhantes às executadas pelos voluntariados.

A remuneração mensal dos dirigentes e empregados, com recursos do Contrato de Gestão, aprovada pelo Conselho de Administração, observa como limite máximo o que dispõe o art. 7º, inciso II, da Lei 9.637/98, observando o limite de quarenta e quatro mil, oito reais e cinquenta e dois centavos. O valor gasto em 2024 com a remuneração dos dirigentes em folha de pagamento foi de R\$3.691 (R\$3.168 em 2023) e ressarcimento às instituições de origem no montante de R\$564 (R\$515 em 2023).

O montante dos gastos de pessoal subsidiados pelo Contrato de Gestão observou o limite de 60% dos recursos recebidos, conforme estabelece o referido contrato, considerando os recursos repassados durante o ano de 2024.

3.10. Tributação

A Instituição goza de isenção do imposto de renda e contribuição social sobre o superávit, conforme determinado pela Lei no 9.532/97. A Instituição tributa suas receitas financeiras apenas pelo Cofins de 7,60%, exceto nas suas receitas de aplicação financeira, cuja tributação do Cofins é de 4%.

Pela caracterização em entidade isenta a Instituição é tributada em 1% sobre a folha de pagamento a título de PIS conforme normatizado pela MP no 2.158-35, de 2001, no seu art. no 13.

A Instituição não tributa PIS e Cofins sobre a receita de subvenção governamental recebida, pois os recursos que são repassados para atender as obrigações do Contrato de Gestão têm natureza de repasse de recursos públicos destinados à realização de atividades e projetos, restando afastada a incidência de impostos ou contribuições, por não caracterizarem contraprestação de serviços.

Os valores correspondentes aos impostos federais, estaduais e municipais que cabem à Instituição estão devidamente quitados junto aos órgãos competentes, conforme demonstram as certidões negativas.

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

4. Caixa e equivalentes de caixa e aplicações financeiras

	2024	2023
Caixa e equivalentes de caixa - sem restrição	344.067	139.444
Caixa e equivalentes de caixa - com restrição	12.484	12.006
Caixa e equivalentes de caixa	356.551	151.450
Aplicações financeiras sem restrição	14.718	584
Aplicações financeiras - com restrição	1.010.741	748.537
Aplicações financeiras - circulante	1.025.459	749.121
Aplicações financeiras com restrição	-	2.857
Aplicações financeiras - não circulante	-	2.857
Caixa e equivalentes de caixa e aplicações financeiras total	1.382.010	903.428

Apresentamos abaixo a composição do caixa e equivalentes de caixa e aplicações financeiras por contrato/projeto:

Saldos das contas do Contrato de Gestão	1.308.125	834.095
Sem restrição	349.489	129.393
Caixas CNPEM	16	34
Equivalente de caixa CNPEM	304.819	101.459
Aplicação Financeira	30.694	27.900
Aplicações financeiras para contingência trabalhistas	2.751	
Caixas Ilum	2	-
Equivalente de caixa Ilum	11.207	-
Com restrição	958.637	704.702
Aplicações financeiras para contingência trabalhistas	-	2.857
Caixa projeto Sirius	11	2.619
Aplicação financeira projeto Sirius	417.661	356.352
Caixa projeto Sisnano	-	341
Aplicação financeira projeto Sisnano	100	1.071
Aplicação financeira projeto Ilum	-	12.725
Aplicação financeira Centro de Vivência	693	4.985
Caixa projeto PCVE	2.273	180
Aplicação financeira projeto PCVE	525	1.052
Aplicação financeira projeto Orion	479.441	237.630
Aplicação financeira projeto PLAT Biotec	28.642	32.548
Caixa projeto CT Saúde	8.972	8.769
Aplicação financeira projeto CT Saúde	7.438	30.109
Aplicação financeira projeto Centro de Visitantes	12.881	13.464
Saldos das contas de outras fontes de recurso	73.884	69.333
Sem restrição	9.296	10.635
Caixa extracontrato de gestão	8	1
Equivalente de caixa extracontrato de gestão	8.619	10.049
Aplicação financeira - outras Fontes	669	585
Com restrição	64.588	58.698
Caixa convênios	1.228	97
Aplicações financeiras convênios	63.360	58.601
Total	1.382.010	903.428

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

4. Caixa e equivalentes de caixa e aplicações financeiras--Continuação

O caixa e equivalente de caixa estão compostos basicamente por certificados de depósitos bancários que têm prazos de vencimentos entre janeiro de 2025 e dezembro de 2029 e as taxas de juros variam de 96% a 104,5% do CDI em 31 de dezembro de 2024 (92% a 104,50% em 2023), possuindo liquidez imediata.

Todas as aplicações financeiras da Instituição possuem liquidez imediata, podendo ser resgatadas, dependendo simplesmente da necessidade de caixa da Instituição, motivo pelo qual estão classificadas no ativo circulante.

Em 2024, o saldo financeiro do caixa e equivalentes de caixa e aplicações financeiras foi de R\$1.382.010, sendo que recursos do Contrato de Gestão e outras fontes sem restrição totalizam R\$358.785, sendo: (i) R\$325.340 a recursos destinados às metas iniciadas em 2024; e (ii) R\$33.445 às aplicações.

Em 2023, o saldo financeiro do caixa e equivalentes de caixa e aplicações financeiras foi de R\$903.428, sendo que recursos do Contrato de Gestão e outras fontes sem restrição totalizam R\$129.393, sendo: (i) R\$101.493 a recursos destinados às metas iniciadas em 2023; e (ii) R\$27.900 às aplicações.

Os saldos do Contrato de Gestão variaram devido aos recebimentos dos Termos Aditivos 45º e 48º, totalizando R\$607.593, nos meses de novembro e dezembro de 2024.

O montante disponível como conta corrente, aplicações financeiras, demonstrados no quadro acima, destinam-se a execução dos projetos:

- (i) Sirius (R\$417.672 em 2024 e R\$358.971 em 2023);
- (ii) Sisnano (R\$100 em 2024 e R\$1.412 em 2023);
- (iii) Ilum (R\$0 em 2024 e R\$12.725 em 2023);
- (iv) PCVE (R\$2.798 em 2024 e R\$1.232 em 2023);
- (v) Orion (R\$479.440 em 2024 e R\$237.630 em 2023);
- (vi) Plat Biotec (R\$28.642 em 2024 e R\$32.548 em 2023);
- (vii) CT SAUDE (R\$16.410 em 2024 e R\$38.878 em 2023);
- (viii) Centro de Visitantes (R\$12.881 em 2024 e R\$13.464 em 2023); e
- (ix) Projeto Centro de Vivência (R\$693 em 2024 e R\$4.985 em 2023).

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

5. Imobilizado e Intangível

	Depreciação/ amortização % a.a.	Custo	Depreciação/ amortização acumulada	2024	2023
Equipamentos de pesquisa	10 a 29	158.083	(99.710)	58.373	62.845
Móveis e utensílio	10 e 15	10.862	(6.640)	4.222	31.046
Equipamentos de computação	10 a 40	15.000	(7.246)	7.754	5.304
Edifícios	4	52.180	(15.830)	36.350	35.183
Veículos	20	512	(282)	230	363
Adiantamento em andamento		994	-	994	
Obras em andamento		554	-	554	401
Imobilizado em andamento		940	(152)	788	1.126
Outros	10	5.239	(4.415)	824	940
Redução a valor recuperável		(16.664)	-	(16.664)	(13.181)
Imobilizado sem restrição		227.700	(134.275)	93.425	124.027
Equipamentos de pesquisa	10 a 29	650.830	(145.674)	505.156	395.946
Móveis e utensílios	10 e 15	22.080	(7.534)	14.546	97.814
Equipamentos de computação	10 a 40	42.574	(18.776)	23.798	24.155
Edifícios	4	813.787	(109.995)	703.792	720.267
Adiantamento em andamento		3.500	-	3.500	9.704
Obras em andamento		44.164	-	44.164	33.243
Imobilizado em andamento		320.407	(41)	320.403	271.656
Instalações e benfeitorias	10	7.101	(2.371)	4.730	6.620
Outros	6 a 24	7.032	(4.124)	2.908	2.785
Redução a valor recuperável		(4.862)	-	(4.862)	(5.682)
Imobilizado com restrição		1.906.613	(288.478)	1.618.135	1.556.508
Total imobilizado				1.711.560	1.680.535
Software sem restrição	14	4.104	(3.326)	778	374
Software com restrição	14	2.798	(2.129)	669	938
Total intangível		6.902	(5.455)	1.447	1.312

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

5. Imobilizado e Intangível--Continuação

Abaixo demonstramos a abertura do imobilizado e intangível por projetos com restrição em 31 de dezembro de 2024 e 2023:

	2024	2023
Projeto Sirius		
Equipamentos de pesquisa	406.020	348.462
Móveis e utensílios	9.307	73.477
Equipamentos de computação	13.969	16.193
Edifícios	681.272	706.291
Adiantamento em andamento	1.825	9.522
Obras em andamento	517	883
Imobilizado em andamento	293.161	262.203
Outros	1.765	1.801
Redução a valor recuperável	(1.107)	(159)
Total	1.406.729	1.418.673
Software com restrição	212	389
Total	1.406.941	1.419.062
	2024	2023
Projeto Sisnano		
Equipamentos de pesquisa	33.729	22.631
Móveis e utensílios	726	14.264
Equipamentos de computação	1.380	1.255
Edifícios	6.625	6.886
Adiantamento em andamento	3	-
Outros	181	423
Total	42.644	45.459
	2024	2023
Projeto Ilum		
Equipamentos de pesquisa	2.644	297
Móveis e utensílios	1.395	3.793
Equipamentos de computação	1.169	1.387
Edifícios	2.931	3.160
Adiantamento em andamento	-	8
Obras em andamento	-	51
Outros	214	234
Redução a valor recuperável	(180)	(13)
Total	8.173	8.917
Software com restrição	83	-
Total	8.256	8.917

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

5. Imobilizado e Intangível--Continuação

	2024	2023
Projeto PCVE		
Equipamentos de pesquisa	5.593	434
Móveis e utensílios	236	5.582
Equipamentos de computação	1.198	1.398
Adiantamento em andamento	103	103
Obras em andamento	9.621	12.269
Imobilizado em andamento	6.189	6.184
Total	22.940	25.970
Software com restrição	3	4
Total	22.943	25.974
	2024	2023
Projeto Orion		
Equipamentos de pesquisa	11.038	797
Móveis e utensílios	245	-
Equipamentos de computação	818	99
Adiantamento em andamento	76	2
Obras em andamento	16.330	4.086
Imobilizado em andamento	12.454	334
Outros	381	-
Total	41.342	5.318
	2024	2023
Projeto CT Saúde		
Equipamentos de pesquisa	5.596	4.250
Móveis e utensílios	747	230
Equipamentos de computação	512	578
Adiantamento em andamento	1.654	36
Obras em andamento	15.503	11.151
Imobilizado em andamento	1.484	1.418
Total	25.496	17.663
Software com restrição	356	425
Total	25.852	18.088
	2024	2023
Projeto Plat Biotec		
Equipamentos de pesquisa	18.015	18.838
Móveis e utensílios	36	40
Equipamentos de computação	2.104	2.116
Edifícios	3.353	3.185
Adiantamento em andamento	1	33
Imobilizado em andamento	1.526	1.517
Total	25.035	25.729

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

5. Imobilizado e Intangível--Continuação

	<u>2024</u>	<u>2023</u>
Projeto Centro de Vivência		
Edifícios	7.759	-
Equipamentos de computação	32	-
Equipamentos de Pesquisa	190	63
Móveis e utensílios	288	-
Obras em andamento	19	4.239
Total	<u>8.288</u>	<u>4.302</u>
	<u>2024</u>	<u>2023</u>
Projeto Centro de Visitantes		
Móveis e Utensílios	4	4
Equipamentos de computação	21	26
Obras em Andamento	1.602	564
Total	<u>1.627</u>	<u>594</u>
	<u>2024</u>	<u>2023</u>
Projeto Biotec		
Equipamentos de pesquisa	162	-
Móveis e utensílios	35	-
Equipamentos de computação	1	-
Edifícios	1.530	-
Total	<u>1.728</u>	<u>-</u>
	<u>2024</u>	<u>2023</u>
Convênios		
Equipamentos de pesquisa	22.139	174
Móveis e utensílios	1.323	424
Equipamentos de computação	2.392	1.103
Edifícios	321	745
Obras em andamento	572	-
Imobilizado em andamento	5.348	-
Instalações e benfeitorias	4.730	6.620
Outros	898	327
Redução a valor recuperável	<u>(3.575)</u>	<u>(5.510)</u>
Total	<u>34.148</u>	<u>3.883</u>

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

5. Imobilizado e Intangível--Continuação

Movimentação 2024

	2023	Movimentação				2024	
		Reclassificação	Adições	Baixas	Transferência		Doações
Equipamentos de pesquisa	612.287	(8.327)	12.242	(1.053)	190.792	2.042	807.983
Móveis e utensílios	188.653	-	4.307	(53)	(159.804)	3	33.106
Equipamentos de computação	50.506	-	5.756	(113)	406	50	56.605
Edifícios	854.672	-	358	-	10.997	-	866.027
Veículos	799	-	-	-	-	-	799
Obras em andamento	33.644	-	22.283	(297)	(10.912)	-	44.718
Imobilizado em andamento	272.781	-	31.452	(78)	17.190	-	321.345
Instalações e benfeitorias	8.708	-	-	-	-	-	8.708
Redução a valor recuperável	(18.863)	-	(2.669)	-	-	-	(21.532)
Adiantamentos em andamento	9.703	-	43.952	(6)	(49.156)	-	4.493
Outros	11.280	-	294	-	487	-	12.061
Total do custo	2.024.170	(8.327)	117.975	(1.600)	-	2.095	2.134.313
Depreciação acumulada	(343.635)	-	(80.244)	1.126	-	-	(422.753)
Total imobilizado	1.680.535	(8.327)	37.731	(474)	-	2.095	1.711.560
<i>Software</i>	6.225	-	-	-	-	487	6.712
Marcas e patentes	190	-	-	-	-	-	190
Amortização acumulada	(5.103)	-	(352)	-	-	-	(5.455)
Total intangível	1.312	-	(352)	-	-	487	1.447

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

5. Imobilizado e Intangível--Continuação

Movimentação 2023

	2022	Movimentação					2023
		Adições	Baixas	Transferência	Doações	Outras	
Equipamentos de pesquisa	480.822	2.741	(15)	128.474	265	-	612.287
Móveis e utensílios	151.128	14.747	(1.462)	13.346	10.894	-	188.653
Equipamentos de computação	46.099	2.914	(444)	580	1.357	-	50.506
Edifícios	851.022	413	-	3.238	-	-	854.673
Veículos	746	-	-	(2)	55	-	799
Obras em andamento	3.616	25.629	(151)	4.550	-	-	33.644
Imobilizado em andamento	328.027	2.911	(2.209)	(55.948)	-	-	272.781
Instalações e benfeitorias	8.657	51	-	-	-	-	8.708
Redução a valor recuperável	(17.070)	-	-	-	-	(1.793)	(18.863)
Adiantamentos em andamento	47.946	56.611	-	(94.854)	-	-	9.703
Outros	11.191	284	(61)	(141)	7	-	11.280
Total do custo	1.912.184	106.301	(4.342)	(757)	12.578	(1.793)	2.024.171
					-		
Depreciação acumulada	(268.827)	(75.463)	576	78	-	-	(343.636)
Total imobilizado	1.643.357	30.838	(3.766)	(679)	12.578	(1.793)	1.680.535
Software	5.339	129	-	757	-	-	6.225
Marcas e patentes	190	-	-	-	-	-	190
Amortização acumulada	(4.686)	(339)	-	(78)	-	-	(5.103)
Total intangível	843	(210)	-	679	-	-	1.312

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

5. Imobilizado e Intangível--Continuação

Os valores registrados como imobilizado em andamento, são em sua maioria, itens destinados à construção das linhas de luz e demais sistemas de operação do Projeto Sirius.

Bens recebidos em comodato

Os bens imóveis que formam o Laboratório Nacional de Luz Sincrotron (edifícios) foram cedidos para uso do CNPEM pelo MCTI/CNPq, por meio do Contrato de Gestão e, portanto, não estão contemplados nestas demonstrações financeiras.

As cessões dos comodatos a representam o volume de recursos aplicados em bens aguardando encerramento do processo de doação por parte de agências de fomento:

	<u>2024</u>	<u>2023</u>
Bens em comodato/convênios/contrato gestão	4.515	4.391
Bens sob responsabilidade auxílio individual	7.556	7.352
Bens sob responsabilidade locados	463	463
	<u>12.534</u>	<u>12.206</u>

Os terrenos nos quais estão instaladas a matriz do CNPEM e sua filial Sirius é de propriedade do Governo do Estado de São Paulo. O terreno da matriz foi declarado de utilidade pública pelo Processo no 30.135, de 12 de julho de 1989, publicado no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 13 de julho de 1989. Durante o exercício de 2010, o Governo do Estado de São Paulo emitiu o “Termo de Permissão de Uso de Próprio da Fazenda do Estado de São Paulo, na conformidade do Decreto no 55.359, de janeiro de 2010” por tempo indeterminado. A permissão de uso do terreno da Filial foi registrada no Decreto no 61.002 de 18 de dezembro de 2014, publicado no Diário Oficial do Estado de São Paulo, a título precário e gratuito e por prazo indeterminado.

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

6. Recursos de convênios/projetos e subvenções

6.1. Movimentação das subvenções

Movimentação de 2024

	2023	Recursos recebidos e outras adições	Rend. de aplicação financeira	Aquisições de imobilizado Notas 5 e 6.4	Transferência imobilizado	Realização da receita	2024
Projeto Sirius	353.067	229.743	31.111	(57.584)	-	(141.980)	414.357
Projeto Sisnano	1.399	698	22	(702)	-	(722)	695
Projeto Ilum	22.259	-	395	-	-	(22.654)	-
Projeto PCVE	948	-	56	(977)	3.615	(598)	3.044
Projeto Orion	237.424	300.000	21.927	(36.489)	-	(43.890)	478.972
Projeto CT Saúde	38.365	-	1.624	(3.062)	(3.615)	(16.046)	17.266
Projeto Plat Biotec	32.808	-	2.728	(1.754)	-	(5.413)	28.369
Projeto Centro de Visitante	13.449	-	1.189	(1.039)	-	(736)	12.863
Projeto Centro de Vivência	4.940	-	175	(4.022)	-	(342)	751
Total	704.659	530.441	59.227	(105.629)	-	(232.381)	956.317
Subvenção Contrato de Gestão (Operação)		302.681	-	-		(302.681)	-
Subvenção de Ilum		10.343	-	-		(10.343)	-
	-	313.024	-	-		(313.024)	-

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

6. Recursos de convênios/projetos e subvenções--Continuação

6.1. Movimentação das subvenções--Continuação

Movimentação de 2023

	2022	Recursos recebidos e outras adições	Transferência de Recursos	Rendimento de aplicação financeira	Aquisições de imobilizado	Realização da Receita	2023
Projeto Sirius	121.564	426.063	-	6.912	(86.484)	(114.988)	353.067
Projeto Sisnano	2.820	1.000	-	140	(699)	(1.862)	1.399
Projeto Ilum	29.758	9.758	(8.000)	739	(557)	(9.408)	22.290
Projeto PCVE	15.827	-	-	648	(10.452)	(5.075)	948
Projeto Orion	45.666	200.000	-	5.203	(2.633)	(10.813)	237.423
Projeto CT Saúde	62.462	-	-	4.277	(17.139)	(11.235)	38.365
Projeto Plat Biotec	15.541	30.000	-	664	(8.784)	(4.613)	32.808
Projeto Centro de Visitante	14.265	-	-	1.422	(564)	(1.673)	13.450
Projeto Centro de Vivência	-	-	8.000	1.321	(4302)	(110)	4.909
Total	307.903	666.821	-	21.326	(131.614)	(159.777)	704.659
Subvenção do contrato de gestão (operação)	-	126.084	-	-	-	(126.084)	-

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

6. Recursos de convênios/projetos e subvenções--Continuação

6.2. Mapa de movimentação dos convênios

Movimentação 2024

Convênios	2023	Recursos Recebidos	Recursos Devolvidos	Rend. Aplic. Financeira	Atividades Adm.	Gastos Incorridos	Reclassif. Convênios	2024
Convênio Petrobras Infra	-	10.292	-	360	-	(15)	-	10.637
Convênio Presalt Equinor Infra	10.503	4.354	-	879	(117)	(8.382)	-	7.237
Conv Ms Cancer de Mama Pronon	4.823	-	-	280	-	645	(1.493)	4.255
Conv Ms Alvos Moleculares Pronas	4.145	-	-	219	-	(204)	(1.503)	2.657
Convênio Biohidrocarbonetos Embrapii	3.058	-	-	258	-	(516)	-	2.800
Convênio Ms Nivolumab Pronon	3.915	-	-	191	-	1.103	(3.167)	2.042
Convênio Finep Bio2nano	4.492	-	-	155	-	(2.386)	-	2.261
Convênio Biohidrocarbonetos Equinor	1.114	2.958	-	191	(79)	(790)	-	3.394
Convênio Petrofísica P&D	-	2.467	-	154	(425)	(655)	-	1.541
Convênio Presalt Equinor P&D	1.011	4.254	-	207	(581)	(963)	-	3.928
Convênio Ms Cancer Bucal Pronon	1.925	-	-	107	-	1.687	(2.164)	1.555
Convênio Petrobras Injetividade	865	1.419	-	123	-	(773)	-	1.634
Convênio Ntxcardio - Embrapii	-	2.353	-	123	-	(859)	-	1.617
Convênio Petrobras Manhattan	3.726	-	-	203	-	(2.352)	-	1.577
Convênio Petrobras Meio Porosos	-	1.610	-	56	-	(127)	-	1.539
Convênio Aliança Dor Embrapii	2.562	-	-	174	-	(1.326)	-	1.410
Convênio Petrobras PAS II	-	1.334	-	47	-	(38)	-	1.343
Convênio Biosinochem2 Sinochem	1.305	1.398	-	118	(52)	(1.120)	-	1.649
Convênio Biosinochem2 Embrapii	2.258	-	-	145	-	(1.333)	-	1.070
Convênio Klabincoat	-	1.182	-	112	-	410	-	1.704
Convênio Chagas - Embrapii	-	1.261	-	1	-	(97)	-	1.165
Convênio Czi Cryo	658	278	-	75	-	(149)	-	862
Convênio Petrobras Incrustação	1.568	-	-	98	(54)	(868)	-	744
Convênio Conicet	635	-	-	57	-	(3)	-	689
Conv Finep Doenças Negligenciadas	1.041	-	-	48	(41)	(562)	-	486
Convênio Anticancer 2 Embrapii	1.011	-	-	65	-	(666)	-	410
Convênio Finep Materiais Quânticos	747	-	-	38	(72)	(214)	-	499
Convênio Cnpem Ntxpd4 Nintx	195	786	(172)	18	(135)	(72)	-	620
Convênio Petrobras PASENAI	-	817	-	9	-	(150)	-	676
Convênio Ms Siconv Lima	2.198	-	(2.223)	25	-	-	-	-
Outros Convênios	5.008	2.812	(1.126)	272	(346)	(4.038)	-	2.582
Total Geral	58.763	39.575	(3.521)	4.808	(1.902)	(24.813)	(8.327)	64.583

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

6. Recursos de convênios/projetos e subvenções--Continuação

6.2. Mapa de movimentação dos convênios--Continuação

Os gastos incorridos são todas as despesas de convênios no período que afetam o fluxo de caixa de cada contrato, sendo este recurso monetário, efetivamente utilizado pelo convênio, o qual foi reconhecido no resultado do exercício.

A constituição de receita diferida refere-se a movimentações dos convênios sendo composta basicamente por contas patrimoniais que não afetam o caixa, baixa e a realização do convênio por aquisição de imobilizado.

6.3. Movimentação das subvenções governamentais

Movimentação 2024

	Movimentação das subvenções a receber			2024
	2023	Adição de contratos e outras entradas	Recursos recebidos	
Projeto em execução do Sirius	-	229.743	(229.743)	-
Projeto em execução do Sisnano	-	698	(698)	-
Projeto em execução do Ilum	9.758	-	(9.758)	-
Projeto em execução do Orion	-	300.000	(300.000)	-
Recursos de projetos	9.758	530.441	(540.199)	-
Subvenção a Receber Contrato de Gestão	-	302.681	(302.681)	-
Subvenção a Receber Ilum	-	10.343	-	10.343
	9.758	843.465	(842.880)	10.343

Movimentação 2023

	Movimentação das subvenções a receber			2023
	2022	Adição de contratos e outras entradas	Recursos recebidos	
Projeto em execução do Sirius	-	426.063	(426.063)	-
Projeto em execução do Sisnano	-	1.000	(1.000)	-
Projeto em execução do Ilum	9.758	9.758	(9.758)	9.758
Projeto em execução do Orion	-	200.000	(200.000)	-
Projeto em execução do Plat Biotec	-	30.000	(30.000)	-
Recursos de projetos	9.758	666.821	(666.821)	9.758
Subvenção a Receber Cont. de Gestão	2.000	126.084	(128.084)	-
	11.758	792.905	(794.905)	9.758

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

6. Recursos de convênios/projetos e subvenções--Continuação

6.4. Movimentação receita diferida

	2023	Aquisições de Imobilizado Notas 5 e 6.1	Reclassificação	Transf. imobilizado	Redução a valor recuperável	Realização da receita diferida por depreciação e amortização	2024
Ativos - Projeto Sirius	1.399.245	60.125	(2.541)	-	-	(54.123)	1.402.706
Ativos - Projeto Sisnano	47.789	702	-	-	-	(5.850)	42.641
Ativos - Projeto Biotec	1.824	-	-	-	-	(95)	1.729
Ativos - Projeto PCVE	26.184	977	-	(3.615)	-	(705)	22.841
Ativos - Projeto Orion	5.316	36.489	-	-	-	(539)	41.266
Ativos - Projeto CT Saúde	18.054	3.062	-	3.615	-	(533)	24.198
Ativos - Projeto Plat Biotec	25.664	1.754	-	-	-	(2.383)	25.035
Ativos - Proj. Centro de Visitantes	594	1.039	-	-	-	(5)	1.628
Ativos - Proj. Centro de Vivência	4.302	4.022	-	-	-	(36)	8.288
Ativos - Convênios	40.648	5.004	(8.327)	-	-	(4.232)	33.093
Ativos - Contrato de Gestão	29.873	4.812	-	-	(2.669)	(4.623)	27.393
Ativos - Ilum	9.019	-	-	-	-	(1.046)	7.973
Total	1.608.512	117.986	(10.868)	-	(2.669)	(74.170)	1.638.791
Circulante							74.170
Não circulante							1.564.621
							<u>1.638.791</u>

	Movimentação receita diferida 2023					2023
	2022	Aquisições de Imobilizado	Redução a valor recuperável	Realização da receita diferida por depreciação e amortização	Outros	
Ativos do Projeto Sirius	1.369.318	86.484	-	(56.557)	-	1.399.245
Ativos do Projeto Sisnano	52.725	699	-	(5.635)	-	47.789
Ativos do Projeto Ilum	9.679	557	-	(1.217)	-	9.019
Ativos do Projeto Biotec	1.920	-	-	(96)	-	1.824
Ativos de Convênios	33.254	11.815	(13)	(4.396)	(12)	40.648
Ativos do Contrato de Gestão	23.240	11.313	(1.780)	(2.898)	(2)	29.873
Ativos do Projeto PCVE	16.148	10.452	-	(416)	-	26.184
Ativos Projeto Orion	2.725	2.633	-	(42)	-	5.316
Ativos Projeto CT Saúde	1.208	17.139	-	(293)	-	18.054
Ativos Projeto Plat Biotec	18486	8.784	-	(1.618)	12	25.664
Ativos Projeto Centro de Visitantes	35	564	-	(5)	-	594
Ativos Proj. Centro de Vivência	-	4.302	-	-	-	4.302
Total	1.528.738	154.742	(1.793)	(73.173)	(2)	1.608.512
Circulante						73.173
Não circulante						1.535.339
						<u>1.608.512</u>

a) Recursos de convênios e auxílios institucionais

A Instituição possui diversos projetos de pesquisa vinculada às empresas e agências de fomentos, cujos instrumentos reguladores são firmados mediante Acordo de Cooperação ou convênios entre as partes, com base em um plano de trabalho e um cronograma de desembolso específico ao projeto, que pode ou não haver contrapartida financeira do CNPEM, sendo que no fim do convênio é feita a prestação de contas ao parceiro.

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

6. Recursos de convênios/projetos e subvenções--Continuação

6.4. Movimentação receita diferida--Continuação

a) Recursos de convênios e auxílios institucionais--Continuação

Em 31 de dezembro de 2024, os principais parceiros da Instituição são o Ministério da Saúde, EMBRAPPII, Petrobrás, Equinor, Finep, entre outros.

Durante o exercício de 2024, foram recebidas doações patrimoniais dos convênios que correspondem a equipamentos para pesquisas e outros fins relacionados à atividade da Instituição, no montante de R\$2.582 (R\$12.578 em 2023).

b) Recursos de projetos

Sirius

O Projeto Sirius está implantando uma das maiores e mais complexa infraestrutura de pesquisa do País com aplicações em inúmeras áreas do conhecimento e diferentes setores econômicos. O Sincrotron é um grande e sofisticado microscópio, que permite enxergar qualquer material, orgânico ou inorgânico, na escala dos átomos. Os parâmetros da nova fonte brasileira de Luz Sincrotron não apenas permitirão elevar a qualidade dos experimentos, com redução significativa do tempo de aquisição de dados e aumento da precisão dos resultados das medidas, mas, sobretudo, viabilizarão propostas de pesquisa hoje impossíveis de serem realizadas no Brasil. Assim como a primeira Fonte Sincrotron, o UVX, Sirius será operado de forma aberta, no modelo de um Laboratório Nacional, o que permitirá sua utilização simultânea em experimentos diversos, com o uso de técnicas distintas e nas mais variadas áreas do conhecimento, por pesquisadores de instituições acadêmicas e empresas dos setores produtivos.

Os valores apresentados na Nota Explicativa no 6.3 representam a diferença entre o saldo de orçamentos pactuados em exercícios anteriores, os rendimentos financeiros e o montante contábil executado deste projeto, além dos recursos firmados por meio dos 45º, 46º e 48º termos aditivos ao Contrato de Gestão, totalizando R\$229.743.

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

6. Recursos de convênios/projetos e subvenções--Continuação

6.4. Movimentação receita diferida--Continuação

b) Recursos de projetos--Continuação

SisNano

Em 2012, foi instituído no Brasil o Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologias (SisNano). O SisNano é uma das mais importantes iniciativas do Programa Nacional de Nanotecnologia, contemplado na Estratégia Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação, e visa à modernização e o fortalecimento de infraestruturas direcionadas à PD&I em nanociências e nanotecnologias.

O Laboratório Nacional de Nanotecnologia constitui um dos laboratórios de referência do SisNano. A ação consiste na expansão das instalações físicas e laboratoriais do Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano), que compõe a rede do Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologia. Os investimentos propiciam a aquisição e comissionamento de infraestrutura avançada e de excelência em nanotecnologias para o atendimento de pesquisadores nacionais e estrangeiros no desenvolvimento de projetos científicos, tecnológicos e de inovação, bem como para a capacitação e o treinamento de usuários externos e pesquisadores dos Laboratórios Nacionais.

Ilum

O projeto Ilum tem por objetivo construir uma iniciativa inovadora de formação de recursos humanos em ciências e suas aplicações, que preparará seus alunos para enfrentar os desafios futuros de um ambiente dinâmico de ciência e tecnologia, formando jovens como artífices do futuro e criadores de impactos econômicos e sociais; o instrumento para atingir esse objetivo é a criatividade alcançada por meio da pesquisa de fronteira, ferramenta essencial para criar líderes capazes de avançar no conhecimento científico, de sugerir soluções inovadoras para problemas produtivos e de coordenar novos grupos e instituições.

Os valores apresentados na Nota Explicativa no 6.3 representam a diferença entre o saldo de orçamentos pactuados em exercícios anteriores, os rendimentos financeiros e o montante contábil executado deste projeto, além dos recursos firmados por meio do 47º termo aditivo ao Contrato de Gestão, no montante de R\$10.343.

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

6. Recursos de convênios/projetos e subvenções--Continuação

6.4. Movimentação receita diferida--Continuação

b) Recursos de projetos--Continuação

PCVE

Os recursos destinados a este projeto para a implantação de um conjunto de plataformas científicas de vanguarda tecnológica para promover e sustentar uma agenda de pesquisa estratégica dedicada ao diagnóstico, tratamento e prevenção de viroses humanas patogênicas emergentes, que como a Covid-19, continuarão a ameaçar a saúde pública e resultar em perdas prematuras de vidas, requerendo assim uma instituição permanente de competência científica multidisciplinar e processos dotados de capacidade e agilidade. A iniciativa conta com financiamento de R\$45.000, pactuado em 2020 no 32º Termo Aditivo ao Contrato de Gestão e integralmente aplicado as instalações necessárias e desenvolvimento das pesquisas de caráter epidemiológico.

Orion

Este projeto tem por objetivo a implantação de uma infraestrutura de segurança biológica de nível 4, com potencial de se tornar a primeira e única no mundo com possibilidade de pesquisas usando Luz Síncrotron, permitindo assim a exploração da fronteira do conhecimento humano sobre a interação entre microrganismos infecciosos de alta periculosidade e animais e plantas.

No exercício de 2024 foi pactuado o 48º termo aditivo ao Contrato de Gestão no valor de R\$300.000.

CT Saúde

O projeto do Centro de Tecnologias para Saúde contempla a construção e implantação de infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento que atendam demandas do sistema de saúde do País.

Plat Biotec

O projeto da Plataforma de Biotecnologia Industrial tem por objetivo a implantação de infraestrutura de pesquisa voltada para a descoberta, desenho, engenharia de enzimas e microrganismos e o desenvolvimento de processos em níveis de maturidade tecnológica.

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

6. Recursos de convênios/projetos e subvenções--Continuação

6.4. Movimentação receita diferida--Continuação

b) Recursos de projetos--Continuação

Centro de Visitantes

Este projeto visa apresentar o CNPEM para o público não especializado e desenvolver projeto conceitual e executivo à edificação de um Centro de Visitantes.

Subvenção de contrato de gestão

O contrato de gestão firmado entre o CNPEM e MCTI é destinado para o custeio das atividades desenvolvidas nos Laboratórios Nacionais e seu resultado é medido anualmente, por meio de indicadores de desempenhos técnicos.

Os valores apresentados no passivo não circulante se referem a receita diferida registrada em contrapartida dos ativos imobilizado e intangível adquiridos para os respectivos projetos, os quais são depreciados/amortizados de acordo com a vida útil dos respectivos bens e direitos adquiridos.

7. Custos e despesas com e sem restrição

Despesas com atividades de desenvolvimento tecnológico com e sem restrição

Projeto Sirius	2024	2023
Salários, encargos e despesas relacionadas	57.743	68.673
Depreciação e amortização	54.064	51.866
Realização de receita diferida ativos doados	(54.064)	(51.866)
Realização de receita diferida por baixa	(59)	(4.691)
Serviços de terceiros	30.052	36.568
Material de consumo e outros	13.566	12.622
	101.302	113.172
Impostos e taxas	1.551	300
Outras despesas operacionais, líquidas	39.767	(290)
Resultado variação cambial, líquida	(640)	1.806
	40.678	1.816
	141.980	114.988

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

7. Custos e despesas com e sem restrição--Continuação

Despesas com atividades de desenvolvimento tecnológico com e sem restrição--Continuação

Projeto Sisnano	2024	2023
Salários, encargos e despesas relacionadas	1	1
Depreciação e amortização	5.092	5.732
Realização de receita diferida ativos doados	(5.092)	(5.732)
Realização de receita diferida por baixa	(758)	96
Serviços de terceiros	759	780
Material de consumo e outros	311	567
Total	313	1.444
Impostos e taxas	2	9
Outras despesas operacionais, líquidas	467	8
Resultado variação cambial, líquida	(60)	401
Total	409	418
Total	722	1.862
Projeto Ilum	2024	2023
Salários, encargos e despesas relacionadas	5.926	5.243
Depreciação e amortização	1.026	1.149
Realização de receita diferida ativos doados	(1.046)	(1.149)
Realização de receita diferida por baixa	-	(68)
Serviços de terceiros	5.194	3.979
Material de consumo e outros	516	311
Total	11.616	9.465
Impostos e taxas	316	28
Outras receitas operacionais, líquidas	23	(83)
Resultado variação cambial, líquida	1	(2)
Total	340	(57)
Total	11.956	9.408

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

7. Custos e despesas com e sem restrição--Continuação

Despesas com atividades de desenvolvimento tecnológico com e sem restrição--Continuação

Projeto PCVE	2024	2023
Salários, encargos e despesas relacionadas	669	3.751
Depreciação e amortização	692	754
Realização de receita diferida ativos doados	(692)	(754)
Realização de receita diferida por baixa	(13)	338
Serviços de terceiros	75	235
Material de consumo e outros	233	732
Total	964	5.056
Impostos e taxas	6	32
Outras receitas operacionais, líquidas	(25)	(41)
Resultado variação cambial, líquida	(347)	28
Total	(366)	19
Total	598	5.075
Projeto Orion	2024	2023
Salários, encargos e despesas relacionadas	17.459	8.781
Depreciação e amortização	531	47
Realização de receita diferida ativos doados	(531)	(47)
Realização de receita diferida por baixa	(8)	5
Serviços de terceiros	2.592	1.344
Material de consumo e outros	2.605	454
Total	22.648	10.584
Impostos e taxas	1.089	236
Outras receitas operacionais, líquidas	20.275	(3)
Resultado variação cambial, líquida	(122)	(4)
Total	21.242	229
Total	43.890	10.813

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

7. Custos e despesas com e sem restrição--Continuação

Despesas com atividades de desenvolvimento tecnológico com e sem restrição--Continuação

Projeto PLAT Biotec	2024	2023
Salários, encargos e despesas relacionadas	3.742	3.522
Depreciação e amortização	2.382	1.672
Realização de receita diferida ativos doados	(2.382)	(1.672)
Realização de receita diferida por baixa de ativos	(1)	53
Serviços de terceiros	980	926
Material de consumo e outros	543	142
Total	5.264	4.643
Impostos e taxas	140	34
Outras receitas operacionais, líquidas	2	(136)
Resultado variação cambial, líquida	7	72
Total	149	(30)
Total	5.413	4.613

Projeto CT Saúde	2024	2023
Salários, encargos e despesas relacionadas	16.033	6.475
Depreciação e amortização	533	305
Realização de receita diferida ativos doados	(533)	(305)
Realização de receita diferida por baixa de ativos	-	13
Serviços de terceiros	1.343	1.473
Material de consumo e outros	601	2.323
Total	17.977	10.284
Impostos e taxas	85	195
Outras receitas operacionais, líquidas	(10)	3
Resultado variação cambial, líquida	(2.006)	753
Total	(1.931)	951
Total	16.046	11.235

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

7. Custos e despesas com e sem restrição--Continuação

Despesas com atividades de desenvolvimento tecnológico com e sem restrição--Continuação

Projeto Centro de Visitantes	2024	2023
Salários, encargos e despesas relacionadas	444	446
Depreciação e amortização	5	5
Realização de receita diferida ativos doados	(5)	(5)
Serviços de terceiros	205	1.062
Material de consumo e outros	28	106
Total	677	1.614
Impostos e taxas	57	57
Outras receitas operacionais, líquidas	2	2
Total	59	59
Total	736	1.673
Projeto Centro de Vivência	2024	2023
Depreciação e amortização	29	-
Realização de receita diferida ativos doados	(29)	-
Realização de receita diferida por baixa de ativos	(7)	-
Serviços de terceiros	179	71
Material de consumo e outros	160	-
Total	332	71
Impostos e taxas	8	57
Outras receitas operacionais, líquidas	2	(18)
Total	10	39
Total	342	110
Despesas com a operação	2024	2023
Salários, encargos e despesas relacionadas	109.085	74.122
Depreciação e amortização	16.147	14.247
Realização de receita diferida ativos doados	(8.855)	(7.293)
Serviços de terceiros	44.022	26.178
Material de consumo e outros	20.218	10.624
Total	180.617	117.878
Impostos e taxas	2.735	2.472
Outras despesas operacionais, líquidas	(59.951)	(1.698)
Resultado variação cambial, líquida	30	(9)
Total	(57.186)	765
Total	123.431	118.643

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

7. Custos e despesas com e sem restrição--Continuação

Despesas com atividades de desenvolvimento tecnológico com e sem restrição--Continuação

<u>Total geral projetos e operação</u>	<u>2024</u>	<u>2023</u>
Salários, encargos e despesas relacionadas	211.102	171.014
Depreciação e amortização	80.596	75.873
Realização de receita diferida ativos doados	(74.170)	(73.173)
Serviços de terceiros	85.400	72.616
Material de consumo e outros	38.782	27.881
Total	341.710	274.211
Impostos e taxas	5.989	3.420
Outras receitas operacionais, líquidas	552	(2.257)
Resultado variação cambial, líquida	(3.137)	3.045
Total	3.404	4.208
Total	345.114	278.419

8. Provisão para contingências

A Instituição está envolvida em ações judiciais sobre questões trabalhistas decorrentes do curso normal de suas operações. A Administração, com base em informações de seus assessores jurídicos e análise das demandas judiciais pendentes, constituiu provisão de ações trabalhistas em um montante de R\$2.962 em 2024 (R\$2.492 em 2023), considerado suficiente para cobrir as perdas prováveis esperadas no desfecho das ações em curso.

Os processos trabalhistas avaliados com possíveis chances de êxito tratam de ações movidas por ex-funcionários e/ou funcionários de empresas prestadoras de serviços da Instituição pleiteando pagamentos de diferenças salariais, diferenças de horas extras acrescidas dos adicionais incidentes e reflexos, além de verbas rescisórias. Na maioria dos casos, a Instituição está incluída como responsável subsidiária pelo cumprimento de eventual condenação, por ser tomador dos serviços. O somatório dos processos possíveis totaliza R\$6.403 (R\$4.542 em 2023).

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

9. Plano de previdência privada

A Instituição disponibiliza para seus colaboradores celetistas um plano de previdência privada por contribuição definida junto à BrasilPrev, com o objetivo de complementação da previdência oficial. No ato da aposentadoria, o participante poderá optar pelo benefício da aposentadoria ou pelo resgate do saldo alcançado na composição do seu fundo.

O plano tem participação da Instituição e dos seus colaboradores na formação do fundo, por meio de contribuições mensais regulares e podendo o colaborador realizar aportes adicionais a qualquer tempo.

10. Instrumentos financeiros

Os valores contábeis referentes aos instrumentos financeiros constantes no balanço patrimonial consistem basicamente em caixa e equivalentes de caixa e aplicações financeiras (conforme Nota Explicativa no 4).

A Instituição não possui empréstimos com terceiros.

Risco de crédito

O risco de crédito é administrado pela Instituição e está composto por caixa e equivalentes e depósitos em instituições financeiras. Para os quais são aceitos somente títulos de entidades de primeira linha no mercado.

Risco de mercado

O risco cambial decorre das importações em moeda estrangeira realizadas pela Instituição, para os projetos em andamento. Durante os exercícios findos em 31 de dezembro de 2024 e 2023, a Instituição não realizou operações com derivativos.

Risco de liquidez

A previsão de fluxo de caixa é realizada pela Instituição e monitorada pela diretoria do Centro, que monitora as previsões contínuas das exigências de liquidez da Instituição para assegurar que ele tenha caixa suficiente para atender às necessidades operacionais.

A Instituição investe seus recursos em aplicações financeiras, escolhendo instrumentos com vencimentos apropriados ou liquidez suficiente para fornecer margem segura conforme determinado pelas previsões acima mencionadas.

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais - CNPEM

Notas explicativas às demonstrações financeiras--Continuação
31 de dezembro de 2024 e 2023
(Em milhares de reais)

11. Cobertura de seguros

A Instituição contratou cobertura de seguros para os bens sujeitos a riscos, por montantes considerados suficientes para cobrir eventuais sinistros, considerando a natureza de sua atividade.

Em 31 de dezembro de 2024, a apólice de seguro da Instituição totaliza R\$1.223.000, sendo que o valor de R\$1.000.000 se refere a cobertura do Projeto Sirius, R\$10.000 à Ilum e R\$213.000 ao CNPEM, as principais coberturas são contra eventos de qualquer natureza, incluindo danos materiais e de responsabilidade civil.

As premissas de riscos adotadas, dada a sua natureza, não fazem parte do escopo de uma auditoria das demonstrações financeiras e, conseqüentemente, não foram examinadas pelos nossos auditores independentes.

12. Avais, fianças e garantias

Em 2024, houve uma nova contratação garantia pela Instituição para aquisição do equipamento denominado Special Low-Temperature STM, junto ao Banco Santander, no valor de R\$613 com com vencimento em novembro de 2025.

13. Eventos subsequentes

Em 03 de janeiro de 2025, foram recebidos R\$10.343 referente ao 47º Termo Aditivo do Contrato de Gestão.

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENERGIA E MATERIAIS