

2023

**CENTRO NACIONAL  
DE PESQUISA EM  
ENERGIA E MATERIAIS**

---

# RELATÓRIO SEMESTRAL

PARTE 2



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO



Este relatório foi aprovado pelo Conselho de Administração  
em Reunião Ordinária realizada em  
24.08.2023

2023

# RELATÓRIO SEMESTRAL

PARTE 2

## Sumário

<b>ANEXO II – INDICADORES ESPECÍFICOS DE PROJETOS .....</b>	<b>3</b>
Fichas Sumarizadas e Evidências dos Indicadores de Projetos de Infraestrutura e Programas de P&D .....	3
<b>Projeto Sirius .....</b>	<b>4</b>
I. Projeto Final e Teste de Performance do Ambiente para Cryoloading – Sirius .....	4
II. Projeto, aquisição e instalação equipamentos de ótica para início do comissionamento técnico .	7
III. Projeto, aquisição e instalação de cabanas e utilidades para equipamentos de ótica e experimentais da linha de luz .....	12
IV. Projeto, aquisição e instalação equipamentos experimentais para início do comissionamento técnico	14
V. Instalação do ondulator protótipo tipo delta para obtenção de raios-X de alto brilho, espectro e polarização de acordo com a especificação da linha de luz.....	17
VI. Instalação do ondulator de comissionamento para obtenção de raios-X e avaliação de desempenho da linha de luz .....	19
VII. Comissionamento técnico, comissionamento científico e início de experimentos com usuários	21
VIII. Projeto, aquisição e instalação equipamentos de ótica para início do comissionamento técnico	24
IX. Projeto, aquisição e instalação equipamentos experimentais para início do comissionamento técnico.....	28
X. Instalação de Infraestrutura para início dos experimentos in-situ na linha de luz .....	31
XI. Instalação do ondulator tipo delta para obtenção de raios-X de alto brilho, espectro e polarização de acordo com a especificação da linha de luz .....	34
XII. Instalação da cabana e utilidades para equipamentos do ambiente experimental de nanofoco	36
XIII. Comissionamento técnico, comissionamento científico e início de experimentos com usuários	37
XIV. Instalação de equipamentos e início do comissionamento técnico – LMT.....	41
XV. Instalação de equipamentos e início do comissionamento técnico – LNB .....	43
XVI. Instalação de equipamentos e início do comissionamento técnico – LMF.....	45
<b>Plataforma de Biotecnologia Industrial .....</b>	<b>47</b>
XVII. Desenvolvimento de metodologias envolvendo: (i) abordagem híbrida (short e long reads) de sequenciamento de DNA para obtenção de genomas completos a partir de comunidades microbianas complexas e (ii) abordagem analítica e integrativa para identificação de metabolitos em microorganismos.....	47
<b>Programas Pesquisa e Desenvolvimento em Agroambiental.....</b>	<b>51</b>
XVIII. Elucidação de mecanismos biológicos e físicos associados a emissões de solos agrícolas: (i) identificação dos principais grupos microbianos responsáveis pela produção de N <sub>2</sub> O em solos cultivados com cana-de-açúcar submetidos à aplicação de vinhaça; (ii) demonstração do efeito dos resíduos agrícolas na labilidade e proteção do carbono em solos tropicais e (iii) abordagem metodológica baseada em tomografia síncrotron para visualização tridimensional do carbono particulado em agregados de solo. ....	51
<b>Programas Pesquisa e Desenvolvimento em Energia Renovável .....</b>	<b>54</b>
XIX. Desenvolvimento de rotas biotecnológicas para produção de hidrocarbonetos, incluindo: (i) sistema enzimático para descarboxilação de ácidos graxos com potencial de produção de cadeias de	

hidrocarbonetos relevantes para bioquerosene de aviação e (ii) avaliação técnico-econômica e de ecossistemas, com dados de literatura, de sistemas biológicos para produção sustentável de hidrocarbonetos renováveis. ....	55
<b>Programas Pesquisa e Desenvolvimento em Materiais Renováveis</b> .....	62
XX. Desenvolvimento de cepas microbianas engenheiradas para produção de intermediários químicos e enzimas de interesse biotecnológico, incluindo: (i) chassi microbiano fúngico para sacarificação de biomassas lignocelulósicas e (ii) cepa microbiana para produção de ácidos orgânicos em escala laboratorial.....	62
XXI. Desenvolvimento de metodologias para promover a agregação controlada de nanoceluloses na presença de água (impressão 3D) .....	65
<b>Programas Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologias Quânticas</b> .....	69
XXII. Projeto Final e Prototipagens do wavelength shifter – WLS.....	69
<b>Illum – Escola de Ciência</b> .....	70
XXIII. Projeto Final, Obras e Teste de Performance do Centro de Vivência .....	70
<b>Centro de Visitantes e CNPEM Itinerante</b> .....	73
XXIV. Projeto Conceitual do Centro de Visitantes e CNPEM Itinerante.....	73
<b>Tecnologias da Informação e Comunicação</b> .....	78
XXV. Realização do Assessment de Segurança da Informação .....	78
<b>SISNANO</b> .....	83
XXVI. Adequação de Infraestrutura laboratorial.....	83
XXVII. Aquisição de equipamentos laboratoriais .....	84
XXVIII. Aquisição de infraestrutura computacional .....	86

## ANEXO II – Indicadores específicos de Projetos

### Fichas Sumarizadas e Evidências dos Indicadores de Projetos de Infraestrutura e Programas de P&D

Esta seção apresenta os indicadores e metas com prazos referentes ao primeiro semestre de 2023 em ações contratadas no 37º Termo Aditivo que compreende recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT). O 37º Termo Aditivo previa o repasse de recursos ainda no ano de 2021, o que fundamentou a estimativa dos prazos para as metas dos indicadores. Entretanto, o valor contratado foi repassado de forma parcelada somente a partir do início de 2022. O atraso no repasse dos recursos teve impacto direto no cronograma das atividades referentes às ações, que na maior parte dos casos ficaram impossibilitadas de avançar sem a disponibilidade de recursos financeiros. Por essas razões, as metas destes indicadores foram repactuadas no 40º Termo Aditivo, assinado em dezembro de 2022. Além disso, também são apresentados os indicadores pactuados no 38º e 41º Termos Aditivos.

Na tabela a seguir, estão descritos os conceitos utilizados na construção dos indicadores de projetos de infraestrutura e programas de P&D.

Estágio	Aplicação	Descrição	Evidência	TRL
<b>Conceitual</b>	1) Programas Científicos e de Desenvolvimento Tecnológico; 2) 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)	1-3
<b>Preliminar</b>	1) Programas de Desenvolvimento Tecnológico; 2) Implantação de novas Infraestruturas de Pesquisa;	Seleção de melhores alternativas para o desenvolvimento do projeto e previsões de recursos mais acuradas para sua execução	Relatório de Projeto Preliminar (PDR)	
<b>Desenvolvimento Experimental/Projeto Executivo</b>	1) Programas Científicos e de Desenvolvimento Tecnológico; 2) Implantação de novas Infraestruturas de Pesquisa;	Desenvolvimento de experimentos para caracterização e validação da prova de conceito e/ou projeto executivo de infraestruturas de pesquisa	Relatório de Desenvolvimento Experimental/Projeto Executivo (FDR)	
<b>Instalação/Performance Técnica</b>	1) Implantação de novas Infraestruturas de Pesquisa;	Instalação de sistemas e equipamentos, comissionamento técnico incluindo validação de parâmetros de performance, ensaios experimentais iniciais e calibrações e guias de operação	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)	4-8
<b>Performance/Aplicação Científica</b>	1) Programas Científicos e de Desenvolvimento Tecnológico; 2) Implantação de novas Infraestruturas de Pesquisa;	Demonstração de desempenho considerando parâmetros chave de performance para amostras de interesse científico e experimentos com amostras para demonstração final de operação, podendo incluir usuários externos para infraestruturas de pesquisa	Relatório de Performance Científica (TPC)	

## Projeto Sirius

### I. Projeto Final e Teste de Performance do Ambiente para Cryoloading – Sirius

<b>PROJETO</b>	<b>SIRIUS</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Ambiente para Cryoloading – Sirius
<b>META</b>	Projeto Final e Teste de Performance do Ambiente para Cryoloading - Sirius
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Projeto Preliminar (PDR); Relatório de Desenvolvimento Experimental/Projeto Executivo (FDR)
<b>PRAZO</b>	Junho/23
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	100%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	O novo projeto desenvolvido visou criar uma edificação padrão e modular para servir de referência para futuras edificações externas e anexas ao prédio do Sirius. Atualmente os projetos executivos das disciplinas de arquitetura e complementares estão concluídos e aprovados pelos times técnicos do CNPEM.
<b>EVIDÊNCIAS</b>	<p>O PDR apresenta os conceitos utilizados para o desenvolvimento do projeto executivo do Ambiente para Cryoloading. Já o FDR, apresenta algumas premissas técnicas para adequação do projeto de instalações com a disponibilidade de infraestrutura do Sirius, considerando que diversos sistemas como telemática, elétrica, SDAI, entre outros, seriam conectados aos sistemas existentes do prédio do acelerador. As figuras abaixo, retiradas destes relatórios, mostram a perspectiva do ambiente, uma imagem interior e a localização desta edificação no Sirius, respectivamente.</p> <div data-bbox="644 1245 1254 1615" data-label="Image"> </div> <p><i>Figura 1 - Imagem 3D do projeto executivo do Ambiente para Cryoloading (perspectiva)</i></p> <div data-bbox="711 1671 1187 1966" data-label="Image"> </div> <p><i>Figura 2 - Imagem 3D do projeto executivo do Ambiente para Cryoloading (vista superior em cor)</i></p>

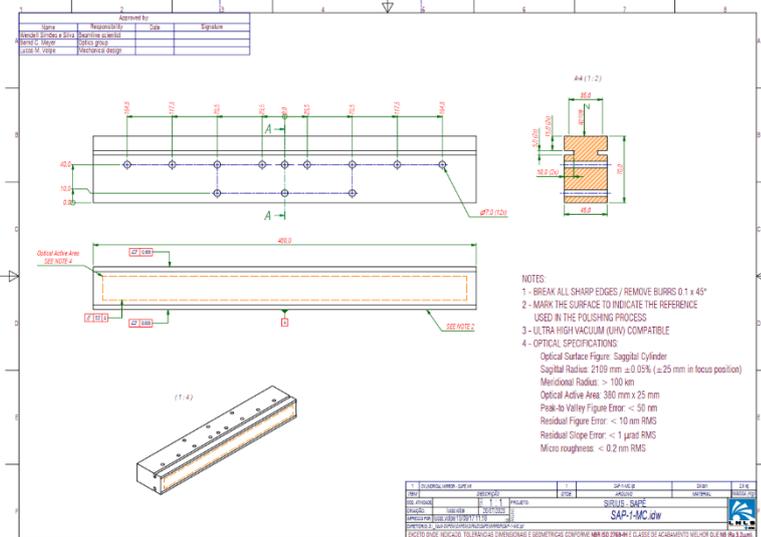


*Figura 3 - Imagem 3D da implantação do Ambiente para Cryoloading*

<b>PROJETO</b>	<b>SIRIUS</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Ambiente para Cryoloading – Sirius
<b>META</b>	Projeto Final e Teste de Performance do Ambiente para Cryoloading - Sirius
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
<b>PRAZO</b>	Junho/23
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	0%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	Com relação às obras, que estão atreladas ao TIP, o processo de concorrência não foi iniciado como previsto, devido ao atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM. Em função dessa situação não haverá disponibilidade orçamentária para este projeto dentro deste termo aditivo, e este indicador não deve ser entregue. O CNPEM enviará um ofício ao MCTI para repactuar este indicador.
<b>EVIDÊNCIAS</b>	Indicador ainda não iniciado, devido às questões orçamentárias, de forma que não há evidência a ser anexada.

*Linha de Luz Sapê*

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

<b>PROJETO</b>	<b>LINHA DE LUZ SAPÊ</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Ótica de raios-x
<b>META</b>	Projeto, aquisição e instalação equipamentos de ótica para início do comissionamento técnico
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Desenvolvimento Experimental/Projeto Executivo (FDR); Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
<b>PRAZO</b>	Janeiro /2023
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	55%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	O avanço das atividades foi bastante impactado devido ao atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM. A fase de aquisições do projeto é fundamental para o bom andamento das fases seguintes e, estando prejudicada, provoca atrasos em etapas como construção, montagem e instalação de infraestruturas e equipamentos. A data de finalização deve ser revisada para adequar o projeto a disponibilidade orçamentária.
<b>EVIDÊNCIAS</b>	<p>SAPÊ (<i>Angle-resolved PhotoEmission</i>) é uma linha de luz dedicada à experimentos de espectroscopia de fotoemissão resolvida em ângulo (ARPES), com alta resolução em energia e momento dos fotoelétrons, na faixa do ultravioleta de vácuo (VUV).</p>  <p>Figura 4 - Desenho de fabricação do espelho SAP-1-MC (SPE-1-MSL-MC-0-0)</p>

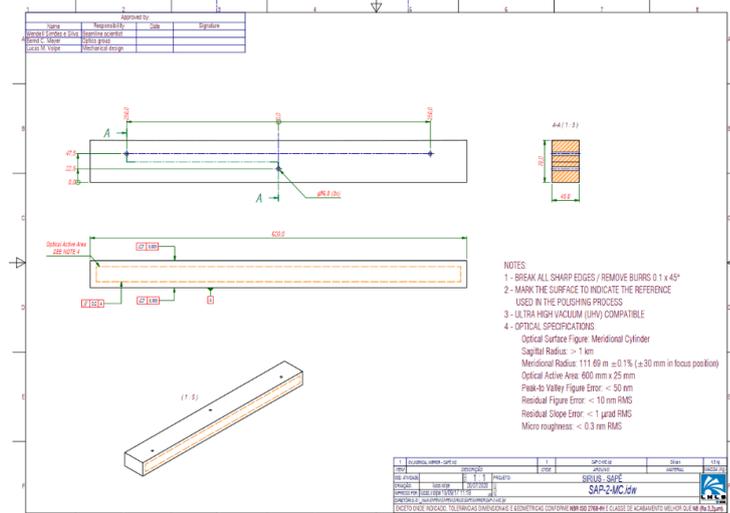


Figura 5 - Desenho de fabricação do espelho SAP-2-MC (SPE-2-MSL-MC-0-0)

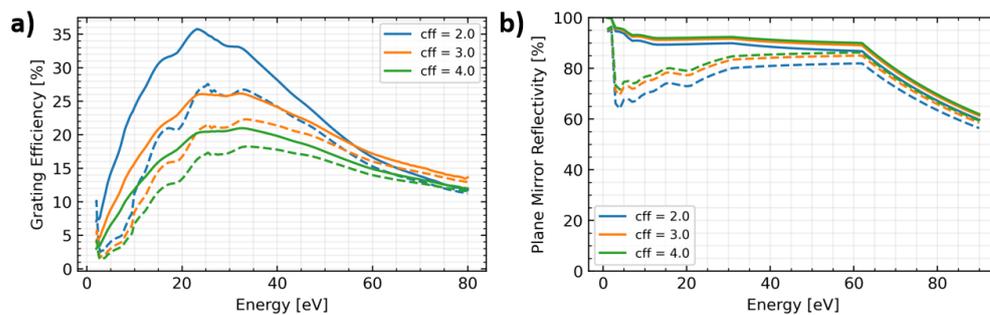


Figura 6 - (a) Eficiência de difração da grade e (b) refletividade do espelho plano do monocromador PGM.

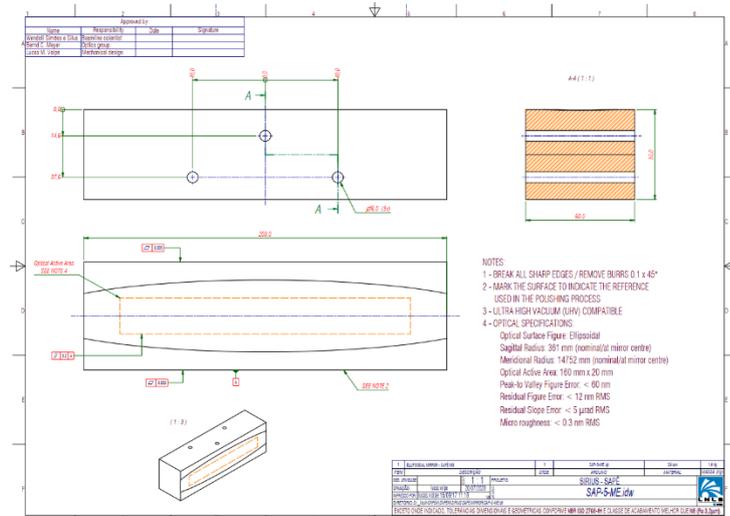


Figura 7 - Desenho de fabricação do espelho SAP-5-ME (SPE-3-MSL-ME-0-0)

Os mecanismos responsáveis pela sustentação, movimentação, alinhamento e condicionamento de pressão (vácuo) e temperatura dos espelhos M2 e M3 foram baseados em mecanismos já existentes em outras linhas de luz do Sirius, tendo sido simulados para atender às especificações, como exemplificado na Figura 8 e Figura 9. Seus desenhos finais encontram-se prontos para execução. Quanto ao espelho M1, este por apresentar maior carga térmica exige outros trabalhos de engenharia, previstos para início do segundo semestre de 2023, para que seu desenho final seja concluído.

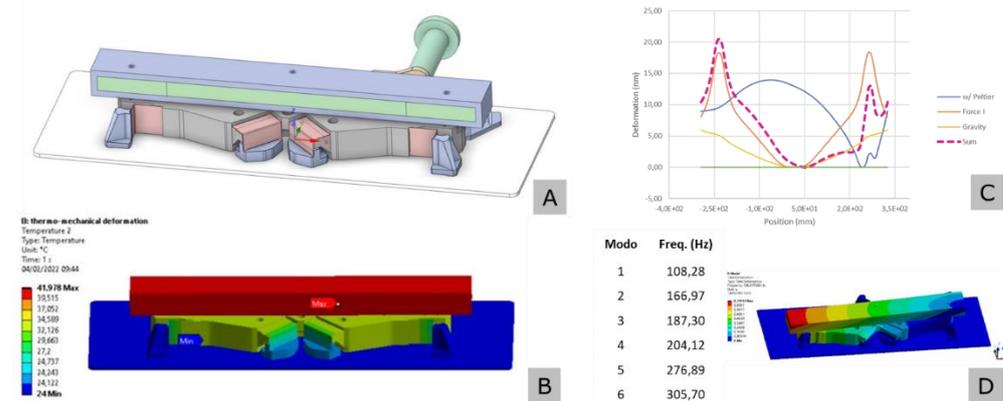


Figura 8 - Desenho do mecanismo interno do espelho M2 (A) e alguns resultados simulações quanto ao comportamento térmico (B), de deformações (C) e dinâmico (D)

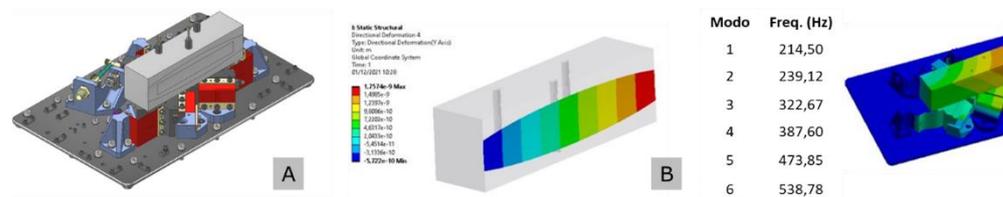


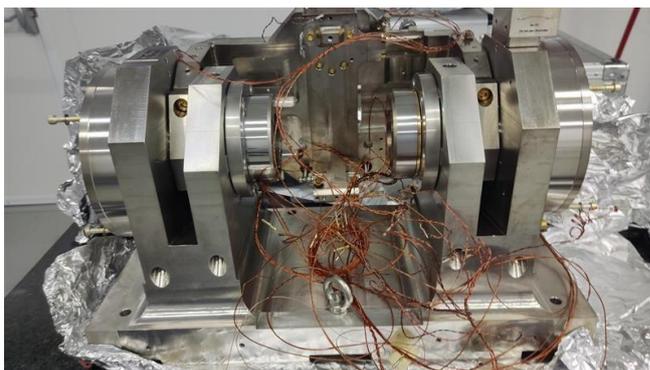
Figura 9 - Desenho (A) e simulações estrutural (B) e Modal (C) do espelho M5

A Figura 10 exibe o status atual da região do Front-End da linha SAPÊ, onde ficarão alojados os espelhos M1 e M2, contendo algumas pilastras no aguardo da instalação dos equipamentos.



*Figura 10 - Trecho final da região do Front-End da linha SAPÊ aguardando instalação de equipamentos (A) e trecho inicial temporário contendo bomba de vácuo e bloco de cobre que bloqueia a passagem dos Raios-X*

A linha SAPÊ contará com um PGM na função de monocromador, reaproveitado um monocromador extraído de uma linha de luz do antigo síncrotron UVX. A Figura 11 exibe uma foto do mecanismo interno do PGM supracitado após remoção do UVX.



*Figura 11 - Mecanismo interno do monocromador PGM*

Algumas peças do mecanismo M3 foram fabricadas, as demais, bem como as dos mecanismos M1 e M2 aguardam liberação de execução. Todos os espelhos da linha foram recebidos e estão disponíveis para medidas na metrologia óptica. O único componente óptico faltante é a grade de difração VLS, cuja entrega está prevista para setembro de 2023.



*Figura 12 - Algumas peças do mecanismo M3*



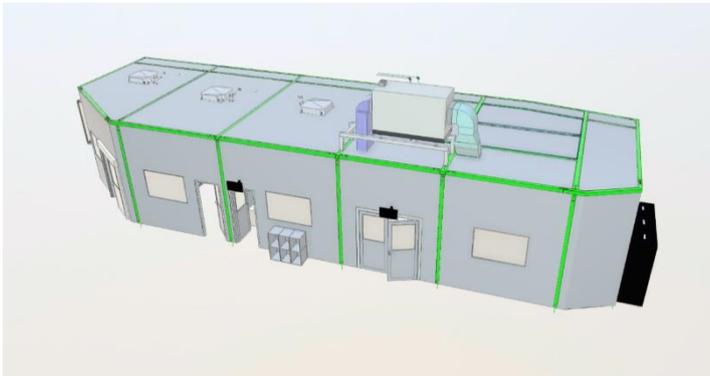
*Figura 13 - Espelho cilíndrico M1 em inspeção no laboratório de metrologia óptica*



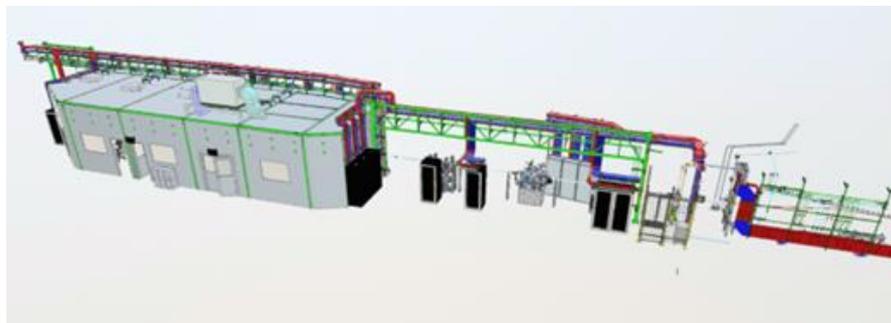
*Figura 14 - Espelho elipsoidal M3 em inspeção no laboratório de metrologia óptica.*

O avanço das atividades foi bastante impactado devido ao atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM. A fase de aquisições do projeto é fundamental para o bom andamento das fases seguintes e, estando prejudicada, provoca atrasos em etapas como construção, montagem e instalação de infraestruturas e equipamentos. A data de finalização deve ser revisada para adequar o projeto a disponibilidade orçamentária.

III. Projeto, aquisição e instalação de cabanas e utilidades para equipamentos de ótica e experimentais da linha de luz

<b>PROJETO</b>	<b>LINHA DE LUZ SAPÊ</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Cabanas e utilidades
<b>META</b>	Projeto, aquisição e instalação de cabanas e utilidades para equipamentos de ótica e experimentais da linha de luz
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Desenvolvimento Experimental/Projeto Executivo (FDR); Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
<b>PRAZO</b>	jan/23
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	25%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	O avanço das atividades foi bastante impactado devido ao atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM. A fase de aquisições do projeto é fundamental para o bom andamento das fases seguintes e, estando prejudicada, provoca atrasos em etapas como construção, montagem e instalação de infraestruturas e equipamentos. A data de finalização deve ser revisada para adequar o projeto a disponibilidade orçamentária.
<b>EVIDÊNCIAS</b>	<p>A Linha Sapê por se tratar de uma linha de baixa energia, não se faz necessário a aplicação de proteção radiológica na área experimental, de forma que os materiais aplicados na construção da cabana foram pensados para proporcionar conforto térmico e acústico aos pesquisadores e usuários. A estrutura metálica foi pensada para instalação de forma embutida nas dimensões de 100x100mm, de modo que os pilares não ocupem área útil na composição da linha. A montagem foi completamente prensada para evitar soldas em campo, adotando sistema de fixação por parafuso em 100% das peças. Para fechamento adotou-se no projeto Isopainel de 50mm nas paredes e 100mm para maior suportação e carga por metro quadrado, e esquadrias de alumínio, todos na mesma colora�o branca, mesma da estrutura metálica, de forma que a estrutura se incorpore ao projeto de forma imperceptível.</p>  <p style="text-align: center;"><i>Figura 15 - Cabana Experimental SAPE</i></p>

O equipamento de HVAC (Ar-condicionado), fora projetado para atender especificações de estabilidade do projeto experimental, com target de variação de  $24^{\circ}\text{C} \pm 0,5$  e baixo fluxo de ar no interior da cabana, de forma a contribuir para estabilidade do projeto ótico da linha, conseqüentemente com maior qualidade dos experimentos.



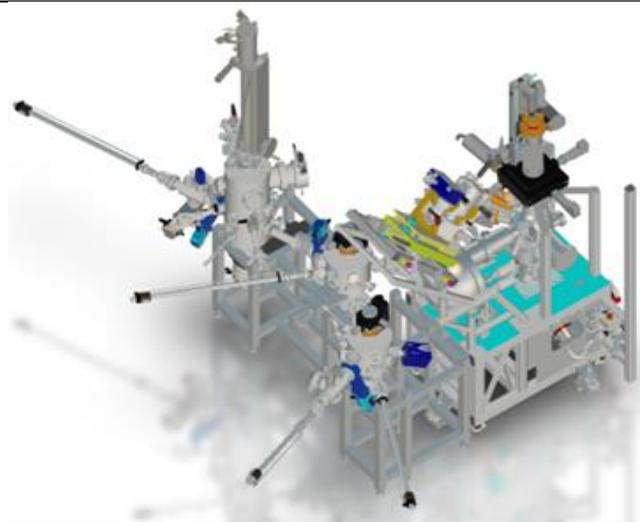
*Figura 16 - Linha de luz e Utilidades SAPE*

O projeto detalhado encontra-se 100% finalizado, apto a iniciar a compra de material e serviços de instalação, porém, por conta de atual contenção de despesas, as atividades estão suspensas (Hold) e serão reavaliadas tão logo seja restabelecido os recursos provenientes do FNDCT, ou por futuras fontes de financiamento.

O avanço das atividades foi bastante impactado devido ao atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM. A fase de aquisições do projeto é fundamental para o bom andamento das fases seguintes e, estando prejudicada, provoca atrasos em etapas como construção, montagem e instalação de infraestruturas e equipamentos. A data de finalização deve ser revisada para adequar o projeto a disponibilidade orçamentária.

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

<b>PROJETO</b>	<b>LINHA DE LUZ SAPÊ</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Estação Experimental
<b>META</b>	Projeto, aquisição e instalação equipamentos experimentais para início do comissionamento técnico
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Desenvolvimento Experimental/Projeto Executivo (FDR); Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
<b>PRAZO</b>	jun/23
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	45%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	<p>O avanço das atividades foi bastante impactado devido ao atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM. A fase de aquisições do projeto é fundamental para o bom andamento das fases seguintes e, estando prejudicada, provoca atrasos em etapas como construção, montagem e instalação de infraestruturas e equipamentos. A data de finalização deve ser revisada para adequar a demanda orçamentária.</p>
<b>EVIDÊNCIAS</b>	<p>Para atender o que é proposto para a linha de luz SAPE, a estação experimental, Figura 17, é composta por uma câmara principal que é composta por analisador de elétrons e manipulador com 6 graus de liberdade e para temperaturas criogênicas, sendo ela responsável por receber a amostra e fazer as análises. Anexa a ela foram adicionadas câmaras satélites para auxiliar o processo de inserção de amostra e preparação delas in-situ. Sendo formado pelas seguintes partes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Câmara de preparação, que é composta por manipulador de 5 eixos e que permite trabalhar em temperaturas criogênicas e aquecidos a 800°C. Nesta mesma câmara a possibilidade de crescimento de amostras <i>in-situ</i> por sistema de e-beam, tratamento térmico e análise por LEED (Low Energy Electron Diffraction).</li> <li>• Câmara de transferência, é a região que permite trafegar as amostras entre as diversas câmaras existentes.</li> <li>• Câmara de introdução e câmara Load-Lock, são câmaras usadas para introduzir amostra no sistema experimental, nela pode ser feita análise inicial das amostras através da análise residual de gás e taxa de dessorção.</li> </ul>



*Figura 17 - Estação experimental da linha SAPE, câmara principal da técnica ARPES junto com as câmaras satélites.*

A câmara principal, detalhe na, passará por um reprojeto visando a melhora na pressão de trabalho da câmara. Para atender a nova especificação o sistema terá a adição de bomba tipo NEG, novo sistema de bomba iônica, além de melhorias no sistema que acopla o monocromador de raio-X e fonte convencional, evitando pontos com pressões fora da faixa de trabalho.



*Figura 18 - Detalhes da câmara principal e regiões onde sofrerão reprojeto.*

A câmara de preparação é composta por um conjunto de instrumentos, que vão desde ao sistema de manipulação de amostras, que permite trabalhar em temperaturas de 100K a 1275K, também acompanha um sistema LEED, que possibilita qualitativamente e quantitativamente avaliar a geometria da amostra crescida, além dos acessórios para tratamento superficial por pulverização catódica de argônio e sistema de crescimento por (MBE) epitaxia por feixe molecular (Figura 19a).

A câmara de transferência de amostra (Figura 19b) é um sistema mais simples, mas como fará interface com a câmara principal, ela será

responsável por garantir que as pressões na câmara principal sejam mantidas dentro do esperado. A câmara de introdução em conjunto com a load-lock (Figura 19c), serão a porta de entrada de amostras ao sistema ARPES, esse sistema permite levar amostras que estão em ar (pressão atmosférica) para a região de UHV ( $\sim 1e-9$  mbar) e posteriormente serem utilizadas na câmara de preparação.

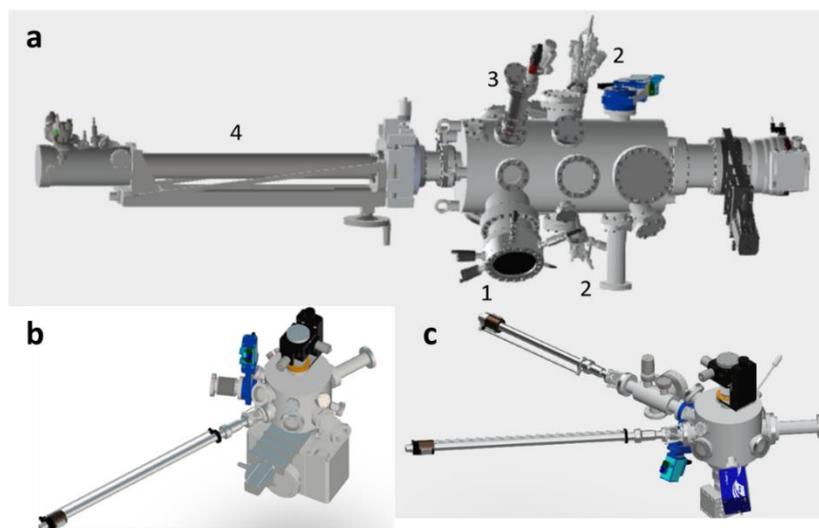


Figura 19 - a) câmara de preparação na posição horizontal, sendo que: 1- Sistema LEED, 2- Evaporadoras e-beam, 3- Canhão de argônio, 4- Manipulador 5-eixos; b) câmara de transferência, com o manipulador para montagem do estacionamento de amostras e amostras de referência; c) sistema composto por duas câmaras que fazem o conjunto de inserção de amostras. No sistema em azul o analisador de gases residuais.

O avanço das atividades foi bastante impactado devido ao atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM. A fase de aquisições do projeto é fundamental para o bom andamento das fases seguintes e, estando prejudicada, provoca atrasos em etapas como construção, montagem e instalação de infraestruturas e equipamentos. A data de finalização deve ser revisada para adequar o projeto a disponibilidade orçamentária.

### Linha de Luz Carnaúba

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

<b>PROJETO</b>	<b>LINHA DE LUZ CARNAUBA</b>																						
<b>ATIVIDADE</b>	Ondulador protótipo																						
<b>META</b>	Instalação do ondulador protótipo tipo delta para obtenção de raios-X de alto brilho, espectro e polarização de acordo com a especificação da linha de luz																						
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)																						
<b>PRAZO</b>	fev/23																						
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º Termo Aditivo																						
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	0%																						
<b>JUSTIFICATIVA</b>	O projeto enfrentou dificuldades técnicas, atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM e concorrência de projetos críticos, obrigando a uma mudança de estratégia para o cumprimento da meta.																						
<b>EVIDÊNCIAS</b>	<p>Desde a concepção das linhas de luz baseadas em ondulador, foi considerado o desenvolvimento interno dos dispositivos, considerando que o conhecimento a respeito dessa tecnologia deveria fazer parte da expertise do CNPEM.</p> <p>O projeto foi conduzido em parceria com a atual Diretoria Adjunta de Tecnologia, organização para projetos de engenharia do CNPEM, e iniciou-se juntamente com os primeiros projetos conceituais das linhas que usariam esses dispositivos. Porém, diversas dificuldades acometeram o projeto, incluindo dificuldades técnicas, restrições orçamentárias e concorrência de projetos críticos para a estratégia do CNPEM.</p> <p>Dessa forma, no início de 2023 a gestão do Projeto Sirius do Sirius tomou a rota de aquisição dos onduladores, dado que a entrega dos parâmetros de projetos das linhas de luz depende desse componente. Assim, este relatório contempla o trabalho de especificação e encomenda do dispositivo destinado a linha CARNAUBA, sendo o prazo estimado de entrega de 1 ano.</p> <p><a href="#">Projeto de referência para o ondulador de polarização vertical VPU29</a></p> <p>O projeto de referência representa um modelo de cálculo teórico para servir de orientação aos fornecedores. É baseado em um ondulador de polarização vertical do tipo híbrido, à temperatura ambiente, onde o ímã permanente é baseado em NdFeB e o material da peça polar é baseado em Vanadium Permendur.</p> <p style="text-align: center;"><i>Tabela 1 - Parâmetros principais do VPU29</i></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Photon polarization</td> <td></td> <td>Linear vertical</td> </tr> <tr> <td>Magnetic field direction</td> <td></td> <td>horizontal</td> </tr> <tr> <td>Gap opening direction</td> <td></td> <td>horizontal</td> </tr> <tr> <td>Period</td> <td>mm</td> <td>29.0</td> </tr> <tr> <td>Number of full periods</td> <td>-</td> <td>51</td> </tr> <tr> <td>Minimum magnetic gap</td> <td>mm</td> <td>9.7</td> </tr> <tr> <td><math>K_{eff}</math> at minimum gap</td> <td>-</td> <td>&gt; 2.2</td> </tr> </table>		Photon polarization		Linear vertical	Magnetic field direction		horizontal	Gap opening direction		horizontal	Period	mm	29.0	Number of full periods	-	51	Minimum magnetic gap	mm	9.7	$K_{eff}$ at minimum gap	-	> 2.2
Photon polarization		Linear vertical																					
Magnetic field direction		horizontal																					
Gap opening direction		horizontal																					
Period	mm	29.0																					
Number of full periods	-	51																					
Minimum magnetic gap	mm	9.7																					
$K_{eff}$ at minimum gap	-	> 2.2																					

	<p><a href="#">Gestão de contratos</a></p> <p><b>Revisão do Projeto Conceitual</b></p> <p>Após a adjudicação do contrato, uma Reunião de Revisão de Projeto Conceitual detalhada deve ser realizada com a presença do LNLS e do pessoal técnico do fornecedor. Um documento CDR deve ser fornecido ao LNLS, pelo menos uma semana antes da reunião de revisão do CDR, incluindo, entre outros: Layout geral do sistema e resultados da simulação magnética do projeto do ondulador proposto.</p> <p><b>Revisão Final do Projeto</b></p> <p>Aprovação final do projeto detalhado dos componentes, com um documento FDR incluindo: Procedimentos de medição magnética e procedimento fiducial; Projeto detalhado da estrutura mecânica e tolerâncias; Desenho de layout; Descrição do sistema de movimento; Descrição dos plugues e conectores; Indicação de pontos fiduciais para posicionamento e alinhamento e Lista de peças e fornecedores.</p> <p><a href="#">Documentação</a></p> <p>Após a entrega do ondulador, o fornecedor deverá entregar ao LNLS cópias de todos os desenhos, instruções e procedimentos: Detalhes mecânicos e desenhos de montagem; Esquemas elétricos; Instruções de montagem e instalação; Procedimentos de alinhamento; Procedimentos e dados de teste; Procedimentos de manutenção de rotina recomendados e Todos os procedimentos de medição magnética e registro de dados, incluindo dados e condições de medição (calibrações, temperatura, etc.)</p> <p><a href="#">Teste de Aceitação de Fábrica</a></p> <p>O fornecedor deve realizar um FAT com todos os ensaios e medições necessários para demonstrar a conformidade com as especificações antes do envio e da entrega. O FAT comprometerá as seguintes medições: Desempenho magnético do ondulador; Desempenho mecânico; Relatório de fiducialização com descrição da orientação e posição dos refletores com referência ao sistema de coordenadas e com relação ao centro magnético do dispositivo.</p> <p>Teste de aceitação no site</p> <p>Após a entrega, as medições magnéticas e mecânicas serão realizadas pela equipe do LNLS no laboratório de medição magnética do LNLS, antes da instalação dos dois VPUs no anel de armazenamento. O SAT deve aprovar o desempenho magnético da VPU medida no FAT.</p> <p>A especificação técnica inclui ainda parâmetros detalhados para: Requisitos Técnicos Gerais; Requisitos magnéticos; Câmara de vácuo; Requisitos de controle de movimento; Sistemas de utilidades; Comparação de brilho; Tolerâncias de gap; Gap tapering; Velocidade de movimento do gap e Trajetórias para validação de tolerância</p>
--	---

*Linha de Luz Paineira*

- VI. Instalação do ondulador de comissionamento para obtenção de raios-X e avaliação de desempenho da linha de luz

<b>PROJETO</b>	<b>LIINHA DE LUZ PAINEIRA</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Ondulador de comissionamento
<b>META</b>	Instalação do ondulador de comissionamento para obtenção de raios-X e avaliação de desempenho da linha de luz
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
<b>PRAZO</b>	Fev/23
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º TA
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	100%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	<p>A linha de luz Paineira é uma linha destinada a “Difração de Raios X em Policristais”, utilizará um ondulador planar em vácuo (IVU) que está sendo adquirido de um fornecedor externo. Tendo a necessidade de uma fonte de luz disponível para o início do seu comissionamento, optou-se por utilizar como fonte provisória o antigo wiggler de 2 Teslas (W2T) adquirido da empresa STi Optronics para a linha MX2 do UVX.</p> <p>O escopo do projeto é a instalação do wiggler de 2 T do UVX no trecho 14 do anel de armazenamento do Sirius para operação com a linha de luz Paineira. O W2T foi retirado do UVX no processo de descomissionamento da antiga fonte de luz, que deixou de ser operada definitivamente no final de 2019.</p>
<b>EVIDÊNCIAS</b>	<p>O TIP contemplou a revisão total do Wiggler, teste e manutenção preventiva. Além disso o rack de controle foi completamente revisado, as câmaras adaptadas para espaço disponível, novos suportes construídos e caracterização magnética realizada.</p> <p>A instalação do Wiggler no trecho 14 do anel de armazenamento ocorreu em setembro de 2022. Após os testes de controle o wiggler foi posicionado no trecho do anel, foi nivelado e alinhado. O procedimento é trabalhoso pois o W2T não possui niveladores, sendo necessário utilizar calços (shimmings) para o nivelamento e alinhamento. Para monitorar a temperatura das câmaras de vácuo a jusante do wiggler foram instalados sensores de temperatura em vários pontos. Essas variáveis são registradas no sistema de arquivamento de dados do Sirius.</p> <p>Após a instalação e o final da manutenção foi realizado o condicionamento das câmaras com feixe armazenado no anel. O condicionamento foi rápido, permitindo alcançar 100 mA de corrente no anel e gap em 45 mm com algumas horas de operação. Após duas semanas de operação a pressão no trecho nessas condições de operação estava 2.10-10 mbar. A instalação foi concluída com sucesso e pode-se evidenciar feixe de luz emitido pelo wiggler no gap de 49,73 mm visto na linha Paineira.</p>



Figura 20 - Câmara de vácuo do wiggler sendo preparada para o baking).



Figura 21 - W2T instalado no trecho 14 do anel(esq.) Figura 9 - rack de controle do W2T instalado na sala de racks (dir)

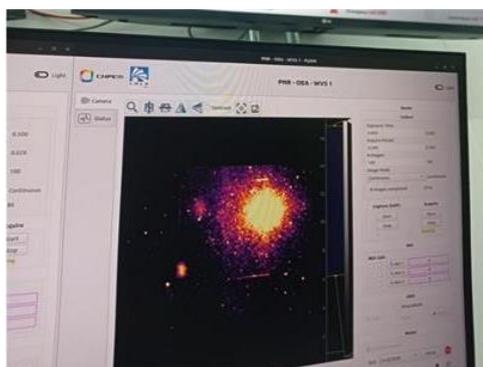
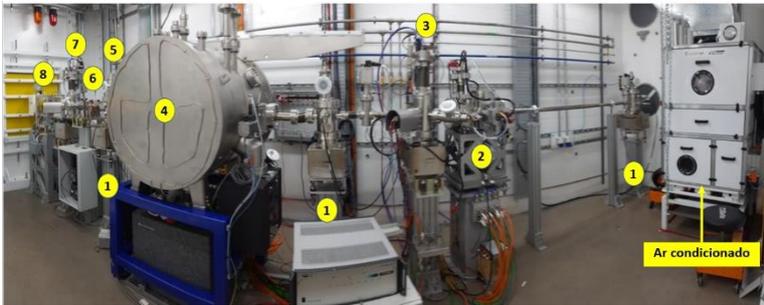


Figura 22 - Imagem do feixe de luz produzido pelo W2T visto na linha Paineira

VII. Comissionamento técnico, comissionamento científico e início de experimentos com usuários

<b>PROJETO</b>	<b>LINHA DE LUZ PAINEIRA</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Ótica de raios-x e Estação Experimental
<b>META</b>	Comissionamento técnico, comissionamento científico e início de experimentos com usuários
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP); Relatório de Performance Científica (TPC)
<b>PRAZO</b>	Abril/ 2023
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	60%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	O avanço das atividades foi bastante impactado devido ao atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM. A fase de aquisições do projeto é fundamental para o bom andamento das fases seguintes e, estando prejudicada, provoca atrasos em etapas como construção, montagem e instalação de infraestruturas e equipamentos. A data de finalização deve ser revisada para adequar o projeto a disponibilidade orçamentária.
<b>EVIDÊNCIAS</b>	<p>A Figura 23 mostra um uma imagem panorâmica dos elementos ópticos instalados na Cabana Óptica da linha PAINEIRA. Os componentes ópticos estão numerados conforme o que foi apresentado do Relatório de Desenvolvimento Experimental/Projeto Executivo (FDR) para facilitar a identificação e apresentados separadamente nas imagens subseqüentes. Vale ressaltar que a cabana óptica conta com a instalação de mais de um estágio de bombeamento.</p>  <p><i>Figura 23 - Imagem panorâmica dos componentes ópticos instalados aa Cabana Óptica da linha Paineira</i></p> <p>Foi instalado na linha PAINEIRA o monocromador anteriormente em funcionamento na antiga linha XDS do acelerador UVX do LNLS. Todavia, tal migração exigiu um estudo de compatibilidade com a nova linha seja em termos de confirmação das especificações, seja em termos de adequações mecânicas como, por exemplo, a elaboração de uma abordagem para o transporte e a fabricação de dispositivos que o tornasse possível. A Figura 24 ilustra algumas das etapas de instalação do monocromador.</p>

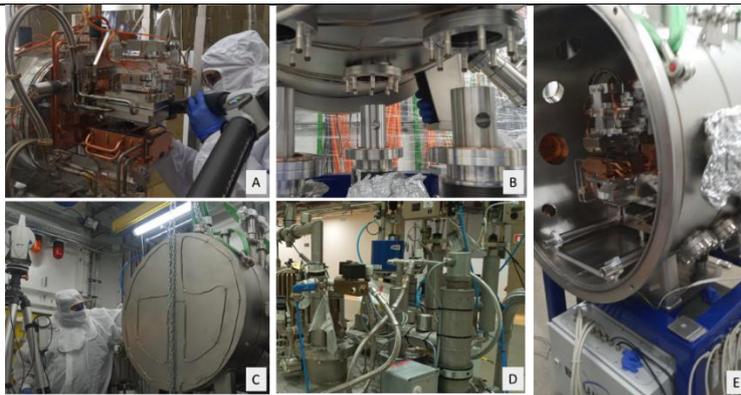


Figura 24 - Algumas etapas da instalação do monocromador: alinhamento entre cristais (A), posicionamento da câmara sobre sua base (B), alinhamento na linha de luz (C), validação do circuito de nitrogênio líquido (D) e posicionamento do monocromador no interior da câmara (E)

A Figura 25 exibe o projeto em CAD e uma foto da estação experimental concluída contendo o difratômetro de dois eixos de rotação concêntricos e perpendicular ao sentido de propagação do feixe. No primeiro eixo de rotação, o detector de alta resolução MAC (*Multi Analyser Crystals*) com 8 sensores que possibilitam cobrir um ângulo de  $14^\circ$  adquirido em alta resolução ( $0.0080$  (FWHM)); e junto ao outro eixo de rotação temos o detector rápido Pimega 450D que permite cobrir um ângulo de  $100^\circ$  em arco, adquirindo 1000 frames por segundo. O conjunto permite adquirir dados com os dois detectores ao mesmo tempo, possibilitando dados de alta resolução e alta taxa. O conjunto permite ou contém ainda:

- A torre de amostras permite acondicionar 320 amostras, com o abastecimento delas através de um braço robótico, permitindo alta taxa de análises.
- Sistema de refrigeração de amostras que permite atingir temperaturas de  $-196^\circ\text{C}$
- Segundo braço robótico que posiciona o sistema de aquecimento e resfriamento de amostras em posições que atendem os diversos tipos de porta amostras.
- Sistema de aquecimento de amostras que permite variar a temperatura de  $25$  a  $1000^\circ\text{C}$
- Modulo de atenuadores para reduzir a intensidade do feixe, reduzindo o dano nas amostras analisadas.

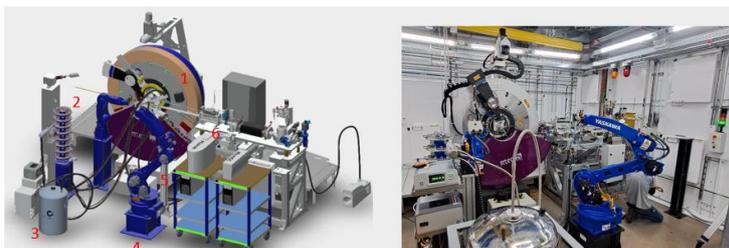


Figura 25 - Projeto CAD e Foto da Estação Experimental

A Figura 26 exibe algumas fotografias da fase de instalação do difratômetro:

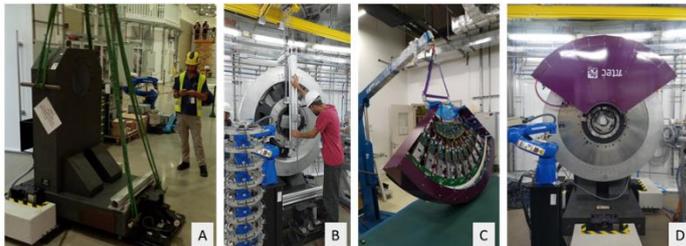


Figura 26 - Trechos da Instalação do difratômetro: base (A), atuador rotativo (B), detector (C) e completo (D)

O avanço das atividades foi bastante impactado devido ao atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM. A fase de aquisições do projeto é fundamental para o bom andamento das fases seguintes e, estando prejudicada, provoca atrasos em etapas como construção, montagem e instalação de infraestruturas e equipamentos. A data de finalização deve ser revisada para adequar o projeto a disponibilidade orçamentária.

*Linha de Luz Sapucaia*

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

<b>PROJETO</b>	<b>LINHA DE LUZ SAPUCAIA</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Ótica de raios-x
<b>META</b>	Projeto, aquisição e instalação equipamentos de ótica para início do comissionamento técnico
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Desenvolvimento Experimental/Projeto Executivo (FDR); Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
<b>PRAZO</b>	Abril/2023
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	70%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	O avanço das atividades foi bastante impactado devido ao atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM. A fase de aquisições do projeto é fundamental para o bom andamento das fases seguintes e, estando prejudicada, provoca atrasos em etapas como construção, montagem e instalação de infraestruturas e equipamentos. A data de finalização deve ser revisada para adequar o projeto a disponibilidade orçamentária.
<b>EVIDÊNCIAS</b>	<p>O projeto inicial da SAPUCAIA considerava a possibilidade de duas unidades do ondulator 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 ondulator 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 (<math>B = 0,832 \text{ T}</math>) e polarização horizontal. A Figura 27 mostra o tamanho e a divergência do KYMA22 para o caso da SAPUCAIA (trecho high-<math>\beta</math>), bem como o fluxo espectral.</p> <p>The figure consists of three subplots for the KYMA 1.122 m / high-<math>\beta</math> SS-A source. The top-left plot shows the RMS Beam Size in micrometers (µm) versus Energy in keV, ranging from 2.5 to 20.0 keV. It includes data for horizontal and vertical photon beams (solid lines) and horizontal and vertical e-beams (dashed lines). The horizontal photon beam size is constant at approximately 65 µm, while the vertical photon beam size is constant at approximately 5 µm. The e-beam sizes are much smaller, around 5-10 µm. The top-right plot shows the RMS Beam Divergence in microradians (µrad) versus Energy in keV. The horizontal photon beam divergence is constant at approximately 4 µrad, while the vertical photon beam divergence is constant at approximately 10 µrad. The e-beam divergences are also constant, around 10-15 µrad. The bottom plot shows the spectral flux in photons per 0.1% bandwidth per 100 mA versus Energy in keV on a logarithmic scale from 10<sup>12</sup> to 10<sup>15</sup>. It shows several curves representing different beam configurations, with flux decreasing as energy increases.</p>
	<p><i>Figura 27 - Tamanho de feixe da fonte (canto superior esquerdo), divergência da fonte (canto superior direito) e fluxo espectral na aceitação do espelho (<math>34 \times 150 \mu\text{rad}^2</math>) (abaixo), considerando um único ondulator KYMA22.</i></p>

Atualmente, o ondulador KYMA22 que será utilizado na SAPUCAIA está instalado na linha de luz EMA, e só será retirado de lá com a chegada do ondulador definitivo da EMA, no primeiro semestre de 2024. Enquanto isso, foi instalado na SAPUCAIA um ondulador provisório, o PAPU50 (*Prototype Adjustable Phase Undulator*), com 18 períodos de 50 mm, para possibilitar o início do comissionamento da linha, na energia fixa de 8 keV.

O espelho possui revestimento de ródio e seu ângulo de operação é de 3,5 mrad. De acordo com a refletividade do espelho, Figura 2 (esquerda), a SAPUCAIA poderá operar com energias de até 18 keV, com refletividade superior a 0,8.

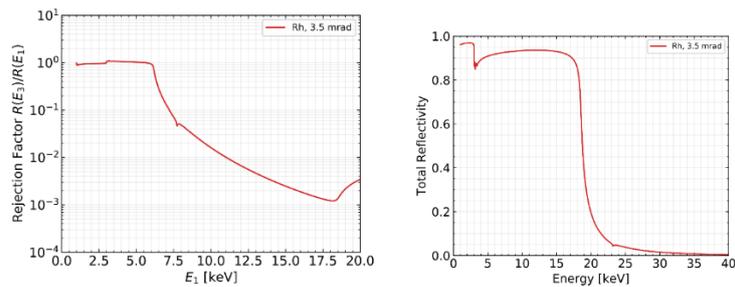


Figura 28 - Refletividade do espelho (esquerda) e fator de rejeição de harmônicos (direita) na linha de luz SAPUCAIA.

Após o espelho, o feixe se torna levemente astigmático, o que se deve ao uso de um espelho toroidal para a focalização. Conforme mostrado na cáustica da Figura 3, o foco vertical está localizado a 56.0 m da fonte e o horizontal, a 54.5 m da fonte. Esse astigmatismo não compromete o funcionamento da linha.

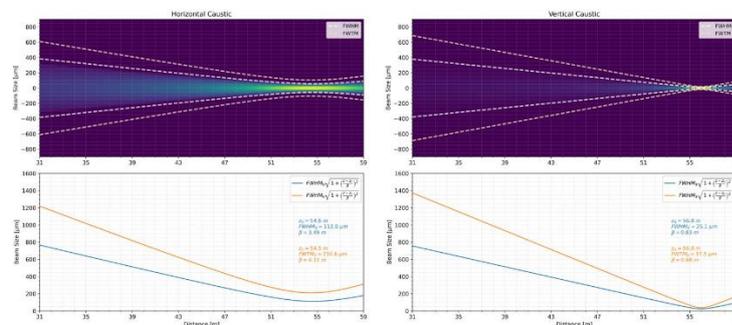
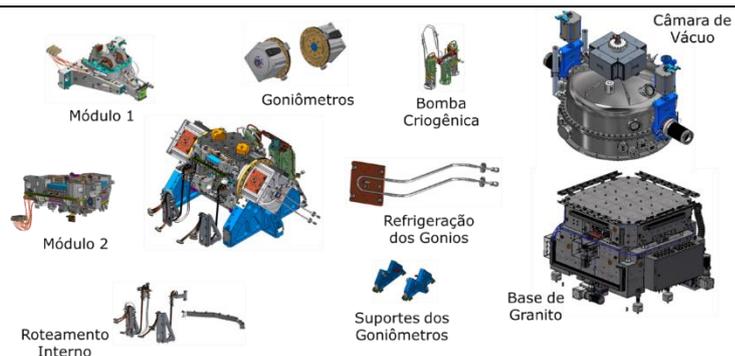


Figura 29 - Cáusticas horizontal (à esquerda) e vertical (à direita) do feixe na linha SAPUCAIA.

Dois novos monocromadores foram projetados para atenderem paralelamente às especificações das linhas SAPUCAIA e QUATI, cujos limites de energia fazem com que não haja necessidade de os cristais atingirem 60 graus, de modo que um curso de 5 a 40 graus cobre todo o intervalo de energia de tais linhas.

A Figura 30 exibe algumas imagens do projeto CAD do novo monocromador.



*Figura 30 - Representação CAD do monocromador da linha SAPUCAIA com destaque para os subsistemas mecânicos*

A Figura 31 exibe fotos do ondulador instalado na parada de Junho/2023 para atender à linha SAPUCAIA. Este ondulador foi fabricado internamente na divisão DAT.



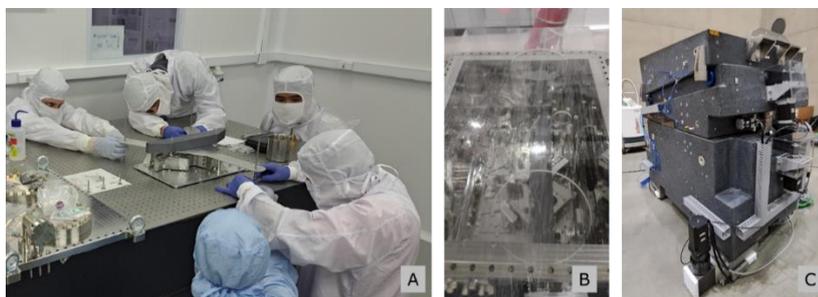
*Figura 31 - Ondulador PAPU instalado para linha SAPUCAIA.*

A Figura 32 exibe imagens do monocromador (HD-DCM-Lite) da linha SAPUCAIA durante testes de movimentação, pertencentes à etapa de validação offline. A previsão para conclusão da montagem, instalação e recebimento do primeiro feixe de Raios-X é para o final de 2023.



*Figura 32 - Monocromador da linha SAPUCAIA em montagem. A: mecanismo interno que comportam os cristais durante teste em bancada; B: câmara com atuador rotativo durante teste de controle*

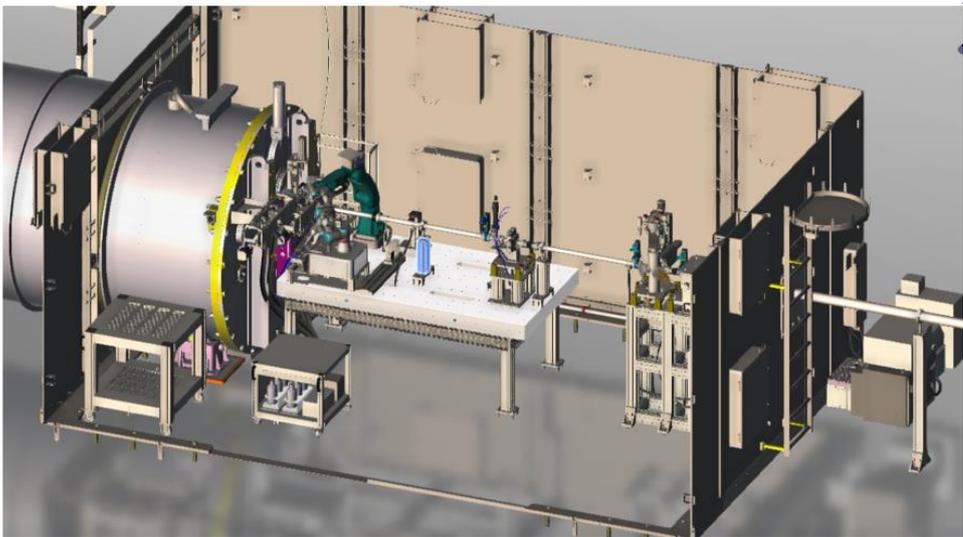
A Figura 33 exibe algumas das fases de montagem, quando da fixação do espelho ao frame de sustentação e movimentação Ry, instalação do mecanismo na câmara e montagem da base de granito.



*Figura 33 - Procedimento cuidadoso de fixação do espelho ao suporte (A). Espelho montado no interior da câmara (B)*

O avanço das atividades foi bastante impactado devido ao atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM. A fase de aquisições do projeto é fundamental para o bom andamento das fases seguintes e, estando prejudicada, provoca atrasos em etapas como construção, montagem e instalação de infraestruturas e equipamentos. A data de finalização deve ser revisada para adequar o projeto a disponibilidade orçamentária.

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

<b>PROJETO</b>	<b>LINHA DE LUZ SAPUCAIA</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Estação Experimental
<b>META</b>	Projeto, aquisição e instalação equipamentos experimentais para início do comissionamento técnico
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Desenvolvimento Experimental/Projeto Executivo (FDR); Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
<b>PRAZO</b>	jun/23
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	40%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	O avanço das atividades foi bastante impactado devido ao atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM. A fase de aquisições do projeto é fundamental para o bom andamento das fases seguintes e, estando prejudicada, provoca atrasos em etapas como construção, montagem e instalação de infraestruturas e equipamentos. A data de finalização deve ser revisada para adequar o projeto a disponibilidade orçamentária.
<b>EVIDÊNCIAS</b>	<p>A linha SAPUCAIA (Figura 34) foi idealizada e projetada para alta performance (com alta reprodutibilidade dos experimentos) aliada a acessibilidade e mudanças do aparato experimental quando o usuário assim desejar. A mesa experimental (figura 1) faz a interface do experimento com a entrada do túnel do detector e a linha de luz, nela teremos toda a infraestrutura necessária para atender os diferentes tipos de arranjos e os acessórios para os experimentos.</p>  <p><i>Figura 34 - Desenho da estação experimental, com sua interface com a túnel do detector e linha de luz.</i></p> <p>Na linha Sapucaia o detector percorre em vácuo a distância de 11,5m. Está região é importante pois o ângulo sólido de coleta é dado pela dimensão de entrada do túnel associada a distância da amostra. Ainda nessa interface temos um sistema de</p>

movimentação em vácuo, denominado *Slider* (Figura 35), onde ficarão 3 dos 6 arranjos experimentais possíveis. Essa decisão foi tomada, pois estes arranjos cobrem aproximadamente mais de 80% dos experimentos da linha de luz, permitindo assim a troca desses arranjos em poucos minutos.

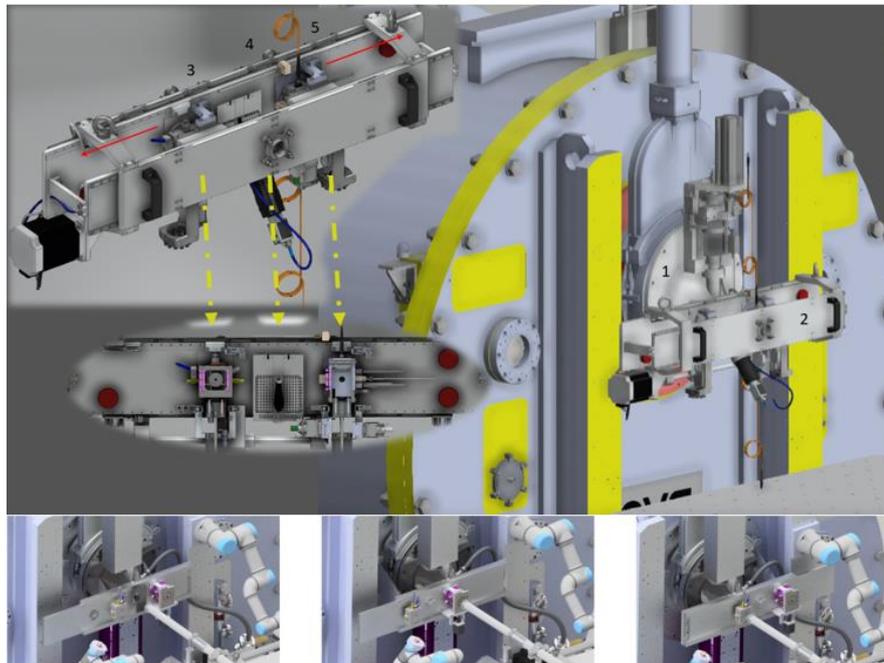


Figura 35 - Interface com túnel, formada pelo cone de entrada (1) e o sistema *Slider* (2), no detalhe temos a montagem de três arranjos no slider (3, 4, e 5). As setas em vermelho mostram a movimentação que o slider faz e sua configuração após a movimentação.

O sistema chamado *Biocube* (Figura 36), com seu braço robótico ele permite a análise high throughput de até 192 amostras de líquidos abastecidos por vez, com controle de temperatura e umidade.

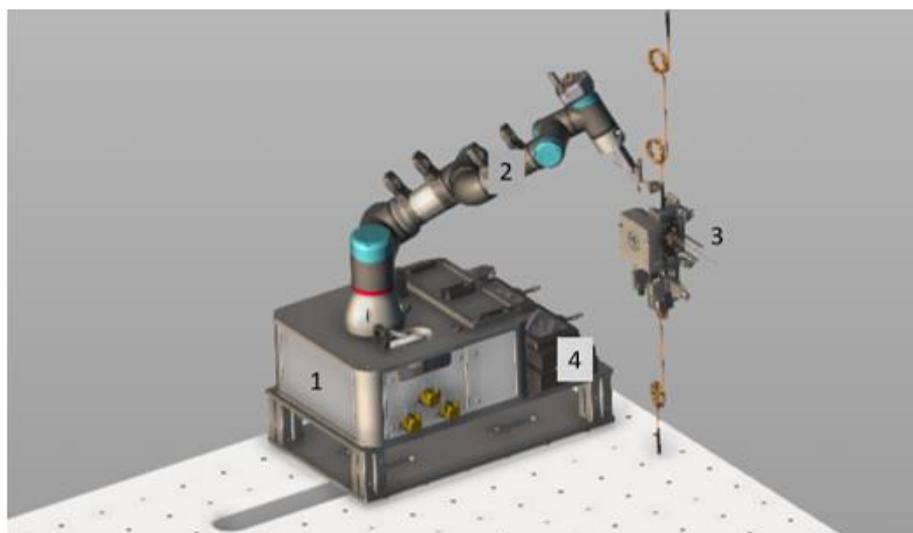
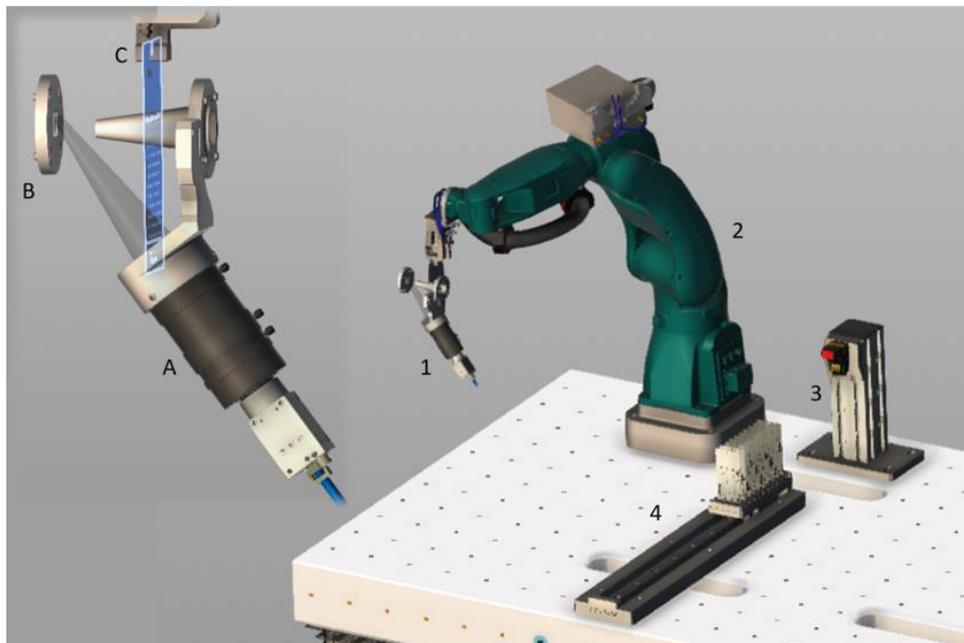


Figura 36 - *Biocube* da empresa Xenocs, onde 1 temos o suporte do braço robótico, reservatório de descarte de amostras e sistema de bombas peristálticas; 2 braço robótico com sistema de pipetagem e lavagem do porta amostra líquido; 3- cubo onde é colocada amostra

O sistema de análise de sólidos e capilares (Figura 37), também permitem a análise de muitas amostras por vez, serão abastecidos por um braço robótico, sendo também considerados sistemas de *high throughput*, sendo 96 amostras solidas por placa e/ou 5 capilares com géis e/ou líquidos viscosos.

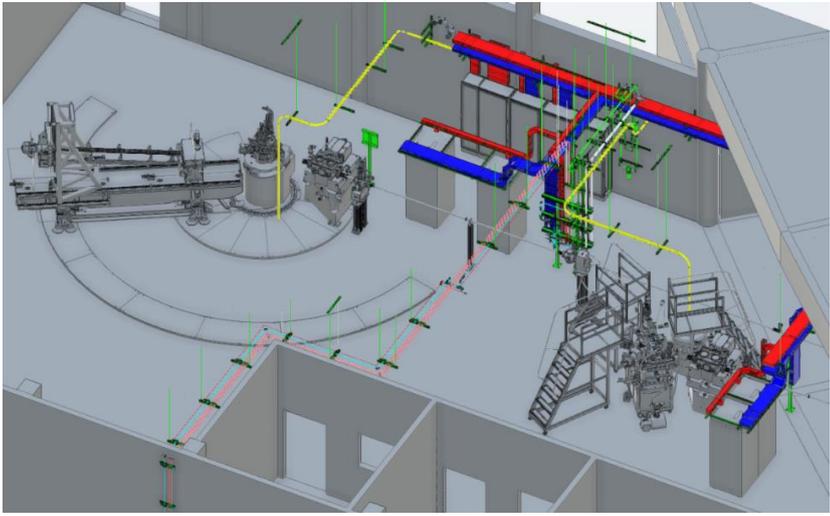


*Figura 37 - Sistema sólidos e capilares, onde 1a. Câmera de alta resolução para visualização das amostras e capilares, 1b. Cones auxiliares e janelas de Kapton, para a transição de amostras que fica em ar, com a entrada e saída do feixe; 2. Braço robótico para movimentação de amostras; 3. Leitor de código de barras para controle das placas com as amostras; 4. Hotel de amostras com sistema de movimentação manual para facilitar as trocas.*

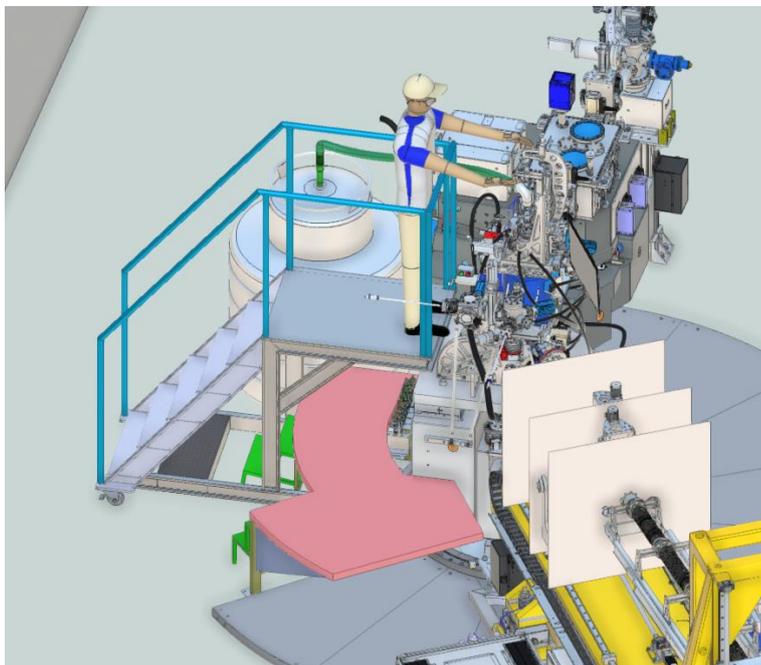
O avanço das atividades foi bastante impactado devido ao atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM. A fase de aquisições do projeto é fundamental para o bom andamento das fases seguintes e, estando prejudicada, provoca atrasos em etapas como construção, montagem e instalação de infraestruturas e equipamentos. A data de finalização deve ser revisada para adequar o projeto a disponibilidade orçamentária.

*Linha de Luz Ipê*

X. Instalação de Infraestrutura para início dos experimentos in-situ na linha de luz

<b>PROJETO</b>	<b>LINHA DE LUZ IPÊ</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Experimentos in-situ
<b>META</b>	Instalação de Infraestrutura para início dos experimentos in-situ na linha de luz
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Desenvolvimento Experimental/Projeto Executivo (FDR); Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP); Relatório de Performance Científica (TPC)
<b>PRAZO</b>	mar/23
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	100%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	A meta foi atingida no período previsto, ainda que adaptações tenham sido necessárias para contornar dificuldades como atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM ou de pendências de outras atividades e projetos.
<b>EVIDÊNCIA</b>	<p>A Linha IPE, diferente das demais linhas, está localizada na região S13 do prédio e não necessita de ambiente experimental fechado por cabana compartilhando o ar-condicionado do prédio, portando a instalação da infraestrutura de linha se limita as utilidades, sala de controle e adaptações para viabilizar a operação técnica da linha.</p> <p>O projeto de utilidades da região experimental, considerado de baixa densidade, estende as linhas de utilidades (hidráulicas, gases e elétrica) para atender 2 braços de luz onde estão localizadas as estações RIXS e PES. Com objetivo de evitar a ocupação da área útil da linha, o projeto de utilidades se fixa na estrutura civil do prédio, priorizando o desenvolvimento dos componentes da linha.</p>  <p style="text-align: center;"><i>Figura 38 - - Instalação de utilidades IPE</i></p>

Atualmente o grupo infraestrutura desenvolve um projeto de plataforma para acesso operacional e pórtico de elevação, para facilitar acesso e manutenção a determinadas regiões da estação RIXS.



*Figura 39 - Plataforma de acesso RIXS*

O sistema de utilidades foi instalado entre Q3/2022 e Q1/2023, sendo esse último período a finalização das instalações e conexão da parte hidráulica e gasosa com os componentes, estando 100% liberado para operação da linha.

Os próximos passos serão a fabricação e instalação das plataformas e postigo auxiliar.



*Figura 40 - Estação experimental IPE*

#### **TPC - Instalação para início dos experimentos in-situ na linha de luz**

Realizamos melhorias em um sistema de aquecimento resistivo instalado na pre-câmara da estação XPS da linha IPE e adaptação ao sistema de controle do Sirius. Além disso, foi desenvolvido uma interface gráfica para

que os usuários controlem rampas de aquecimento e resfriamento. Esta infraestrutura possibilitou os primeiros testes de tratamentos térmicos em vácuo com transferência in-situ para a câmara de análise, sem expor as amostras ao ambiente. A temperatura máxima obtida foi de 900C em vácuo. Esta instalação já está disponível para usuários da linha de luz.

Devido atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM e complicações no projeto da exaustão do prédio do Sirius, os tratamentos térmicos in-situ com gases na linha IPE ainda não foram realizados. O sistema completo de gases passa por revisão e adequação de custos. Porém, uma instalação de gases simplificada apenas com oxigênio foi projetada e será instalada durante o 2º semestre de 2023 para atender a demanda de usuários que precisam oxidar amostras e transferir insitu para a câmara de análise.

- XI. 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

<b>PROJETO</b>	<b>LINHA DE LUZ IPÊ</b>																						
<b>ATIVIDADE</b>	Ondulador definitivo																						
<b>META</b>	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																						
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)																						
<b>PRAZO</b>	jun/23																						
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º Termo Aditivo																						
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	0%																						
<b>JUSTIFICATIVA</b>	O projeto enfrentou dificuldades técnicas, atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM e concorrência de projetos críticos, obrigando a uma mudança de estratégia para o cumprimento da meta.																						
<b>EVIDÊNCIAS</b>	<p>Desde a concepção das linhas de luz baseadas em ondulador, foi considerado o desenvolvimento interno dos dispositivos, considerando que o conhecimento a respeito dessa tecnologia deveria fazer parte da expertise do CNPEM.</p> <p>O projeto foi conduzido em parceria com a atual Diretoria Adjunta de Tecnologia, organização para projetos de engenharia do CNPEM, e iniciou-se juntamente com os primeiros projetos conceituais das linhas que usariam esses dispositivos. Porém, diversas dificuldades acometeram o projeto, incluindo dificuldades técnicas, restrições orçamentárias e concorrência de projetos críticos para a estratégia do CNPEM.</p> <p>Dessa forma, no início de 2023, a gestão do Projeto Sirius tomou a rota de aquisição dos onduladores, dado que o entrega dos parâmetros de projetos das linhas de luz dependem desse componente. Para o caso da linha IPE, a escolha é um modelo EPU50 (tipo APPLE-II). As especificações para a encomenda ainda estão sendo geradas, dado que o ondulador definitivo para esta linha teve um atraso maior em função de restrições orçamentárias. A encomenda deve acontecer em breve.</p> <p>Projeto de referência para o ondulador de polarização vertical VPU29</p> <p>O projeto de referência representa um modelo de cálculo teórico para servir de orientação aos fornecedores. É baseado em um ondulador de polarização vertical do tipo híbrido, à temperatura ambiente, onde o ímã permanente é baseado em NdFeB e o material da peça polar é baseado em Vanadium Permendur.</p> <p style="text-align: center;"><i>Tabela 2 - Parâmetros principais do EPU50</i></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Photon polarization</td> <td></td> <td>Linear horizontal, Linear vertical, Circular</td> </tr> <tr> <td>Magnetic field direction</td> <td></td> <td>Vertical</td> </tr> <tr> <td>Gap opening direction</td> <td></td> <td>vertical</td> </tr> <tr> <td>Period</td> <td>mm</td> <td>50.0</td> </tr> <tr> <td>Number of full periods</td> <td>-</td> <td>53</td> </tr> <tr> <td>Minimum magnetic gap</td> <td>mm</td> <td>10.0</td> </tr> <tr> <td><math>K_{eff}</math> at minimum gap</td> <td>-</td> <td>5.5</td> </tr> </table>		Photon polarization		Linear horizontal, Linear vertical, Circular	Magnetic field direction		Vertical	Gap opening direction		vertical	Period	mm	50.0	Number of full periods	-	53	Minimum magnetic gap	mm	10.0	$K_{eff}$ at minimum gap	-	5.5
Photon polarization		Linear horizontal, Linear vertical, Circular																					
Magnetic field direction		Vertical																					
Gap opening direction		vertical																					
Period	mm	50.0																					
Number of full periods	-	53																					
Minimum magnetic gap	mm	10.0																					
$K_{eff}$ at minimum gap	-	5.5																					

	<p><b>Gestão de contratos</b></p> <p><b>Revisão do Projeto Conceitual</b></p> <p>Após a adjudicação do contrato, uma Reunião de Revisão de Projeto Conceitual detalhada deve ser realizada com a presença do LNLS e do pessoal técnico do fornecedor. Um documento CDR deve ser fornecido ao LNLS. pelo menos uma semana antes da reunião de revisão do CDR, incluindo, entre outros: Layout geral do sistema e resultados da simulação magnética do projeto do ondulador proposto</p> <p><b>Revisão Final do Projeto</b></p> <p>Aprovação final do projeto detalhado dos componentes, com um documento FDR incluindo: Procedimentos de medição magnética e procedimento fiducial; Projeto detalhado da estrutura mecânica e tolerâncias; Desenho de layout ; Descrição do sistema de movimento; Descrição dos plugues e conectores; Indicação de pontos fiduciais para posicionamento e alinhamento e Lista de peças e fornecedores.</p> <p><b>Documentação</b></p> <p>Após a entrega do ondulador, o fornecedor deverá entregar ao LNLS cópias de todos os desenhos, instruções e procedimentos: Detalhes mecânicos e desenhos de montagem; Esquemas elétricos; Instruções de montagem e instalação; Procedimentos de alinhamento; Procedimentos e dados de teste; Procedimentos de manutenção de rotina recomendados e Todos os procedimentos de medição magnética e registro de dados, incluindo dados e condições de medição (calibrações, temperatura, etc.)</p> <p><b>Teste de Aceitação de Fábrica</b></p> <p>O fornecedor deve realizar um FAT com todos os ensaios e medições necessários para demonstrar a conformidade com as especificações antes do envio e da entrega. O FAT comprometerá as seguintes medições: Desempenho magnético do ondulador; Desempenho mecânico; Relatório de fiducialização com descrição da orientação e posição dos refletores com referência ao sistema de coordenadas e com relação ao centro magnético do dispositivo.</p> <p><b>Teste de aceitação no site</b></p> <p>Após a entrega, as medições magnéticas e mecânicas serão realizadas pela equipe do LNLS no laboratório de medição magnética do LNLS, antes da instalação dos dois VPUs no anel de armazenamento. O SAT deve aprovar o desempenho magnético da EPU medida no FAT.</p> <p>A especificação técnica inclui ainda parâmetros detalhados para: Requisitos Técnicos Gerais; Requisitos magnéticos; Câmara de vácuo; Requisitos de controle de movimento; Sistemas de utilidades; Comparação de brilho; Tolerâncias de gap; Gap tapering; Velocidade de movimento do gap e Trajetórias para validação de tolerância</p>
--	---

*Linha de Luz Ema*

XII. Instalação da cabana e utilidades para equipamentos do ambiente experimental de nanofoco

<b>PROJETO</b>	<b>LINHA DE LUZ EMA</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Estação experimental de nanofoco
<b>META</b>	Instalação da cabana e utilidades para equipamentos do ambiente experimental de nanofoco
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Desenvolvimento Experimental/Projeto Executivo (FDR); Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
<b>PRAZO</b>	jun/23
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	0%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	<p>O avanço das atividades foi bastante impactado devido ao atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM. Em função dessa situação não haverá disponibilidade orçamentária para este projeto dentro deste termo aditivo, e este indicador não deve ser entregue. O CNPEM enviará um ofício ao MCTI para repactuar este indicador.</p>
<b>EVIDÊNCIAS</b>	<p>Na linha EMA a instalação de cabanas e utilidades se encontram com índice de execução superior a 98% nas cabanas A e B, denominados como região microfoco. Para a região nanofoco, extensão da linha para parte longa, o projeto de cabanas e utilidades aguarda informações técnicas para prosseguir.</p> <p>Em linhas gerais, o projeto da cabana C (nanofoco) se baseará na linha Carnaúba, onde o desenvolvimento das utilidades e HVAC é muito rigoroso, fazendo-se uso de amortecedores de distúrbios por mola em todas as instalações dinâmicas, aplicação de HVAC (ar-condicionado) de precisão com estabilidade térmica centesimal, target de <math>24^{\circ}\text{C} \pm 0,05</math>, e fluxo de ar laminar no interior da cabana, contribuindo para menor distúrbio possível nos componentes, conseqüentemente no ambiente de amostra.</p> <p>O avanço do projeto nanofoco depende do relatório CDR e informações técnicas da parte ótica, atualmente aguarda liberação de recursos financeiros. A escolha por iniciar ou não um projeto é baseada na disponibilidade de recursos, que foi priorizada para a continuidade de projetos já em andamento.</p>

*Linha de Luz Sabia*

XIII. Comissionamento técnico, comissionamento científico e início de experimentos com usuários

<b>PROJETO</b>	<b>LINHA DE LUZ SABIÁ</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Ótica de raios-x e Estação Experimental
<b>META</b>	Comissionamento técnico, comissionamento científico e início de experimentos com usuários
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP); Relatório de Performance Científica (TPC)
<b>PRAZO</b>	mar/23
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	60%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	O avanço das atividades foi bastante impactado devido ao atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM. A fase de aquisições do projeto é fundamental para o bom andamento das fases seguintes e, estando prejudicada, provoca atrasos em etapas como construção, montagem e instalação de infraestruturas e equipamentos. A data de finalização deve ser revisada para adequar o projeto a disponibilidade orçamentária.
<b>EVIDÊNCIAS</b>	<p>Ao longo do final de 2022 e início de 2023 foi dada continuidade na fiducialização, instalação e alinhamento de todas as seções da linha SABIÁ, incluindo suas duas estações experimentais previstas em projeto: High Field Magnet (SABIÁ-HFM) e Photoemission Electron Microscopy (SABIÁ – PEEM), mostradas nas Figura 41 e Figura 42 respectivamente. O término de montagem da linha se deu em junho de 2023, mas isso não impediu que fosse iniciado o comissionamento da óptica da linha.</p>  <p><i>Figura 41 - Visão panorâmica da estação High Field Magnet, HFM, da linha SABIÁ. À esquerda, dentro do gradil podemos ver a bobina supercondutora; à direita a sala de controle do experimento</i></p>



Figura 42 - Visão geral da estação experimental Photoemission Electron Microscopy, PEEM, da linha SABIA. O microscópio em si é o equipamento à direita dos racks eletrônicos.

O processo de degasagem foi feito de forma separada para cada elemento óptica da linha de forma independente. Esse processo de degasagem foi realizado nos três elementos ópticos que recebem e absorvem a maior parte da carga térmica do feixe síncrotron:

1. fendas brancas;
2. espelho de focalização toroidal (M1)
3. grade e espelho do monocromador (PGM)

Esse processo levou várias semanas até estar em condições de levar o feixe para porções da linha além do monocromador.

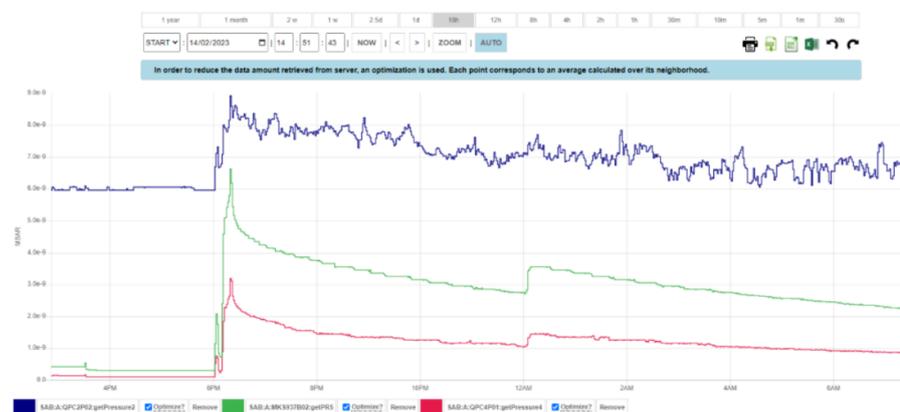


Figura 43 - Pressão na bomba iônica do DVF 1 (em azul) e no FOE (verde e vermelho) durante degasagem das fendas laterais com 300 mm de ondulator

A Figura 44 mostra uma foto espelho de focalização toroidal (M1) durante a montagem. A degasagem do espelho M1 teve início no dia 15 de março de 2023, e foi realizada por meio das análises de diferentes parâmetros, sendo os principais as medidas de pressão na câmara do espelho, RGA (Residual Gas Analyzer) e corrente da placa fotocoletora.

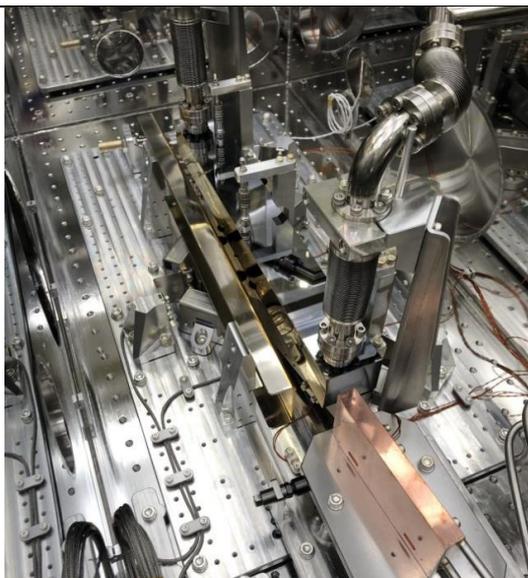


Figura 44 - Montagem Final do espelho M1 - SABIÁ

O processo de degasagem ainda continuou ao longo de todo primeiro semestre de 2023 e obtivemos o primeiro feixe logo antes da estação experimental microscópio PEEM no dia 11 de maio de 2023. Essa primeira visualização foi registrada e está mostrada na Figura 45.

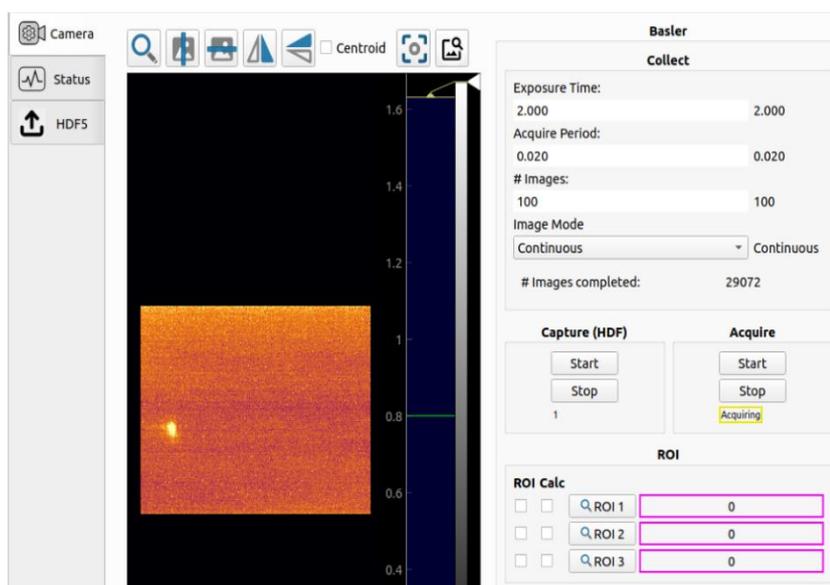
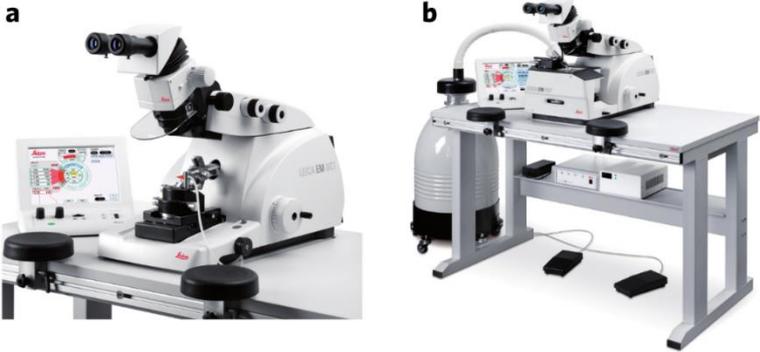


Figura 45 - Primeiro feixe monocromático chegando na estação experimental microscópio PEEM em 11 de maio de 2023

No momento a linha SABIÁ se encontra em comissionamento técnico e não iniciou o comissionamento científico. Esperamos que os primeiros experimentos sejam realizados no microscópio PEEM ao longo do mês de julho. Enfrentamos diversos atrasos para iniciar o comissionamento do experimento HFM (High Field Magnet) sendo que o principal limitante no momento é a instalação do sistema de recuperação de hélio, que é condição necessária para operarmos esse

	<p>equipamento. Atualmente a previsão é que esse sistema de recuperação entre em operação em setembro de 2023.</p> <p>O avanço das atividades foi bastante impactado devido ao atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM. A fase de aquisições do projeto é fundamental para o bom andamento das fases seguintes e, estando prejudicada, provoca atrasos em etapas como construção, montagem e instalação de infraestruturas e equipamentos. A data de finalização deve ser revisada para adequar o projeto a disponibilidade orçamentária.</p>
--	--

## XIV. Instalação de equipamentos e início do comissionamento técnico – LMT

<b>PROJETO</b>	<b>ESTAÇÕES EXPERIMENTAIS – LABORATÓRIOS</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Laboratório de Microtomia (LMT)
<b>META</b>	Instalação de equipamentos e início do comissionamento técnico
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Desenvolvimento Experimental/Projeto Executivo (FDR); Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
<b>PRAZO</b>	Fevereiro/ 2023
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	50%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	O avanço das atividades foi bastante impactado devido ao atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM. A fase de aquisições do projeto é fundamental para o bom andamento das fases seguintes e, estando prejudicada, provoca atrasos em etapas como construção, montagem e instalação de infraestruturas e equipamentos. A data de finalização deve ser revisada para adequar o projeto a disponibilidade orçamentária.
<b>EVIDÊNCIAS</b>	<p>O LMT, por sua vez, é um laboratório de apoio às linhas de luz e tem como objetivo a preparação de amostras que requerem cortes ultrafinos realizados em temperatura ambiente ou em condições criogênicas. Destinado a toda a comunidade do Sirius, o LMT possuirá infraestrutura para realizar cortes semi e ultrafinos com espessuras variando de 15 µm até 1 nm.</p> <p>No LMT, o principal equipamento utilizado será um ultramicrotomo Leica EM UC7 equipado com um estéreo microscópio Leica M80 (Figura 46a). Para permitir a realização de cortes ultrafinos em condições criogênicas, o equipamento terá um Leica EM FC7 (Figura 46b) acoplado, e este acessório acoplado contará com uma entrada para o acoplamento de um VCT 100 (ou VCT 500), que é um sistema de transferência de amostras utilizado para transportar amostras criogênicas do LMT até as linhas de luz onde as mesmas serão caracterizadas.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p><i>Figura 46 - Equipamentos utilizados para a realização de cortes semi e ultrafinos. a) Ultramicrotomo Leica EM UC7, b) Acessório Leica EM FC7 acoplado ao ultramicrotomo Leica EM UC7. A bancada pneumática em destaque na Figura 1b, bem como o Dewar conectado ao equipamento serão adquiridos em conjunto com o Leica EM UC7 e o Leica EM FC7</i></p>

Equipamentos acessórios que também serão adquiridos para o LMT incluem 01 Knifemaker EM KMR3, que será utilizado para a confecção de navalhas de vidro; (ii) AFM Holder, que será utilizado no preparo de amostras ultrafinas para a Imbuia-Nano (Estação experimental destinada a realização de experimentos de nano-espectroscopia de infravermelho (IR) utilizando radiação síncrotron combinada com fontes *lasers* na faixa energética de 70 a 400 meV (564 a 3226  $\text{cm}^{-1}$ ) e (iii) Trimmer Leica EM RAPID, que é um equipamento utilizado para desbastar blocos de resina polimérica antes da realização de cortes ultrafinos.

O projeto e a planta baixa do LMT são apresentados nas Figura 47 a e Figura 47b, respectivamente. Nas bancadas com castelo serão instalados os pontos de ar comprimido e nitrogênio cuja tubulação na parte superior do forro já foi realizada.

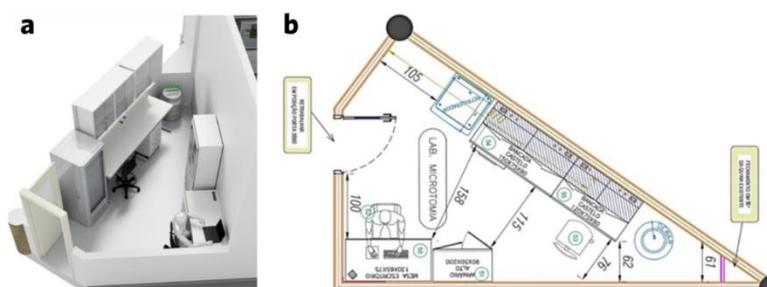


Figura 47 - a) Projeto e b) Planta baixa do Laboratório de Microtomia

A entrega do LMT está prevista para setembro de 2023, e o *status* do laboratório pode ser observado na Figura 48.



Figura 48 - Estado atual da execução do projeto com destaque para piso já concluído e com as devidas soldas realizadas, e para o teto, onde temos as placas que compõem o forro instaladas.

O avanço das atividades foi bastante impactado devido ao atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM. A fase de aquisições do projeto é fundamental para o bom andamento das fases seguintes e, estando prejudicada, provoca atrasos em etapas como construção, montagem e instalação de infraestruturas e equipamentos. A data de finalização deve ser revisada para adequar o projeto a disponibilidade orçamentária.

## XV. Instalação de equipamentos e início do comissionamento técnico – LNB

<b>PROJETO</b>	<b>ESTAÇÕES EXPERIMENTAIS – LABORATÓRIOS</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Laboratório Nanobio (LNB)
<b>META</b>	Instalação de equipamentos e início do comissionamento técnico
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Desenvolvimento Experimental/Projeto Executivo (FDR); Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
<b>PRAZO</b>	Fevereiro/ 2023
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	70%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	O avanço das atividades foi bastante impactado devido ao atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM. A fase de aquisições do projeto é fundamental para o bom andamento das fases seguintes e, estando prejudicada, provoca atrasos em etapas como construção, montagem e instalação de infraestruturas e equipamentos. A data de finalização deve ser revisada para adequar o projeto a disponibilidade orçamentária.
<b>EVIDÊNCIAS</b>	O Laboratório Nanobio (LNB) é uma instalação que faz parte da Divisão de Matéria Mole e Biológica (DMB) do LNLS. Essa divisão opera com estações experimentais e laboratórios de apoio que permitem caracterizar a matéria condensada e materiais biológicos em todos os principais campos de pesquisa, desde a física, química e biologia, analisar estruturalmente as biomoléculas (proteínas, carboidratos e ácidos nucleicos), estudar as estruturas tridimensionais de macromoléculas e realizar a caracterização estrutural para o estudo de propriedades morfológicas. O LNB receberá os equipamentos dos antigos LQIs (Laboratórios Químicos Internos). Foi projetado para atender aos pré-requisitos necessários descritos acima. Os detalhes do projeto podem ser observados na Figura 49a e Figura 49b.

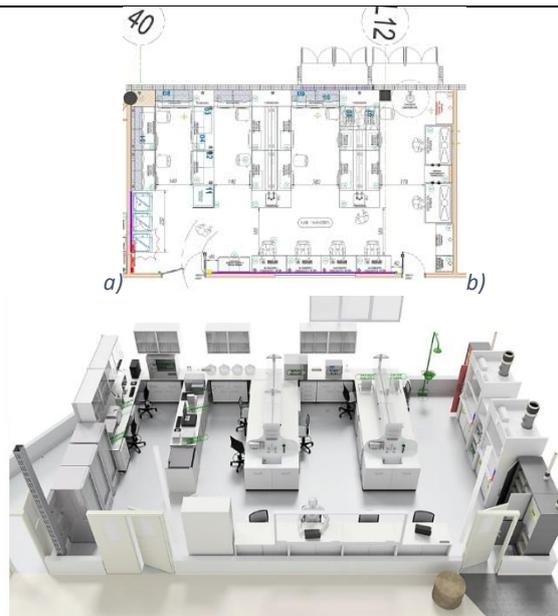


Figura 49 - LNB: a) Projeto básico b) Maquete eletrônica 3D

A entrega do LNB ainda não foi realizada e a nova data para entrega está prevista para abril de 2024. O atual status do projeto pode ser observado na Figura 50, com a readequação dos quadros elétricos e a instalação do piso vinílico.



Figura 50 – Status do projeto do Laboratório de Nanobio

O avanço das atividades foi bastante impactado devido ao atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM. A fase de aquisições do projeto é fundamental para o bom andamento das fases seguintes e, estando prejudicada, provoca atrasos em etapas como construção, montagem e instalação de infraestruturas e equipamentos. A data de finalização deve ser revisada para adequar o projeto a disponibilidade orçamentária.

## XVI. Instalação de equipamentos e início do comissionamento técnico – LMF

<b>PROJETO</b>	<b>LABORATÓRIO DE MATERIAIS FUNCIONAIS (LMF)</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Laboratório de Materiais Funcionais (LMF)
<b>META</b>	Instalação de equipamentos e início do comissionamento técnico
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Desenvolvimento Experimental/Projeto Executivo (FDR); Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
<b>PRAZO</b>	abr/23
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	25%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	<p>O avanço das atividades foi bastante impactado devido ao atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM. A fase de aquisições do projeto é fundamental para o bom andamento das fases seguintes e, estando prejudicada, provoca atrasos em etapas como construção, montagem e instalação de infraestruturas e equipamentos. A data de finalização deve ser revisada para adequar o projeto a disponibilidade orçamentária.</p>
<b>EVIDÊNCIAS</b>	<p>O LMF (Laboratório de materiais funcionais), tem formatação híbrida, configurado para pré-montagens de ambiente de amostras com gases especiais, para utilização nas linhas de luz e parte para manipulação de químicos. Adjacente ao laboratório, segue previsto instalação da estação experimental XPS, utilizada para testes de superfícies de materiais. As utilidades desse equipamento estão contidas no projeto de instalação do LMF.</p> <p>Atualmente o grupo segue no desenvolvimento do layout de ocupação do laboratório, especificamente mapeando a dinâmica operacional, definindo posições dos mobiliários e equipamentos estacionários. A expectativa atual é findar o projeto arquitetônico em Q3/2023, com documentação suficiente para contratar os serviços de instalação, compra de mobiliários e demais equipamentos.</p> <p>O projeto de utilidades, considerado de grande porte para esse laboratório, está atrelado com a finalização do layout de ocupação e demandas específicas de testes com gases especiais para linhas de luz, sendo essa uma das questões em discussão no momento. O detalhamento de utilidades segue planejado para findar em Q4/2023, com níveis de detalhes mecânicos suficiente para aquisição de peças e serviços respectivos de instalação.</p>

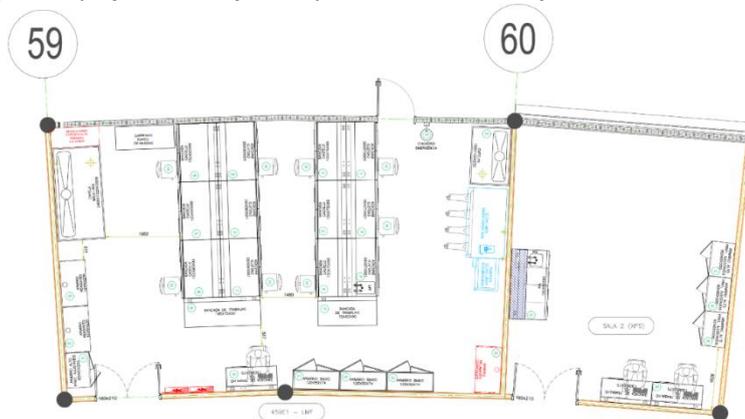


Figura 51 - Layout de ocupação (preliminar)

Em Q2/2023 foi realizada a instalação mecânica do equipamento capela Walk-in, atualmente aguardando ajustes de peças eletrônicas por parte do fabricante, comissionamento planejado para Q3/2023.



*Figura 52 - Capela Walk-in LMF*

As demais instalações, correspondentes a mobiliários, capelas, utilidades e gases, aguardam finalização do projeto executivo e liberação de recursos.

O avanço das atividades foi bastante impactado devido ao atraso no repasse do recurso financeiro pelo MCTI ao CNPEM. A fase de aquisições do projeto é fundamental para o bom andamento das fases seguintes e, estando prejudicada, provoca atrasos em etapas como construção, montagem e instalação de infraestruturas e equipamentos. A data de finalização deve ser revisada para adequar o projeto a disponibilidade orçamentária.

## Plataforma de Biotecnologia Industrial

- XVII. Desenvolvimento de metodologias envolvendo: (i) abordagem híbrida (short e long reads) de sequenciamento de DNA para obtenção de genomas completos a partir de comunidades microbianas complexas e (ii) abordagem analítica e integrativa para identificação de metabolitos em microorganismos.

<b>PROJETO</b>	<b>PLATAFORMA DE BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Plataforma de Biotecnologia Industrial
<b>META</b>	Desenvolvimento de metodologias envolvendo: (i) abordagem híbrida (short e long reads) de sequenciamento de DNA para obtenção de genomas completos a partir de comunidades microbianas complexas e (ii) abordagem analítica e integrativa para identificação de metabolitos em microorganismos.
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Performance Científica (TPC)
<b>PRAZO</b>	Março/2023
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	75%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	Esta meta está relacionada à implantação da Plataforma de Biotecnologia Industrial (PBI) que viabiliza aprofundamento científico das pesquisas relacionadas à descoberta e desenvolvimento (desenho e engenharia) de microrganismos e enzimas de interesse industrial, bem como, o desenvolvimento de bioprocessos em níveis de maturidade tecnológica de 3 a 5. Para o cumprimento da meta pactuada a atividade foi dividida em submetas. Na submeta (i), foram estabelecidas e padronizadas metodologias para extração de ácidos nucleicos de alta qualidade adequados para a integração de metodologias de sequenciamento de DNA em larga escala envolvendo abordagens complementares de <i>short e long reads</i> , que resultou na identificação de mais de 100 genomas, sendo que 23 representam genomas de microrganismos inéditos recuperados diretamente de comunidades microbianas complexas. Em relação à submeta (ii), foram estabelecidas, padronizadas e otimizadas metodologias para a identificação de metabólitos de microrganismos e enzimas utilizando abordagens analíticas complementares como cromatografia líquida e gasosa associada à espectrometria de massas (LC-MS e GC-MS, respectivamente). A partir de uma abordagem integrativa de processamento de dados de LC-MS e GC-MS, e análise estatística (análise de componentes principais e clusterização hierárquica) foi possível caracterizar em torno de 9900 metabólitos primários e secundários. Uma vez instalado e comissionado o equipamento GC-MS/MS da BPI, esta metodologia, inicialmente desenvolvida, será otimizada buscando ampliar o número de metabolitos caracterizados e, portanto, obter um entendimento mais aprofundado acerca da rede metabólica de um dado microrganismo de interesse. Desta forma, considera-se que a submeta (i) foi completamente realizado, enquanto a submeta (ii) foi parcialmente concluída, resultando em uma completude de 75% na meta integrada.
<b>EVIDÊNCIAS:</b>	Em relação a submeta (i), foi realizado o estabelecimento e padronização de metodologias para extração de ácidos nucleicos de alta qualidade adequados para a integração de sequenciamento de DNA em larga escala envolvendo abordagens complementares de <i>short e long reads</i> . Por meio da integração dos dados obtidos

de *short* e *long reads* com abordagens de bioinformática foi identificado mais de 100 genomas, sendo que 23 representam genomas de microrganismos inéditos recuperados diretamente de comunidades microbianas complexas, conforme apresentado na Tabela 3.

*Tabela 3 - Genomas recuperados do metagenoma de comunidades microbianas complexas considerados novidades taxonômicas.*

<b>Genoma</b>	<b>Classificação Taxonômica</b>
<i>A_M_109.bin.1</i>	Bacteria; Firmicutes_A; Clostridia; Lachnospirales; Lachnospiraceae;
<i>A_M_109.bin.10</i>	Bacteria; Firmicutes; Bacilli; RFN20; CAG-826;
<i>A_M_109.bin.104</i>	Bacteria; Firmicutes_A; Clostridia; Christensenellales; CAG-74;
<i>A_M_109.bin.111</i>	Bacteria; Firmicutes_A; Clostridia; Christensenellales; CAG-1252;
<i>A_M_109.bin.112</i>	Bacteria; Bacteroidota; Bacteroidia; Bacteroidales; Tannerellaceae; Tannerella;
<i>A_M_109.bin.114</i>	Bacteria; Firmicutes_A; Clostridia; Christensenellales; CAG-917; RGIG4097;
<i>A_M_109.bin.115</i>	Bacteria; Verrucomicrobiota; Lentisphaeria; Victivallales; UBA1829; SIG77;
<i>A_M_109.bin.119</i>	Bacteria; Firmicutes_A; Clostridia; Christensenellales; CAG-74; SFTJ01;
<i>A_M_109.bin.127</i>	Bacteria; Firmicutes; Bacilli; RFN20; CAG-631;
<i>A_M_109.bin.129</i>	Bacteria; Firmicutes_A; Clostridia; Peptostreptococcales; Anaerovoracaceae; VUNA01;
<i>A_M_109.bin.141</i>	Bacteria; Firmicutes_A; Clostridia; Oscillospirales; Ruminococcaceae; SFJ001;
<i>A_M_109.bin.143</i>	Bacteria; Actinobacteriota; Coriobacteriia; Coriobacteriales; Eggerthellaceae;
<i>A_M_109.bin.20</i>	Bacteria; Actinobacteriota; Coriobacteriia; Coriobacteriales; Eggerthellaceae; Paraeggerthella;
<i>A_M_109.bin.39</i>	Bacteria; Bacteroidota; Bacteroidia; Bacteroidales; Muribaculaceae; SFTJ01;
<i>A_M_109.bin.41</i>	Bacteria; Firmicutes_A; Clostridia; Peptostreptococcales; Anaerovoracaceae;
<i>A_M_109.bin.44</i>	Bacteria; Firmicutes_A; Clostridia; Lachnospirales; Lachnospiraceae;

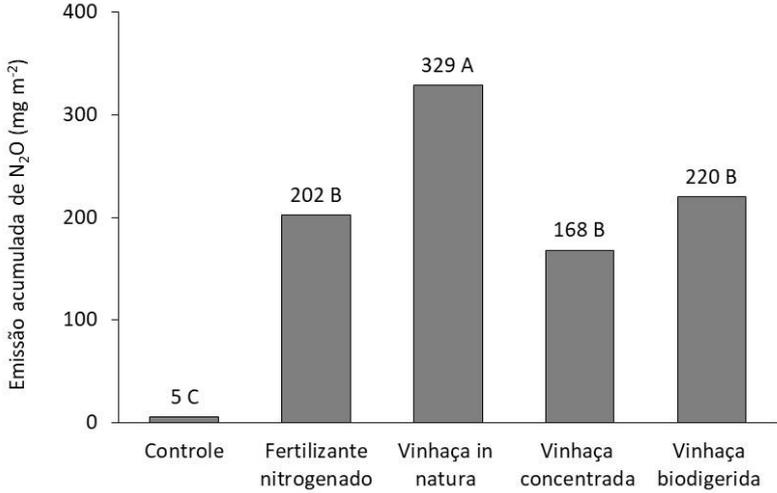
<i>A_M_109.bin.47</i>	Bacteria; Firmicutes_A; Clostridia; Lachnospirales; Lachnospiraceae;
<i>A_M_109.bin.58</i>	Bacteria; Firmicutes_A; Clostridia; Christensenellales; CAG-917; CAG-349;
<i>A_M_109.bin.76</i>	Bacteria; Firmicutes_A; Clostridia; RUG12999; RUG12999;
<i>A_M_109.bin.78</i>	Bacteria; Firmicutes_A; Clostridia; Lachnospirales; Lachnospiraceae;
<i>A_M_109.bin.97</i>	Bacteria; Firmicutes_A; Clostridia; Peptostreptococcales; Anaerovoracaceae;
<i>A_M_109.bin.98</i>	Bacteria; Firmicutes_A; Clostridia; Lachnospirales; Lachnospiraceae; Lachnobacterium;
<i>A_M_109.bin.99</i>	Bacteria; Firmicutes_A; Clostridia; Tissierellales; Sedimentibacteraceae;
<p>Em relação à submeta (ii), houve êxito em desenvolver metodologias para a caracterização de metabólitos de microrganismos e enzimas utilizando LC-MS e GC-MS. Desenvolvendo uma abordagem integrativa de processamento de dados por LC-MS e GC-MS e análise estatística, conforme apresentado na Figura 53 foi possível identificar e quantificar diversos metabólitos primários de forma automatizada. Com isso, foi possível caracterizar aproximadamente 9900 metabólitos primários e secundários. Com o equipamento GC-MS/MS que será instalado e essa metodologia desenvolvida, espera-se ampliar a identificação de compostos e, portanto, ter uma melhor compreensão da rede metabólica de informações para um dado microrganismo de interesse.</p>	



Programas Pesquisa e Desenvolvimento em Agroambiental  
*Microbiota, Nutrientes e Emissões do Solo*

- XVIII. Elucidação de mecanismos biológicos e físicos associados a emissões de solos agrícolas: (i) identificação dos principais grupos microbianos responsáveis pela produção de N<sub>2</sub>O em solos cultivados com cana-de-açúcar submetidos à aplicação de vinhaça; (ii) demonstração do efeito dos resíduos agrícolas na labilidade e proteção do carbono em solos tropicais e (iii) abordagem metodológica baseada em tomografia síncrotron para visualização tridimensional do carbono particulado em agregados de solo.

<b>PROJETO</b>	<b>MICROBIOTA, NUTRIENTES E EMISSÕES DO SOLO</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Programa de P&D Agroambiental - Microbiota, Nutrientes e Emissões do Solo
<b>META</b>	Elucidação de mecanismos biológicos e físicos associados a emissões de solos agrícolas: (i) identificação dos principais grupos microbianos responsáveis pela produção de N <sub>2</sub> O em solos cultivados com cana-de-açúcar submetidos à aplicação de vinhaça; (ii) demonstração do efeito dos resíduos agrícolas na labilidade e proteção do carbono em solos tropicais e (iii) abordagem metodológica baseada em tomografia síncrotron para visualização tridimensional do carbono particulado em agregados de solo.
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Desenvolvimento Experimental (FDR)
<b>PRAZO</b>	Março/2023
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	100%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	A adição de resíduos orgânicos em solos é apontada como uma das principais responsáveis pelo aumento das emissões N <sub>2</sub> O e, em contrapartida, esses resíduos são considerados estratégias fundamentais para o sequestro de carbono em solos tropicais. Desta forma, o entendimento dos principais mecanismos e processos que governam as emissões de N <sub>2</sub> O e o sequestro de carbono em solos, tal como a adoção de estratégias de mitigação, é algo primordial para a produção de biorrenováveis com baixas emissões associadas. Para o cumprimento da meta pactuada a atividade foi dividida em submetas. Na submeta (i) foi avaliado os impactos da adição de vinhaça (principal resíduo do setor sucroenergético) na biodiversidade de bactérias e nas emissões de N <sub>2</sub> O do solo. O estudo concluiu que a conversão de vinhaça <i>in natura</i> em vinhaça concentrada e biodigerida reduziu as emissões de N <sub>2</sub> O do solo, e não acarretou, pelo menos no curto prazo, efeitos adversos na biodiversidade de bactérias do solo. Em relação a submeta (ii), realizou-se a avaliação da labilidade do carbono no solo submetido à aplicação de resíduos agrícolas em experimentos de campo. Já na submeta (iii) foram geradas imagens 3D de agregados de solo provenientes da submeta (ii) na linha de luz de microtomografia de raios-X do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS). Essas imagens foram utilizadas no desenvolvimento do método de segmentação da matéria orgânica particulada do solo, que consistiu na elaboração de um banco de dados de fragmentos orgânicos segmentados via <i>machine learning</i> , os quais serviram de base para o treinamento de uma rede neural capaz de reproduzir a

	segmentação de referência e classificar novos dados de outras amostras. Desta forma, considera-se que as submetas foram atingidas integralmente.																		
<b>EVIDÊNCIAS</b>	<p>Em relação a submeta (i) identificação dos principais grupos microbianos associados à produção de N<sub>2</sub>O em solos cultivados com cana-de-açúcar observou-se que a aplicação conjunta de fertilizante nitrogenado e vinhaça <i>in natura</i> aumentou em 63% as emissões de N<sub>2</sub>O (Figura 54). Por outro lado, a conversão de vinhaça <i>in natura</i> em vinhaça concentrada e biodigerida reduziu em 49% e 33% as emissões de N<sub>2</sub>O. De modo geral, não foram observadas correlações significativas entre a abundância de bactérias e os fluxos diários de N<sub>2</sub>O.</p>  <table border="1" data-bbox="555 566 1332 1059"> <thead> <tr> <th>Treatment</th> <th>Accumulated N<sub>2</sub>O (mg m<sup>-2</sup>)</th> <th>Significance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Controle</td> <td>5</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>Fertilizante nitrogenado</td> <td>202</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>Vinhaça in natura</td> <td>329</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>Vinhaça concentrada</td> <td>168</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>Vinhaça biodigerida</td> <td>220</td> <td>B</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Figura 54 - Emissões acumuladas de N<sub>2</sub>O durante os 57 dias de experimento. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (p&lt;0,05)</i></p> <p>Os resultados indicaram que as vinhaças induzem uma modificação temporária na abundância de bactérias do solo, e em seguida retornam ao equilíbrio inicial (Figura 55). Tal fato, indica que a comunidade bacteriana do solo apresenta uma relativa resiliência aos impactos induzidos pela aplicação de vinhaças. Conclui-se que, pelo menos no curto prazo, que a adição de vinhaças não altera a composição dos grupos bacterianos presentes no solo, mas sim altera a atividade microbiana, e consequentemente, as emissões de N<sub>2</sub>O do solo.</p>	Treatment	Accumulated N <sub>2</sub> O (mg m <sup>-2</sup> )	Significance	Controle	5	C	Fertilizante nitrogenado	202	B	Vinhaça in natura	329	A	Vinhaça concentrada	168	B	Vinhaça biodigerida	220	B
Treatment	Accumulated N <sub>2</sub> O (mg m <sup>-2</sup> )	Significance																	
Controle	5	C																	
Fertilizante nitrogenado	202	B																	
Vinhaça in natura	329	A																	
Vinhaça concentrada	168	B																	
Vinhaça biodigerida	220	B																	

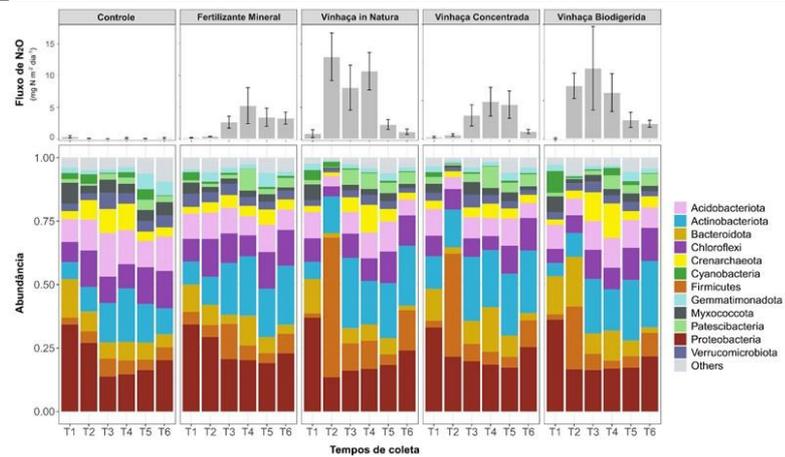


Figura 55 - Fluxo diário de  $N_2O$  e abundância relativa de bactérias em amostras de solos coletadas durante o período experimental. Dados representam a média de quatro repetições. T1 representa a data 3 dias antes da aplicação dos tratamentos, enquanto T2, T3, T4, T5 e T6 representam os dias 4, 12, 23, 31 e 57 após a aplicação dos tratamentos. As barras de erros representam o erro padrão da média.

Já em relação a submeta (ii), o estudo “Quantidade, qualidade e proteção física do carbono no solo submetido à reciclagem de resíduos agrícolas” demonstrou que 24% do carbono aportado via resíduos culturais foi acumulado no solo, com taxas de acúmulo de carbono de  $1,4 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  ao longo de 6 anos. Além disso, a manutenção dos resíduos no campo melhorou a estabilidade de agregados e resultou em maior proteção física do carbono (Figura 56). O estudo demonstrou ainda que os resíduos aumentaram em até 46% do carbono orgânico particulado (fração mais lábil) e 12% do carbono associado aos minerais, reconhecido como a fração mais estável. Contextualizar os efeitos de resíduos agrícolas na formação das frações lábeis e estáveis do carbono é fundamental para decifrar os mecanismos que determinam a labilidade do carbono em solos tropicais.

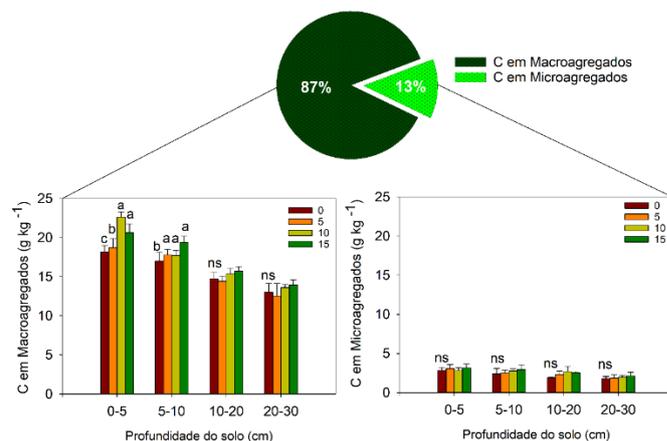


Figura 56 - Distribuição das concentrações de carbono (C) total (%) em macroagregados ( $>250 \mu\text{m}$ ) e microagregados ( $<250 \mu\text{m}$ ) do solo. Gráficos de barras denotam os efeitos das adições de palha (0, 5, 10 e  $15 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) nas concentrações de carbono ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em macroagregados e microagregados. Médias seguidas pela mesma letra dentro de cada profundidade não se diferem significativamente pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Ainda na temática de estocagem de carbono no solo (submeta iii), o estudo “Machine learning e deep learning para segmentação da matéria orgânica particulada (MOP) em imagens de microtomografia de raios-X de agregados de

solo” focou no entendimento da distribuição espacial da MOP em agregados de solo, visando proporcionar avanços na elucidação de como as características da rede de poros governam a estabilização do carbono no solo. Neste estudo, foram desenvolvidas abordagens computacionais para classificação das fases do solo e os resultados se mostram promissores, sobretudo quanto à diferenciação entre a MOP, matriz do solo e espaço poroso (Figura 57). O método se mostrou eficaz para a renderização 3D da MOP (em verde) em relação à rede de poros (em azul) em imagens de agregados de solo sob condições contrastantes de adição de palha. Trata-se de um método direto de segmentação da MOP sem a necessidade de marcação química, que considera estratégias de aprendizado de máquina utilizando redes neurais de convolução através do *software* Annotat3D. Além de proporcionar uma caracterização detalhada da MOP em relação às abordagens tradicionais, o método baseado em tomografia síncrotron possibilita a investigação *in situ* dos mecanismos de decomposição e proteção física da MOP em solo estruturalmente intacto.

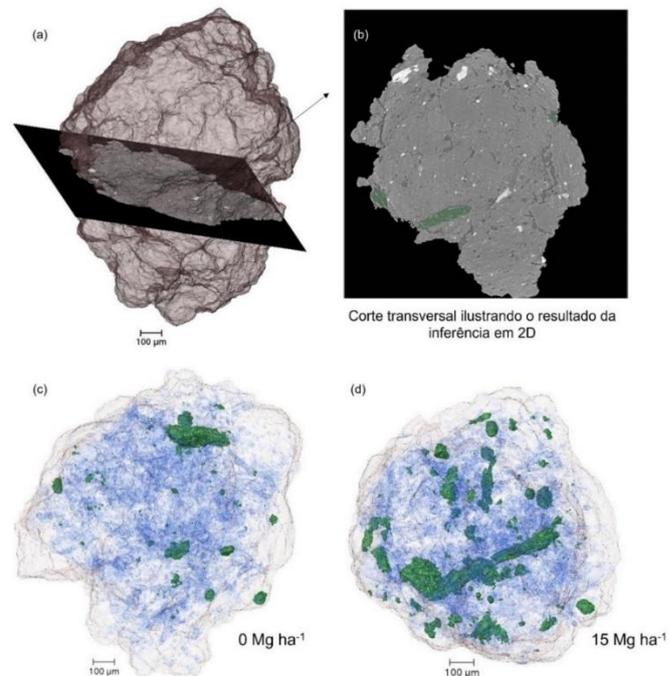


Figura 57 -(a) Imagem 3D de um agregado de solo onde foi selecionado um sub-volume para aplicação da rede neural em um “teste cego”; (b) Resultado das inferências após o treinamento da rede neural via deep learning; (c, d) Aplicação da rede neural treinada para renderização 3D da MOP (em verde) em relação à rede de poros (em azul) em agregados de solo oriundo de tratamentos com adições de 0 e 15 Mg ha<sup>-1</sup> de palha de cana-de-açúcar na superfície do solo, respectivamente.

- XIX. Desenvolvimento de rotas biotecnológicas para produção de hidrocarbonetos, incluindo: (i) sistema enzimático para descarboxilação de ácidos graxos com potencial de produção de cadeias de hidrocarbonetos relevantes para bioquerosene de aviação e (ii) avaliação técnico-econômica e de ecossistemas, com dados de literatura, de sistemas biológicos para produção sustentável de hidrocarbonetos renováveis.

<b>PROJETO</b>	<b>BIOCOMBUSTÍVEIS</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Programa de P&D em Energia Renovável - Biocombustíveis
<b>META</b>	Desenvolvimento de rotas biotecnológicas para produção de hidrocarbonetos, incluindo: (i) sistema enzimático para descarboxilação de ácidos graxos com potencial de produção de cadeias de hidrocarbonetos relevantes para bioquerosene de aviação e (ii) avaliação técnico-econômica e de ecossistemas, com dados de literatura, de sistemas biológicos para produção sustentável de hidrocarbonetos renováveis.
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Desenvolvimento Experimental (FDR)
<b>PRAZO</b>	Março/2023
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	100%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	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. Para o cumprimento da meta pactuada a atividade foi dividida em submetas. A submeta (i), realizou-se através de experimentos bioquímicos a caracterização de uma enzima descarboxilase produtora de alceno poli-insaturado (OleTP <sub>RN</sub> ) que apresenta propriedades funcionais superiores à enzima modelo já conhecida na literatura. Foram realizados também ensaios para investigar os mecanismos moleculares associados ao modo de ligação do substrato a enzima, bem como os fatores que favorecem a produção de alcenos. Na submeta (ii), foram realizadas as avaliações de viabilidade técnico-econômica e ambiental da produção de alcenos a partir de ácidos graxos por sistemas enzimáticos considerando o uso de diferentes biomassas para obtenção de biocombustíveis líquidos baseados em hidrocarbonetos. Estimou-se também, de maneira georreferenciada, os potenciais teóricos de expansão da produção de biomassa e sua posterior conversão em hidrocarbonetos renováveis. As áreas consideradas para expansão da produção de matéria-prima foram baseadas na política pública territorial para a cana-de-açúcar, o zoneamento agroecológico (ZAE), e na área de pastagem degradada do país. Desta forma, considera-se que as submetas (i) e (ii) foram atingidas.
<b>EVIDÊNCIAS</b>	Em relação a submeta (i) visando a caracterização bioquímica da enzima descarboxilase produtora de alceno poli-insaturado (OleTP <sub>RN</sub> ), foram realizados ensaios enzimáticos baseados na utilização de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> na presença de ácidos graxos (Figura 58). A OleTP <sub>RN</sub> apresentou boa atividade em uma faixa relativamente ampla de pH e temperatura, com um ótimo de pH de 7,5 a 35°C. A OleTP <sub>RN</sub> manteve mais de 95% de sua atividade após incubação por 1 hora a 45°C e pôde tolerar até 500 mM de NaCl. Comparada à enzima

OleT<sub>JE</sub>, a OleT<sub>RN</sub> mostra-se mais adequada para aplicações biotecnológicas por não requerer condições de reação tão restritivas quanto OleT<sub>JE</sub> e pela baixa concentração de íons intracelularmente presentes nos principais organismos para chassi biotecnológicos.

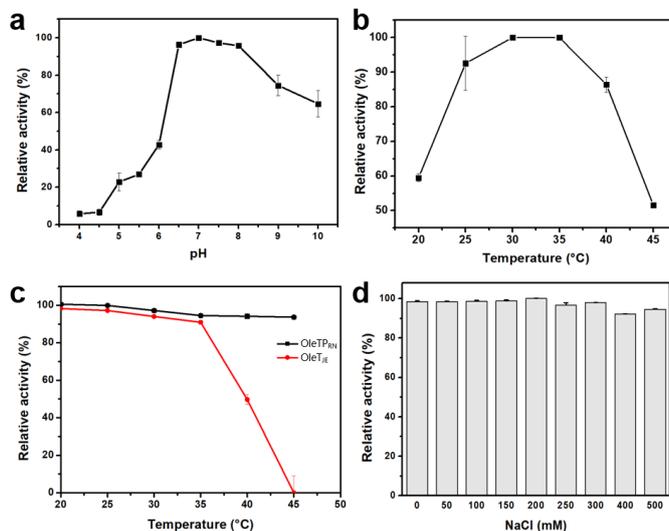


Figura 58 - Caracterização bioquímica da OleTPRN. Efeitos do pH (a) e da temperatura (b) na atividade relativa da enzima. Estabilidade térmica da OleTPRN e OleTJE (1  $\mu$ M) após uma hora de pré-incubação em diferentes temperaturas nas condições definidas para atividade enzimática (c). Efeitos da concentração de NaCl na atividade relativa da OleTPRN (d). Os experimentos foram conduzidos com 100  $\mu$ M de ácido esteárico, 1  $\mu$ M de enzima e 100  $\mu$ M de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. O H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> restante foi medido pelo ensaio de oxidação-xilenol laranja ferroso (FOX). Os resultados estão expressos como média  $\pm$  DP de três experimentos independentes (n=3).

Para avaliar a especificidade de substrato da OleT<sub>PN</sub> e a preferência de reação (descarboxilase ou hidroxilase) na conversão de ácidos graxos, foram realizadas reações com ácidos graxos saturados com diferentes comprimentos de cadeia carbônica (C10-C20) e os ácidos insaturados, oleico e linoleico. As reações foram realizadas nas condições ótimas estipuladas na etapa de caracterização. Para ácidos graxos saturados, a atividade foi maior com moléculas de cadeias curta e média, sendo C12:0 o mais preferencialmente convertido, seguido por C10:0 e C14:0. Os alcenos foram os principais produtos de reação com um rendimento de cerca de 66-74% para todos os substratos testados, seguidos por ácidos graxos hidroxilados no carbono  $\beta$  e  $\alpha$ , respectivamente (Figura 59).

Com relação aos ácidos graxos insaturados, a OleT<sub>PN</sub> foi capaz de convertê-los com uma taxa de conversão próxima a 80% e um rendimento a alceno de 60% para o ácido oleico (Figura 59). Experimentos realizados com ácido oleico e mirístico, simultaneamente, demonstraram que o ácido oleico não inibe a conversão de substrato saturados pela OleT<sub>PN</sub>. A mistura de substratos saturados e insaturados favoreceu um maior rendimento de alceno por OleT<sub>PN</sub>, em comparação com reações realizadas individualmente. A OleT<sub>PN</sub> foi capaz de converter não somente ácido oleico, mas também ácido linoleico, sendo os dois ácidos graxos os mais abundantes em óleos vegetais.

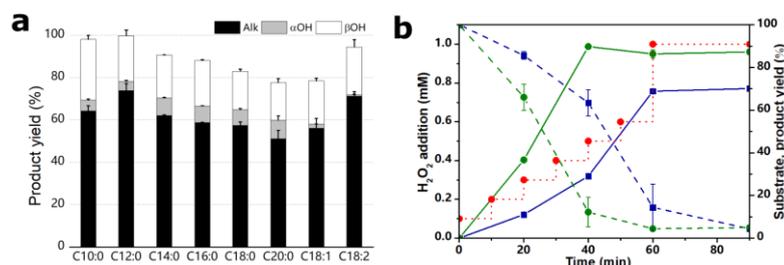


Figura 59 - Perfil de produtos da OleTPRN. Rendimento do produto de reações da OleTPRN com ácidos graxos de diferentes comprimentos como substratos (a). Cinética do consumo simultâneo (linhas tracejadas) de ácido mirístico (azul) e oleico (verde) e produção de alceno (linhas contínuas), com adições de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a cada 10 minutos (linha vermelha pontilhada, b). Os resultados estão expressos como média ± DP de três experimentos independentes (n=3).

Para se investigar as bases moleculares que propiciam da produção de alceno pela OleTP<sub>RN</sub>, algumas observações foram realizadas na estrutura do sítio catalítico da enzima. O sítio ativo das P450 que reagem com ácidos graxos é geralmente bem conservado e a mudança de uma glutamina para uma histidina (Figura 60) tem sido um ponto de discussão por ser um possível responsável pela capacidade de produção de alcenos, ao invés da produção de ácidos graxos hidroxilados.

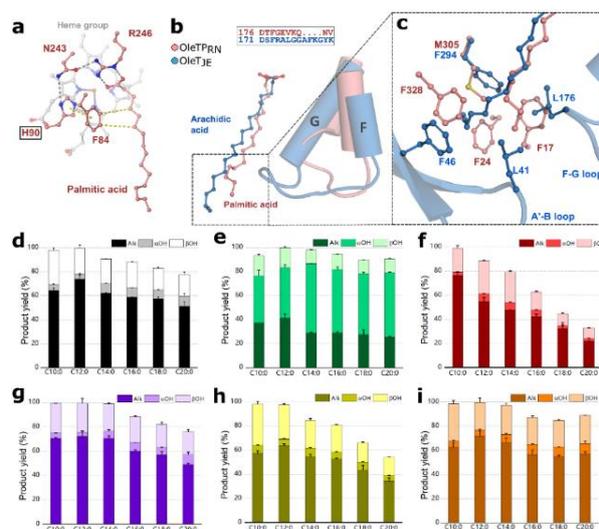


Figura 60 - Representação do sítio catalítico da OleTPRN e perfil de produtos dos mutantes. Esquema das interações de aminoácidos canônicos e o substrato, ligações de hidrogênio são exibidas em cinza e forças de van der Waals em amarelo (a). Representação do loop F-G mais longo presente em OleTJE em contraste com o loop mais curto de OleTPRN (b). Hydrophobic cradle presente em OleTPRN em substituição do loop F-G mais longo de OleTJE (c). Rendimento do produto de reações da OleTPRN com ácidos graxos saturados de diferentes comprimentos como substratos para OleTPRN nativa (d) e mutantes H90Q (e), F17A (f), F328A (g), M305A (h) e M305F (i). Os resultados estão expressos como média ± DP de três experimentos independentes (n=3).

Na submeta (ii) foram realizadas as avaliações de viabilidade técnico-econômica e ambiental da produção de alcenos a partir de ácidos graxos por sistemas enzimáticos, de forma a verificar o potencial das rotas biológicas para obtenção de biocombustíveis líquidos baseados em hidrocarbonetos. As avaliações mostraram que a matéria-prima para produção dos ácidos

graxos tem um papel fundamental nos indicadores de viabilidade econômica e ambiental do processo. Apesar de poderem ser diretamente obtidos a partir dos lipídeos do óleo de soja, a produção de ácidos graxos a partir dos açúcares da cana se mostrou mais interessante (Figura 61 e Figura 62).

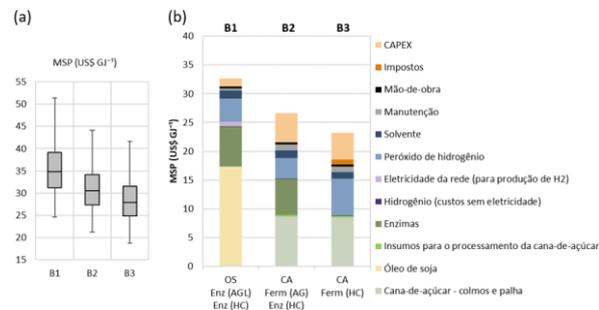


Figura 61 - Preço mínimo de venda (MSP) dos cenários. (a) Análise estocástica para o preço mínimo de venda do combustível; (b) Composição do preço mínimo de venda dos combustíveis, calculado considerando a TMA de 12%.

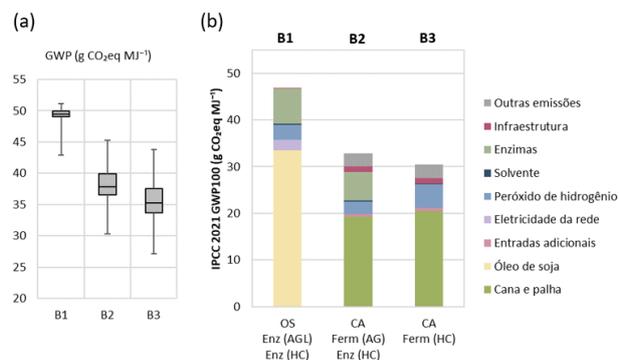


Figura 62 - Avaliação do Ciclo de Vida dos cenários. (a) Análise estocástica para o potencial de aquecimento global; (b) Detalhamento do Potencial de Aquecimento Global (IPCC 2021, GWP100), considerando um escopo "do berço ao portão". Nota: "Entradas adicionais" combina outros produtos químicos utilizados na indústria, como os utilizados para tratamento de água e de caldo de cana; "Outras emissões" abrangem os gases (exceto CO<sub>2</sub> biogênico) gerados na combustão do bagaço e da palha.

Observou-se ainda que a introdução dos sistemas enzimáticos em microrganismos pode trazer benefícios ao processo. No entanto, para aumentar a sustentabilidade das rotas biológicas avaliadas, modificações adicionais nos microrganismos podem ser exigidas, seja para redução no consumo de insumos e aumento de seletividade a alcenos, ou até mesmo, para produção direta de alcanos (Figura 6).

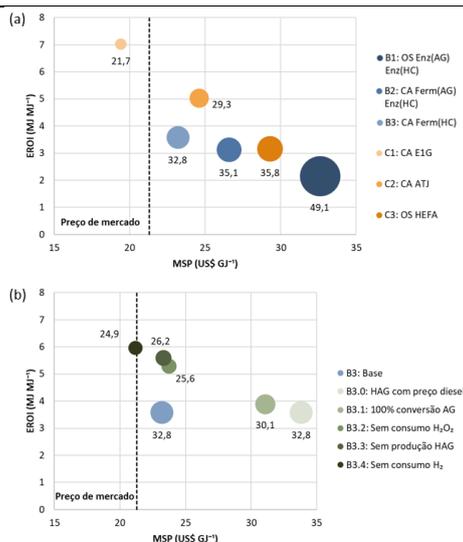


Figura 63 - Preço mínimo de venda (MSP), retorno do investimento em energia (EROI) e intensidade de carbono (IC) dos cenários avaliados, em comparação com o preço médio de mercado dos combustíveis: (a) cenários originais (B1, B2 e B3) e cenários convencionais (C1, C2 e C3); (b) cenários derivados do B3. O tamanho de cada ponto demonstra a intensidade de carbono (IC) para um escopo "do berço ao túmulo" e os valores resultantes em g CO<sub>2</sub>eq MJ<sup>-1</sup>.

Com relação ao potencial de produção, quando comparadas as biomassas para a mesma área de cultivo (Tabela 4), a cana-de-açúcar mostrou um potencial cerca de 7 vezes maior do que a soja na produção de hidrocarbonetos.

Tabela 4 - Potencial de expansão da produção de biomassa nos cenários considerados.

	<i>Cana-de-açúcar</i>		<i>Soja</i>	
	<i>Área de expansão</i>	<i>Estimativa de produção</i>	<i>Área de expansão</i>	<i>Estimativa de produção</i>
	<i>(Mha)</i>	<i>(Mt)</i>	<i>(Mha)</i>	<i>(Mt)</i>
<b>ZAE</b>	34,3	2.578,3	37,1	102,9
<b>Pastagem degradada</b>	80,9	6.164,2	88,0	225,5

As estimativas de potenciais de expansão da produção da matéria-prima (Figura 64, Figura 65, Figura 66, Figura 67) e posterior conversão em hidrocarbonetos (Tabela 5) mostraram que seria possível suprir, com sobra, toda a atual demanda brasileira por diesel e querosene de aviação – cerca de 70 bilhões de litros, segundo dados de venda desses combustíveis pelas distribuidoras em 2022 – somente com a utilização do açúcar derivado da cana-de-açúcar que poderia ser cultivada no Zoneamento Agroecológico (ZAE) (Figura 64).

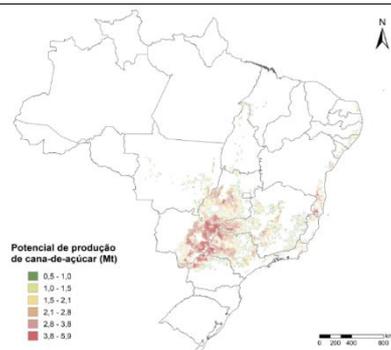


Figura 64 - Potencial de produção de cana-de-açúcar nas células que contêm áreas do ZAE.

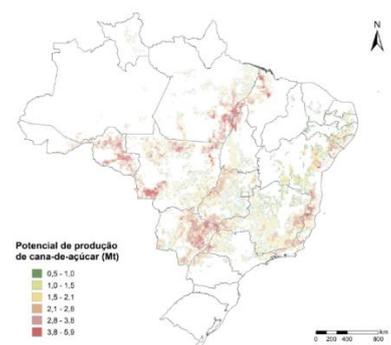


Figura 65 - Potencial de produção de cana-de-açúcar nas células que contêm áreas de pastagem degradada.

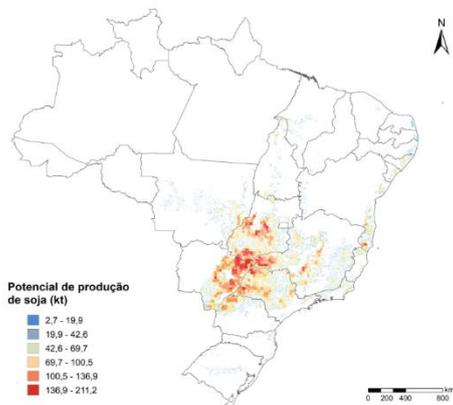


Figura 66 - Potencial de produção de soja nas células que contêm áreas do ZAE.

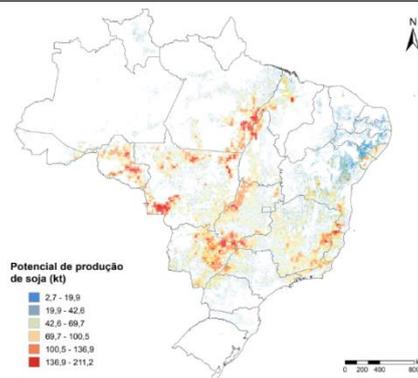


Figura 67 - Potencial de produção de soja nas células que contêm áreas de pastagem degradada.

Tabela 5 - Estimativa do potencial de produção de hidrocarbonetos renováveis nos cenários avaliados.

	Estimativa de produção de hidrocarbonetos (bi L)		Índice de produção por área (L. ha <sup>-1</sup> )	
	Cana-de-açúcar	Soja	Cana-de-açúcar	Soja
ZAE	75,0	10,5	2.186,6	283,0
Pastagem degradada	179,4	22,9	2.217,6	260,2

No caso do cenário de expansão em pastagem degradada (Figura 65), seria possível suprir toda a demanda brasileira por combustíveis líquidos – cerca de 130 bilhões de litros, incluindo o volume comercializado de óleo diesel, gasolina C, etanol hidratado e querosene de aviação em 2022 – com excedente de cerca de outros 50 bilhões de litros, mais uma vez, utilizando somente o açúcar.

## Programas Pesquisa e Desenvolvimento em Materiais Renováveis

## Biotransformação

- XX. Desenvolvimento de cepas microbianas engenheiradas para produção de intermediários químicos e enzimas de interesse biotecnológico, incluindo: (i) chassi microbiano fúngico para sacarificação de biomassas lignocelulósica e (ii) cepa microbiana para produção de ácidos orgânicos em escala laboratorial.

<b>PROJETO</b>	<b>BIOTRANSFORMAÇÃO</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Programa de P&D em Materiais Renováveis - Biotransformação
<b>META</b>	Desenvolvimento de cepas microbianas engenheiradas para produção de intermediários químicos e enzimas de interesse biotecnológico, incluindo: (i) chassi microbiano fúngico para sacarificação de biomassas lignocelulósica e (ii) cepa microbiana para produção de ácidos orgânicos em escala laboratorial
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Desenvolvimento Experimental (FDR)
<b>PRAZO</b>	Março/2023
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	100%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	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, microrganismos e enzimas são parte fundamentais na construção das tecnologias habilitadoras. Para o cumprimento da meta pactuada a atividade foi dividida em submetas. Na submeta (i), três novas modificações do chassi fúngico do LNBR foram realizadas com sucesso. Em uma das cepas transformantes obtidas, aquela que continha a deleção da protease Gap1, foi alcançado um aumento de pouco mais de 10% na secreção de proteínas e uma melhora na eficiência de degradação da celulose. Em relação à submeta (ii), o chassi e a via metabólica mais promissores para produção de ácido mucônico a partir de carboidratos renováveis foram selecionados racionalmente. Duas cepas microbianas foram engenheiradas, são elas: cepa AM.LNBR.v1, que expressa três enzimas heterólogas descritas na literatura e cepa AM.LNBR.v2, que expressa duas enzimas da literatura e uma prospectada em metagenomas disponíveis no LNBR/CNPEM. Ambas as cepas desenvolvidas foram capazes de converter glicose e glicerol em ácido mucônico durante fermentações em escala de laboratório, indicando êxito nas etapas de <i>design</i> e engenharia genética. Adicionalmente, também foi possível descobrir uma nova enzima, Meta1, com atividade de descarboxilar o protocatecuato gerando catecol, etapa de grande importância para a biossíntese de ácido mucônico. Desta forma, considera-se que todas submetas foram atingidas em 100%.
<b>EVIDÊNCIAS</b>	Em relação a submeta (i), três novas modificações genéticas racionais na plataforma fúngica do LNBR (Br_TrT03) foram avaliadas com sucesso durante o período. Estas modificações visavam melhorar os títulos de

produção enzimática e/ou o aumento da eficiência de despolimerização da celulose. Os resultados obtidos revelaram que a cepa contendo a deleção do gene que codifica uma das mais importantes proteases ácidas secretadas por *T. reesei*, denominada Gap1, teve um aumento superior a 10% na produção de proteínas quando cultivada em frascos agitados com meio mínimo contendo glicose como fonte de carbono. Além disso, foi verificado que esta cepa transformante teve uma ligeira melhora na sua eficiência de degradação da celulose avaliada através da atividade em filtro de papel e de  $\beta$ -glicosidase em comparação aos resultados obtidos para a cepa parental (Figura 68).

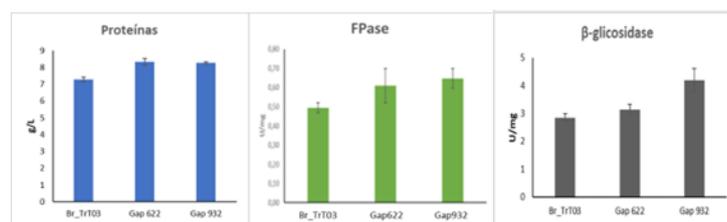


Figura 68 - Produção de proteínas e atividades enzimáticas de FPase e  $\beta$ -glicosidase da cepa parental *T. reesei* Br\_TrT03 e cepas engenheiradas com a deleção do gene da protease Gap1 após 120h de cultivo em frascos agitados em meio mínimo com glicose

Na submeta (ii) a primeira etapa envolveu o *design* racional da cepa microbiana para viabilizar a produção de ácido mucônico a partir de substratos renováveis e abundantes em uma biorrefinaria, como glicose e glicerol. Selecionamos a bactéria *E. coli* K12 MG1655 por ter demonstrado moderada tolerância a condições ácidas, sendo este um fenótipo desejado em processos que envolvem a bioprodução de ácidos orgânicos. Simulações, utilizando modelos metabólicos em escala genômica, permitiram a seleção racional da via metabólica mais promissora para o desenvolvimento da nossa cepa microbiana. A via metabólica selecionada é composta por três reações heterólogas, cujo intermediário nativo é o 3-desidrochiquimato. Em seguida foram aplicadas técnicas de engenharia genética a fim de viabilizar a produção heteróloga do ácido mucônico. Duas cepas engenheiradas foram desenvolvidas: (i) "AM.LNBR.v1" que carrega o plasmídeo pRSM6 contendo os genes *catA* de *C. glutamicum*, *aroZ* de *B. thuringiensis* e *aroY* de *E. cloacae*; e (ii) "AM.LNBR.v2" que carrega os mesmos genes *catA* e *aroZ* e o gene que codifica a enzima prospectada em metagenomas do LNBR/CNPEM e obtida na forma solúvel "Meta1". A Figura 69 traz os resultados de produção de ácido mucônico e protocatecuato para as cepas AM.LNBR.v1 e AM.LNBR.v2 ao longo dos ensaios de fermentação em frascos agitados, utilizando glicose e glicerol como fontes de carbono. Como é possível notar, ambas as cepas desenvolvidas foram capazes de produzir ácido mucônico, indicando êxito nas etapas de design e construção das cepas microbianas com capacidade metabólica de produção de ácido mucônico a partir de substratos renováveis. A cepa AM.LNBR.v1 foi capaz de produzir ~ 280 e 200 mg/L de AM, ao utilizar glicerol e glicose, respectivamente. A cepa AM.LNBR.v2 produziu ~100 mg/L de AM no ensaio com glicose. Adicionalmente, descobrimos racionalmente uma nova enzima com

atividade de descarboxilar o protocatecuato em catecol, segunda reação heteróloga para biossíntese do ácido mucônico.

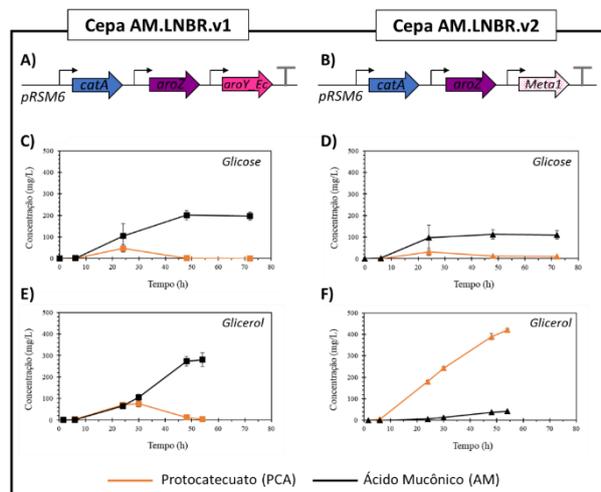


Figura 69 - Ilustração da via heteróloga de produção de ácido mucônico nas cepas AM.LNBR.v1 (A) e AM.LNBR.v2 (B). Os genes foram organizados na configuração pseudo-operon. Perfil de produção de ácido mucônico e protocatecuato em ensaios de fermentação em frascos agitados com as cepas AM.LNBR.v1 e AM.LNBR.v2 utilizando glicose (C e D) ou glicerol (E e F) como fonte de carbono renováveis e abundantes em uma biorrefinaria.

### Biopolímeros

XXI. Desenvolvimento de metodologias para promover a agregação controlada de nanoceluloses na presença de água (impressão 3D)

<b>PROJETO</b>	<b>BIOPOLÍMEROS</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Programa de P&D em Materiais Renováveis -Funcionalização de Biopolímeros
<b>META</b>	Desenvolvimento de metodologias para promover a agregação controlada de nanoceluloses na presença de água (impressão 3D)
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Projeto Conceitual (CDR)
<b>PRAZO</b>	Março/2023
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	100%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	<p>Na presente meta foram exploradas estratégias para a organização de suspensões coloidais de nanofibrilas de celulose (CNFs) com diferentes biopolímeros (látex de borracha natural (LBN) e alginato de sódio (AlgNa)). Para isso, foram utilizadas CNFs cationizadas (CCNFs) e oxidadas (OCNFs), cujos grupos superficiais promovem interações eletrostáticas atrativas e/ou repulsivas quando combinados a polieletrólitos em meio aquoso. O estudo da estabilidade de suspensões de CNFs foi realizado, avaliando-se os sistemas por determinação de potencial Zeta (<math>\zeta</math>), visualização de separação de fase e análise da morfologia dos coloides por microscopia de força atômica (AFM). Além disso, a organização de sistemas de CNFs em água foi analisada por criomicroscopia eletrônica de transmissão (Cryo-TEM). Por fim, a processabilidade de suspensões de CNFs foi avaliada para a síntese de nanocompósitos com ensaios preliminares de impressão 3D de sistemas com CCNF e AlgNa. Peças uni e tridimensionais (3D) foram produzidas como prova de conceito. Tais estratégias de complexação eletrostática de CNFs serão empregadas para a obtenção de estruturas celulósicas formadas por impressão 3D. Dessa forma, considera-se que a meta foi atingida integralmente. Além disso, os dados mostrados no relatório estão sendo usados, em conjuntos com outras caracterizações, na elaboração de pelo menos cinco artigos.</p>
<b>EVIDÊNCIAS</b>	<p>Com o objetivo de preparar bioadesivos, espumas e peças unidimensionais e tridimensionais a partir de interações eletrostáticas entre coloides com cargas iguais ou opostas, diferentes sistemas foram investigados: (i) OCNF e LBN; (ii) OCNF e CCNF; (iii) OCNF e AlgNa; de modo a ampliar a pluralidade de aplicação da nanocelulose no desenvolvimento de novos materiais funcionais.</p> <p>O LBN foi cedido pela empresa Colitex: látex de borracha natural (Colina-SP). As OCNFs foram produzidas através da oxidação da celulose com N-oxil-2,2,6,6-tetrametilpiperidina (TEMPO) seguido do cisalhamento por microfluidização. As CCNFs foram preparadas por adição de grupos amônio quaternário na superfície da celulose via reação de substituição nucleofílica com cloreto de glicidiltrimetrimetilamônio (GTMAC). Em todos os sistemas, os componentes foram combinados em meio aquoso e as interações foram estudadas por meio de diferentes técnicas de caracterização.</p> <p>Para o sistema OCNF e LBN, o potencial <math>\zeta</math> da OCNF (<math>\sim -60\text{mV}</math>) proporcionou uma suspensão coloidal estável e a estabilidade foi mantida quando as OCNFs foram combinadas com LBN (<math>\zeta = -40\text{mV}</math>). Nas suspensões OCNF-LBN, não houve agregação</p>

entre os coloides, como evidenciado nas imagens de Cryo-TEM (Figura 70a,b). A repulsão eletrostática entre os grupos aniônicos ( $-\text{COO}^-$ ) da superfície das OCNF e os grupos fosfato da superfície do LBN (Figura 70c) proporcionou estabilidade ao sistema aquoso. Dessa forma, produzindo suspensões coloidais estáveis ideais para a produção de espumas.

Para o sistema CCNF e LBN, as suspensões com apenas CCNFs ou LBN apresentaram estabilidade coloidal (valores de potencial  $\zeta$  acima de  $|30|$  mV). Quando combinadas, as misturas CCNFs-LBN apresentaram separação de fase, indicando a ocorrência de complexação eletrostática entre os componentes (Figura 70d). Isso foi corroborado pelas mudanças nos valores de potencial  $\zeta$  das suspensões (de  $-40$  para  $+30$ mV), sendo que a variação potencial  $\zeta$  foi dependente da concentração de CCNFs presentes no complexo CCNF-LBN. Imagens de Cryo-TEM (Figura 70e-f) mostraram CCNFs adsorvidas na superfície de partículas de LBN, corroborando os dados observados por potencial  $\zeta$ . Estes resultados indicam que a interação CCNFs-LBN é grande o suficiente para impedir a coalescência das partículas de LBN, o que é favorável ao desenvolvimento de materiais redispersíveis, como filmes e espumas recicláveis. Outro sistema estudado foi o de CNFs funcionalizadas com cargas opostas: oxidadas (OCNF) e cationizadas (CCNF). Os complexos OCNF-CCNF apresentaram valores de potencial  $\zeta$  intermediários (Figura 70g) em relação às CNF isoladas, com excesso de cargas positivas ou negativas dependente da fração mássica OCNF/CCNF. Com a formação dos complexos, o aspecto visual das suspensões foi alterado. As suspensões CCNFs ou OCNFs eram inicialmente translúcidas e, com quando os coloides foram combinados, observou-se a presença de floculados, um indicativo da agregação entre OCNFs e CCNFs. As imagens de topografia de AFM evidenciaram a presença de aglomerados de nanofibrilas com diâmetro de até 50 nm no sistema OCNF-CCNF, como esquematizado na Figura 70d, algo não observado para as CCNFs ou OCNFs isoladas, onde os nanomateriais estavam individualmente distribuídos. Os resultados indicaram a possibilidade de estruturas nanométricas organizadas (fibrilas) a partir da complexação OCNF-CCNF, o que permitirá o desenvolvimento de espumas a base de nanocelulose com alta resistência mecânica e resiliência estrutural em meio aquoso.

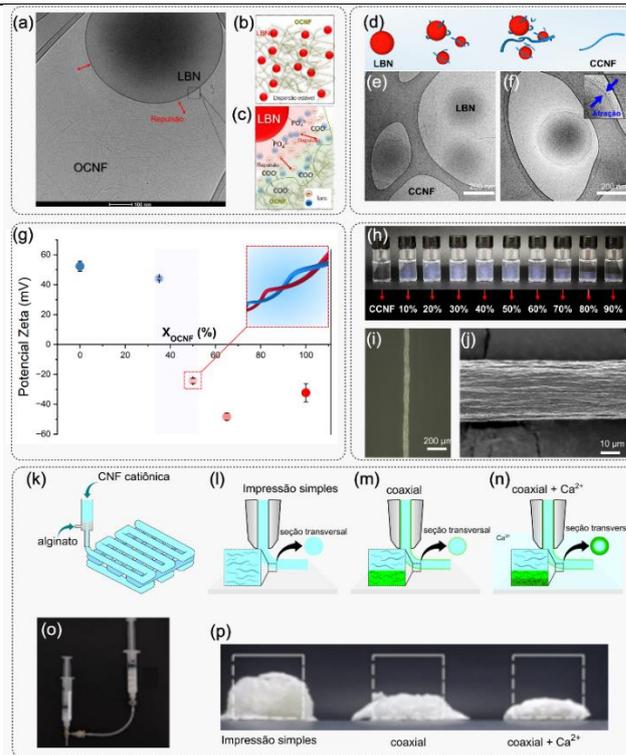


Figura 70 - (a) Imagem de Cryo-TEM da suspensão de OCNF e LBN; (b) ilustração esquemática da dispersão de LBN e OCNF; (c) ilustração do mecanismo de repulsão eletrostática entre LBN e OCNF; (d) ilustração esquemática da interação entre o LBN e as CCNFs; (e,f) imagens de Cryo-TEM do complexo polieletrólítico LBN-CCNFs; (g) potencial  $\zeta$  de dispersões aquosas de CCNFs e OCNFs com fração mássica de OCNF:CCNF variando de 0 a 100% m/m; (h) teste de turbidez das suspensões com diferentes proporções mássicas; Imagens de microscopias (i) óptica e (j) eletrônica de varredura das peças unidimensionais de AlgNa-CCNF; Esquema ilustrativo do (k) processo de preparo de peças tridimensionais por impressão 3D e dos métodos de (l) impressão simples, (m) impressão coaxial e (n) impressão coaxial na presença de íons  $\text{Ca}^{2+}$ ; (o) fotografia do sistema coaxial utilizado para impressão; (p) peças impressas por diferentes métodos (impressão simples, impressão coaxial e impressão coaxial na presença de íons  $\text{Ca}^{2+}$ , respectivamente), congeladas e liofilizadas.

A interação entre AlgNa e CCNF por complexação interfacial foi investigada como uma estratégia inovadora para a obtenção de materiais uni e tridimensionais produzidos por fiação úmida e impressão 3D, respectivamente. O AlgNa apresenta grupos  $-\text{COO}^-$  na superfície que podem se associar às CCNFs por atração eletrostática. A interação entre os complexos polieletrólitos AlgNa-CCNF foi avaliada por medidas de potencial  $\zeta$ , que indicou um decréscimo de +37 mV (apenas CCNF) para -55 mV quando o AlgNa foi adicionado à composição, com um aumento na turbidez da suspensão (Figura 70h). A associação entre os coloides (AlgNa e CCNF) se mostrou eficaz para a produção de filamentos com diâmetro micrométrico (Figura 70i), com o alinhamento das CCNFs no sentido de formação da peça unidimensional (Figura 70j), característica essa que conferiu capacidade de resistir a mais de 1000x ao seu peso. A complexação eletrostática AlgNa-CCNF foi investigada por impressão 3D (Figura 70k) usando diferentes estratégias: impressão simples (Figura 70l), impressão coaxial (Figura 70m) e impressão coaxial (Figura 70n) em banho de íons  $\text{Ca}^{2+}$  para complexação iônica do AlgNa. A complexação eletrostática entre CCNF e alginato nas condições estudadas, apesar de produzir materiais mais estáveis em água, perturba a rede tridimensional de nanofibrilas, comprometendo a geometria das peças impressas. Para trabalhos futuros, uma possível estratégia para contornar esse desafio é modular o comprimento das nanofibrilas. A variação do comprimento dessas nanopartículas pode permitir a

	<p>produção de tintas com propriedades reológicas adequadas para impressão 3D (viscosidade e elasticidade), reduzindo assim o escoamento após a extrusão e o encolhimento durante a secagem.</p> <p>Neste trabalho, duas abordagens de organização de CNF em meio aquoso foram exploradas: (1) estabilização de suspensões coloidais por repulsão eletrostática (sistemas contendo apenas CCNFs, OCNFs, ou combinando OCNFs com LBN); (2) associação entre coloides com cargas opostas. Esses sistemas contendo CNFs organizadas por forças eletrostáticas se mostraram versáteis para prevenir coalescência de partículas coloidais, promover separações de fase e aumentar a resistência de materiais nanoestruturados. Dessa forma, a aplicação de forças eletrostáticas em sistemas com CNFs favorece o processamento e abre possibilidades para o desenvolvimento de materiais verdes para diversas áreas da tecnologia, tais como espumas, adesivos e peças unidimensionais e tridimensionais.</p>
--	--

Programas Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologias Quânticas  
*Supercondutividade*

XXII. Projeto Final e Prototipagens do wavelength shifter – WLS

<b>PROJETO</b>	<b>PROGRAMA DE P&amp;D EM TECNOLOGIAS QUÂNTICAS - SUPERCONDUTIVIDADE</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Programa de P&D em Tecnologias Quânticas - Supercondutividade
<b>META</b>	Projeto Final e Prototipagens do wavelength shifter - WLS
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Desenvolvimento Experimental/Projeto Executivo (FDR)
<b>PRAZO</b>	Abril/23
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	25%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	<p>O desenvolvimento em supercondutividade é uma iniciativa importante e estratégica para o CNPEM, tanto para eventuais demandas dos aceleradores do Sirius, quando para desenvolvimentos de equipamentos para a área de saúde, energia e análise de materiais. Nesse sentido, está sendo desenvolvido pela Diretoria Adjunta de Tecnologia (DAT) do CNPEM um dispositivo de inserção com campo magnético superior a 6 T que atende especificações do Sirius, este dispositivo é chamado de <i>Wavelength Shifter Supercondutor (SWLS)</i> e, além de permitir o desenvolvimento e ganho de conhecimento em supercondutividade, abre-se a possibilidade de se projetar uma linha de luz de alta energia no Sirius. O SWLS considera o reaproveitamento da maior parte de componentes e equipamentos de alto custo do <i>Wiggler Supercondutor (SCW)</i> descomissionado da antiga fonte de luz síncrotron do CNPEM. Esse projeto exige um esforço multidisciplinar de várias áreas da DAT para solucionar os desafios apresentados e conta com a colaboração firmada com o CERN desde 2020 para compartilhar o conhecimento e guiar a equipe no desenvolvimento do projeto. Em 2022, foram finalizadas as entregas dos projetos conceitual e preliminar e atualmente está em andamento a fase de projeto final do dispositivo.</p> <p>Importante ressaltar que os indicadores foram previstos no início de 2021, considerando um prazo mínimo de um ano e meio para a entrega do projeto como um todo. Devido a atrasos do repasse no 37º Termo Aditivo e impactos trazidos pela pandemia, que limitaram a execução de atividades práticas (prototipagem e fabricação de peças), os indicadores foram estendidos. De todo modo, considerando o repasse financeiro, o projeto tem seguido o cronograma estabelecido inicialmente, mas com a data de entrega sendo agosto de 2024.</p>
<b>EVIDÊNCIAS</b>	<p>Esse projeto exige um esforço multidisciplinar de várias áreas do CNPEM. O trabalho conjunto visa solucionar os desafios técnicos envolvidos em cada subsistema do SWLS para viabilizar a operação do dispositivo em condições mecânicas e térmicas extremas exigidas pelo supercondutor e, ao mesmo tempo, satisfazer as exigências de dinâmica do feixe do Sirius.</p> <p>Atualmente na fase de projeto final foi dada continuidade no desenvolvimento de todos os subsistemas do projeto, com destaque para a fabricação das primeiras bobinas de NbTi, na montagem do criostato vertical de testes e de seus subsistemas, incluindo os sistemas de automação e de proteção de quench, que estão servindo como protótipos para os que serão utilizados no SWLS.</p>

## Ilum – Escola de Ciência

## XXIII. Projeto Final, Obras e Teste de Performance do Centro de Vivência

<b>PROJETO</b>	<b>ILUM - ESCOLA DE CIÊNCIA</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Ilum - Escola de Ciência
<b>META</b>	Projeto Final, Obras e Teste de Performance do Centro de Vivência
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Desenvolvimento Experimental/Projeto Executivo (FDR)
<b>PRAZO</b>	Janeiro/23
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	74%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	No processo de contratação do projeto Centro de Vivência, foram contratadas empresas para desenvolvimento dos projetos executivos. A previsão de projetos a serem desenvolvidos foi de 319, destes, até junho de 2023, foram emitidos 236 projetos. Desta forma, chegamos ao status de execução do FDR de 74%.
<b>EVIDÊNCIAS</b>	<p>Durante o processo de desenvolvimento do FDR, observou-se a oportunidade de otimizar o projeto, e consequentemente os custos, realizando-se algumas mudanças e reduções no projeto executivo. Estas alterações foram realizadas e o processo de concorrência da obra foi concluído em 01/06/2023, com a contratação da WME Engenharia para a construção do Centro de Vivência no CNPEM.</p> <p>Devido às mudanças realizadas nos projetos, como mencionado acima, os projetistas precisaram fazer readequações, o que gerou um atraso nas emissões dos projetos previstas inicialmente. Os projetos executivos encontram-se em revisões finais, e sendo liberados para construção pelo time técnico do CNPEM. Exemplos dos projetos arquitetônicos desenvolvidos no FDR, podem ser observados nas figuras abaixo.</p>
	 <p>Figura 71 - Imagem 3D do projeto executivo do Centro de Vivência Ilum (vista do Sirius – parte posterior do prédio).</p>



<b>PROJETO</b>	<b>ILUM - ESCOLA DE CIÊNCIA</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Ilum - Escola de Ciência
<b>META</b>	Projeto Final, Obras e Teste de Performance do Centro de Vivência
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Instalação e/ou Performance do Projeto (TIP)
<b>PRAZO</b>	Janeiro/23
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	2%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	Para a execução do TIP, estavam previstos a mobilização da construtora e execução das atividades preliminares de canteiro de obra, como a instalação dos tapumes para delimitar a área de intervenção da construção e a remoção da camada vegetal do terreno para deixar a área limpa para iniciar as fundações do prédio. A execução destas atividades representou o avanço de execução de 2% do contrato tendo em vista a representação financeira que essas atividades têm no indicador.
<b>EVIDÊNCIAS</b>	<p>O processo de concorrência da execução do Centro de Vivência foi iniciado em agosto de 2022. Foram realizadas etapas de habilitação técnica e de recebimento e julgamento das propostas técnicas e comerciais. Durante este processo, observou-se a oportunidade de otimizar o projeto, e conseqüentemente os custos, realizando-se algumas mudanças e reduções no projeto. Estas alterações foram realizadas e o processo de concorrência da obra foi concluído em 01/06/2023, com a contratação da WME Engenharia para a construção do Centro de Vivência no CNPEM.</p> <p>O status da construção é de avanço inicial, apenas de mobilização das infraestruturas provisórias e equipes para início das atividades. A figura abaixo apresenta o status da obra até junho de 2023.</p>



*Figura 73 - Início das atividades de obra do Centro de Vivência Ilum.*

## Centro de Visitantes e CNPEM Itinerante

## XXIV. Projeto Conceitual do Centro de Visitantes e CNPEM Itinerante

<b>PROJETO</b>	Centro de Visitantes e CNPEM Itinerante
<b>ATIVIDADE</b>	Centro de Visitantes e CNPEM Itinerante
<b>META</b>	Projeto Conceitual do Centro de Visitantes e CNPEM Itinerante
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Projeto Conceitual (CDR)
<b>PRAZO</b>	Mai/2023
<b>TERMO ADITIVO</b>	40º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	100%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	<p>A meta foi cumprida integralmente, uma vez que o projeto conceitual do Centro de Visitantes foi concluído e o projeto do CNPEM itinerante foi executado no final de 2022. Para a elaboração do projeto do Centro de Visitantes foi contratada a empresa alemã Brückner, após o processo de concorrência. A partir da assinatura do contrato foram realizadas reuniões semanais entre a contratada e a Assessoria de Comunicação (ACO) para alinhar o conteúdo, a visão, missão e operação do Centro de Visitantes. A ACO também organizou a imersão presencial da empresa no CNPEM – passo fundamental para comunicar a realidade da instituição, suas principais atividades, assim como expectativas sobre o projeto. O projeto conceitual finalizado foi apresentado aos colaboradores envolvidos no processo de imersão, os quais aprovaram o material, sem ressalvas. O projeto prevê galerias de exposição permanente, espaços dedicados ao público infantil, infraestrutura para exposições temporárias de instituições museológicas do Brasil e do exterior, auditório, cinema, além de área de experimentação com bancadas de laboratórios voltadas a grupos de estudantes e professores, assim como espaços de exposição e convivência externos. O CNPEM Itinerante foi concretizado através da Cápsula da Ciência, um domo geodésico de 95 m<sup>2</sup> que percorreu mais de 9 mil km pelas cinco regiões do Brasil, tendo recebido cerca de 14 mil visitantes. Em sua etapa de concepção, foram definidos o roteiro, a produção do vídeo 360º que era exibido no interior do domo, a definição e o anúncio das localidades de visita, a produção de arte e divulgação. Ao longo da turnê foram realizadas a montagem da estrutura, a apresentação do projeto, a aplicação de grupos focais com alguns dos visitantes e a desmontagem para que a estrutura pudesse seguir para a localidade seguinte. Com a finalização da turnê, foi realizado o processo de avaliação do projeto, desde a análise dos custos até coleta e análise dos dados coletados a partir de um questionário aplicado aos participantes.</p>

O projeto conceitual do Centro de Visitantes está 100% concluído, possibilitando a condução dos próximos passos, que incluem avanços com o projeto arquitetônico e discussões iniciais de possíveis modelos de negócio. A estrutura do Projeto Conceitual contempla os seguintes aspectos: visão, local e prédio e experiência. No capítulo da visão do Centro de Visitantes, há um mapeamento das necessidades que serão atendidas e dos perfis de potenciais visitantes, assim como estratégias de abordagem do conteúdo para esses diferentes perfis de público, assim como desenhos de diferentes experiências para os diversos grupos de visitantes.

**EVIDÊNCIAS**

**WHO ARE OUR VISITORS?**

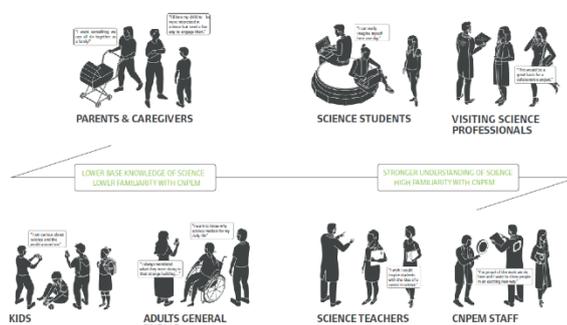


Figura 74 - Perfil dos visitantes potenciais

**EXPERIENCE CRITERIA**



Figura 75 - Estrutura de apresentação do conteúdo

**EXPERIENCE CRITERIA**

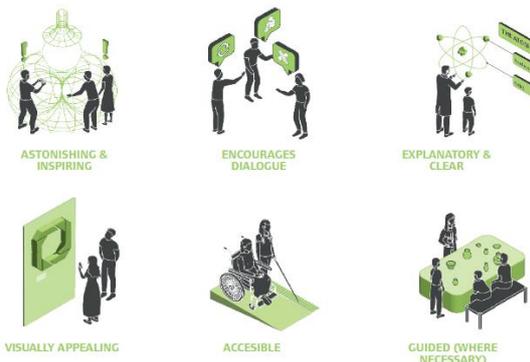


Figura 76 - Apresentação do conteúdo nas exposições

O capítulo sobre o briefing do projeto arquitetônico inclui a estimativa da quantidade de visitantes diários no Centro de Visitantes, o levantamento de necessidades de uso de cada espaço projetado para o prédio, um detalhamento físico dos espaços e possíveis jornadas de diferentes perfis de público.

**BUILDING VISION**

ARRIVAL & CIRCULATION	ARRIVAL HUB/FOYER	EXPERIENCE ELEVATOR	AUDITORIUM BREAKOUT	CIRCULATION
EXHIBITION SPACES	CNPEM GALLERY	MAIN GALLERY	TEMPORARY GALLERY	KIDS GALLERY
PROGRAMMING & EVENTS	LEARNING HUB	LEARNING LAB	AUDITORIUM	DOME CINEMA
PUBLIC FACILITIES	CAFE	SHOP	CLOAKROOM	W/C
BACK OF HOUSE	STAFF OFFICES	WORKSHOP	STORAGE	KITCHEN
EXTERIOR AREAS	CAFE TERRACE	MAIN GARDEN	EVENTS TERRACE	PARKING

Figura 77 - Detalhamento físico dos espaços

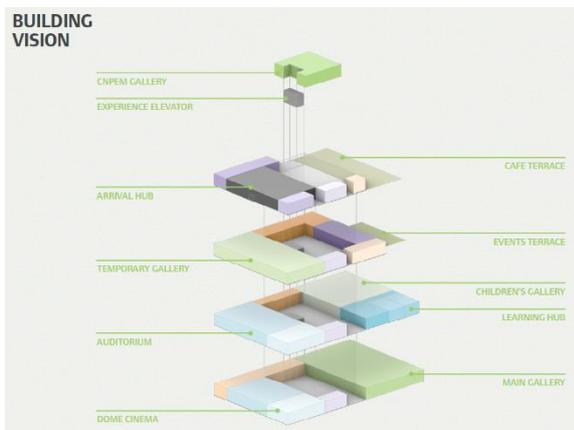
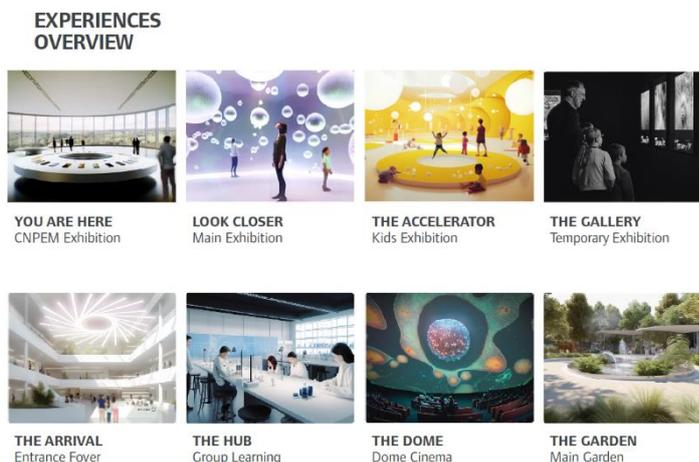


Figura 78 - Detalhamento do prédio

No capítulo sobre a experiência do visitante, há um detalhamento de duas exposições principais, uma exposição infantil e o hub para aprendizagem em grupo onde há laboratórios para a comunidade escolar (estudantes e professores) conduzirem atividades científicas práticas. Além disso, conta com o descritivo do cinema em forma de domo, da galeria de exposição temporária, do foyer e do jardim.



*Figura 79 - Experiências dos visitantes*

O projeto CNPEM Itinerante foi concretizado através da Cápsula da Ciência, uma turnê de um domo geodésico de 95 m<sup>2</sup> que proporcionou uma experiência digital imersiva ao público visitante. Por meio de um vídeo 360 graus, foi possível conhecer os laboratórios do CNPEM e as investigações que perseguem grandes perguntas científicas em busca de soluções para problemas que desafiam a sociedade. A Cápsula da Ciência iniciou seu percurso na cidade de Gaspar (SC), passando pela Semana de Ciência e Tecnologia de Campinas (SP), depois seguiu para Guarapari (ES), Lagarto (SE), Quixeramobim (CE), Semana de Nacional de Ciência e Tecnologia de Brasília (DF) e finalizou sua rota em Manaus (AM), percorrendo mais de 9 mil km. A Cápsula de Ciência recebeu a visita de aproximadamente 14 mil crianças e adultos das cinco regiões do Brasil. Desses visitantes, 6.808 responderam a pesquisa qualitativa aplicada durante a visita ao domo. Essa pesquisa verificou que 64% dos visitantes nunca tinham ouvido falar do CNPEM, comprovando a necessidade do projeto que dissemina a importância da CT&I. Além disso, com relação as sensações experimentadas durante a visita do domo, 70% classificaram com nota narrando emoções de satisfação, alegria, orgulho e inspiração sobre a ciência realizada no CNPEM.



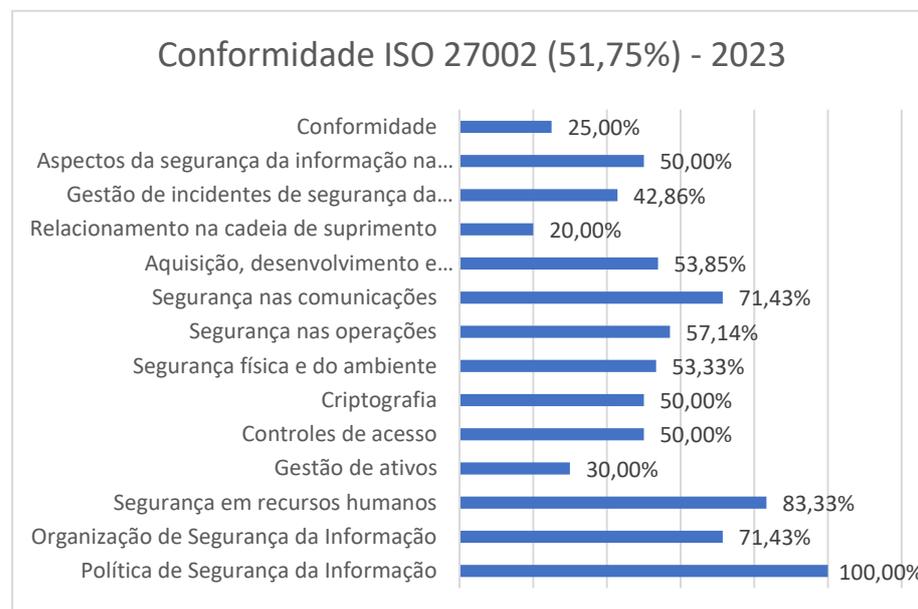
*Figura 80 - Visitantes na Cápsula da Ciência*

## Tecnologias da Informação e Comunicação

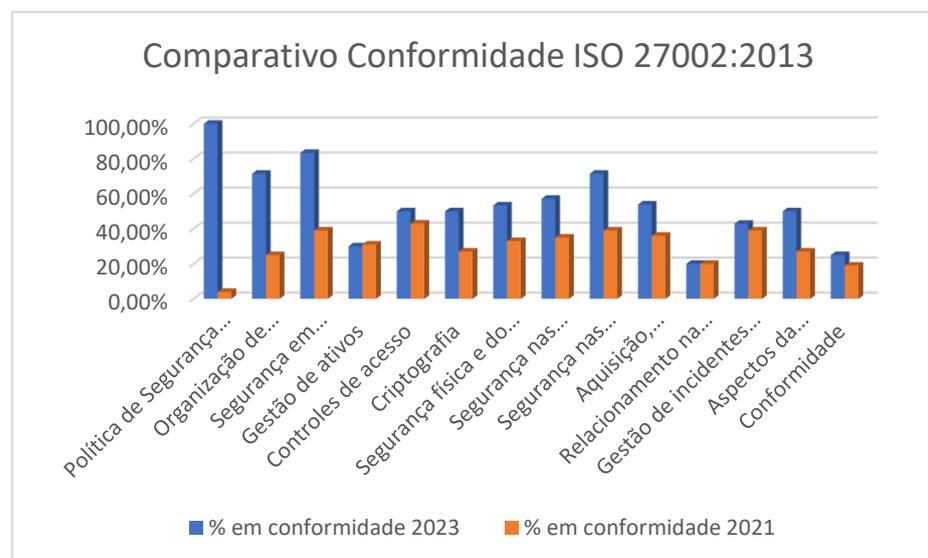
## XXV. Realização do Assessment de Segurança da Informação

<b>PROJETO</b>	Tecnologias da Informação e Comunicação
<b>ATIVIDADE</b>	Assessment de Segurança da informação
<b>META</b>	Realização do Assessment de Segurança da Informação
<b>INDICADOR</b>	Relatório de avaliação da segurança de informação com lista de ações sugeridas
<b>PRAZO</b>	Abril /2023
<b>TERMO ADITIVO</b>	41º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	100%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	<p>A realização do <i>assessment</i> de segurança tem por objetivo identificar e entender se as ações executadas pela instituição estão de acordo com as orientações e diretrizes de segurança estabelecidas pelos <i>frameworks</i> de segurança e para avaliar se as diretrizes de segurança da informação estabelecidas pela instituição estão sendo atendidas. Este mesmo <i>assessment</i> foi realizado durante um ano de 2021 por uma consultoria independente contratada para esta finalidade. O <i>assessment</i> realizado neste ano, tem por objetivo também a avaliação da evolução das ações de segurança da informação em relação ao identificado no ano de 2021.</p> <p>Foi constatada uma evolução de 21% entre os anos de 2021 e 2023, demonstrando que as ações de organização da segurança da informação, o estabelecimento de políticas e normativos que orientam colaboradores, processos e tecnologias a atenderem as diretrizes estabelecidas pela instituição, influenciam diretamente no aumento de maturidade do CNPEM nos temas relacionados à Segurança da Informação e Cyber Segurança.</p> <p>O indicador pactuado tinha como prazo abril de 2023, contudo a condução das atividades dependia da contratação do Gestor de Segurança da Informação. O profissional foi admitido no início de maio e imediatamente iniciou as atividades de <i>assessment</i>, que foram totalmente concluídas em junho.</p>
<b>EVIDÊNCIAS</b>	<p>Como parte da metodologia de execução do <i>assessment</i>, foram conduzidas entrevistas com os colaboradores responsáveis pela gestão dos serviços de tecnologia e segurança da informação do CNPEM. Durante as entrevistas realizadas, foram respondidos os 114 controles baseado nos 14 domínios da norma ABNT/NBR ISO 27002:2013.</p> <p>Com base nos resultados obtidos com o <i>assessment</i> realizado em 2021, o CNPEM iniciou diversas frentes de trabalho no intuito estabelecer um plano de ação com atividades relacionadas à segurança da informação. E, baseado nos resultados identificados no <i>assessment</i> realizado durante os meses de Maio e Junho de 2023,</p>

foi possível identificar que houve evolução na conformidade de atendimento aos controles de segurança estabelecido pela norma.



O gráfico abaixo apresenta o comparativo entre os resultados obtidos em 2021 e 2023 em cada um dos domínios da norma.



#### A.5 Política de Segurança da Informação

**Conformidade:**  
100% ↑

Foi verificado que a Política de Segurança da Informação foi elaborada e publicada, e que os processo de revisão já está em andamento. Práticas de divulgação da Política ocorrem em situações específicas.

#### A.6 Organização de Segurança da Informação

**Conformidade:**  
71,43% ↑

<p>O CNPEM possui a área de Segurança da Informação e a de Cyber Segurança estabelecidas em sua estrutura organizacional, identificando os responsáveis pelas áreas e por suas atividades. Não foram identificados os processos e procedimentos que orientem sobre a utilização de dispositivos moveis de propriedade dos colaboradores na rede da instituição.</p>	
<b>A.7 Segurança em recursos humanos</b>	<b>Conformidade:</b> 83,33% ↑
<p>O CNPEM conduz o processo de contratação incluindo o tema segurança da informação tanto nos documentos de contratação quanto no processo de integração. Os termos de confidencialidade e segurança da informação, assim como os termos de uso de equipamentos de tecnologia são assinados no ato de contratação. Alguns ajustes processuais ainda precisam ser realizados para atendimento completo do domínio.</p>	
<b>A.8 Gestão de ativos</b>	<b>Conformidade:</b> 30,00% ▬
<p>A Gestão de Ativos está sendo realizada no sentido de controlar e gerir os ativos. No entanto, a classificação da informação contida nesses ativos ainda precisa ser estabelecida e regulamentada.</p>	
<b>A.9 Controles de acesso</b>	<b>Conformidade:</b> 50,00% ↑
<p>O controle de acesso é realizado de maneira a controlar o acesso aos sistemas e infraestrutura. Não foram identificados os processos e procedimentos relacionados a liberação dos acessos que regulam as regras de acesso, as solicitações e os registros de acessos dos usuários.</p>	
<b>A.10 Criptografia</b>	<b>Conformidade:</b> 50,00% ↑
<p>Apesar de não existir uma política que regule e controle o uso de recursos criptográficos, as chaves criptográficas utilizadas em sistemas (https) são registradas e controladas pela equipe de infraestrutura, redes e cibersegurança.</p>	
<b>A.11 Segurança física e do ambiente</b>	<b>Conformidade:</b> 53,33% ↑
<p>As áreas físicas que contém equipamentos de processamento ou armazenamento de dados precisam ser protegidas e identificadas, quando for o caso. Os acessos físicos já são controlados por meio de dispositivos de controle de acesso as áreas de armazenamento ou processamento de dados. O transporte e remoção de equipamentos necessita de regulamentação através de processos e procedimentos.</p>	
<b>A.12 Segurança nas operações</b>	<b>Conformidade:</b> 57,14% ↑
<p>O CNPEM possui capacidade de controlar os recursos de infraestrutura utilizados na operação de tecnologia. Registros, cópias de segurança, proteção de endpoints</p>	

e gestão de vulnerabilidades. Contudo, os requisitos relacionados a documentação de procedimento de operação, gestão de mudanças e auditorias ainda precisam ser estabelecidos e documentados.	
<b>A.13 Segurança nas comunicações</b>	<b>Conformidade:</b> 71, 43% 
O CNPEM atende os requisitos de gerenciamento de segurança em sua rede de dados. Não foram identificadas políticas de transferência de informação entre instituições e os acordos de confidencialidade e segurança para essas políticas.	
<b>A.14 Aquisição, desenvolvimento e manutenção de sistemas</b>	<b>Conformidade:</b> 53,85% 
Foi verificado que os requisitos de segurança dos sistemas de informação são atendidos pela instituição, com o objetivo de proteger a infraestrutura de sistemas e transações. No entanto, não foi identificado o estabelecimento de um processo de desenvolvimento seguro, contento as orientações e diretrizes de segurança exigidas pela instituição para os sistemas desenvolvidos tanto internamente quanto para sistemas desenvolvidos por empresas contratadas.	
<b>A.15 Relacionamento na cadeia de suprimento</b>	<b>Conformidade:</b> 20,00% 
Não existe publicado pela instituição uma política que oriente sobre os requisitos de segurança a serem aplicados nos contratos com fornecedores de produtos e serviços.	
<b>A.16 Gestão de incidentes de segurança da informação</b>	<b>Conformidade:</b> 42,86% 
Apesar de possuir capacidade técnica e operacional para responder a incidentes de segurança, a instituição não possui um documento que estabelece o procedimento, cadeia de contato e comando, orientações de registro e recuperação de desastres relacionados a incidentes de segurança da informação.	
<b>A.17 Aspectos da segurança da informação na gestão da continuidade do negócio</b>	<b>Conformidade:</b> 50,00% 
O CNPEM demonstra a preocupação com alguns aspectos da continuidade de negócios em operações e infraestruturas críticas. No entanto, a falta de orientação, documentação, planos e procedimentos impede o correto atendimento a continuidade das operações.	
<b>A.18 Conformidade</b>	<b>Conformidade:</b> 25,00% 
Não foram identificados processo ou procedimentos que orientam a instituição sobre as obrigações legais no atendimento a determinadas legislações. Apenas com relação a proteção e privacidade de dados pessoais foi possível verificar a existência de um processo formalizado para atendimento a Lei Geral de Proteção	

	<p>de Dados Pessoais (LGPD). Não foi identificado também a existência de processo ou procedimento para análise crítica dos processos de segurança da informação.</p> <p>Tendo em vista a periodicidade da realização do assessment de segurança da informação, auditorias específicas sobre os temas de segurança também deverão ser executadas a fim de complementar a identificação de necessidades de melhorias tanto na infraestrutura tecnológica quanto no ambiente organizacional, sempre com o objetivo de ajustar os processos e tecnologias e aumentar a segurança das informações do CNPEM.</p>
--	--

## SISNANO

## XXVI. Adequação de Infraestrutura laboratorial

<b>PROJETO</b>	<b>SISNANO</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Equipamentos e Infraestrutura Científica
<b>META</b>	Adequação de Infraestrutura laboratorial
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Instalação ou Parâmetros de Performance do Projeto (TIP)
<b>PRAZO</b>	Abril/2023
<b>TERMO ADITIVO</b>	38º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	0%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	<p>O recurso do SisNANO será destinado para instalação de linhas de gases, capelas, bancadas e armários para adequação de infraestrutura de pesquisa para a instalação do equipamento ICP-OES (análise elementar quantitativa em amostras inorgânicas, orgânicas e biológicas) e do equipamento Fitotron (experimentos com sensores e toxicidade em plantas e microorganismos) junto ao laboratório Nano Ambiental e Nanotoxicologia do LNNano. Estes equipamentos estão sem as condições adequadas para acomodação no LNNano, no momento, e serão instalados apenas após a liberação do espaço no Prédio Vermelho. O Prédio Vermelho é um espaço compartilhado entre o LNNano e a Unidade de Tecnologia do CNPEM, que será cedido inteiramente para o LNNano. No entanto, a Unidade de Tecnologia ainda não desocupou o espaço e é um ambiente que precisa de uma grande reforma, que ainda não foi iniciada, para que o LNNano possa transferir algumas instalações para o prédio. Por estas razões, as atividades para o atingimento da meta ainda não foram iniciadas.</p>
<b>EVIDÊNCIAS</b>	Não há evidências a serem apresentadas, uma vez que a adequação da infraestrutura laboratorial depende da liberação do Prédio Vermelho.

## XXVII. Aquisição de equipamentos laboratoriais

<b>PROJETO</b>	<b>SISNANO</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Equipamentos e Infraestrutura Científica
<b>META</b>	Aquisição de equipamentos laboratoriais
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Instalação ou Parâmetros de Performance do Projeto (TIP)
<b>PRAZO</b>	Abril/2023
<b>TERMO ADITIVO</b>	38º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	80%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	Para o cumprimento da meta “Aquisição de equipamentos laboratoriais” foi prevista a aquisição de uma Câmara Climática para Crescimento De Plantas (Modelo Te-4002/3 Tecnal) e Potenciostatos Palmsens4 (Código Ps4f210). Os Potenciostatos Palmsens4 Galvanostato já foram adquiridos e estão em uso, com referência (i) VR.REF.NF/SERIE 000001515/NC1ITEM 0001 DESC:POTENCIOSTATO GA e (ii) VR.REF.NF/SERIE 000008502/2ITEM 0001 DESC:POTENCIOSTATO GALV. Já para a Câmara Climática para Crescimento De Plantas (Modelo Te-4002/3 Tecnal) foi aberta uma Solicitação de Compras e a aquisição do equipamento ainda está em processo na área de suprimentos do CNPEM.
<b>EVIDÊNCIAS</b>	O Potenciostato Palmsens4 Galvanostato é utilizado para medidas eletroquímicas para desenvolvimento de sensores portáteis, próprio para laboratório de pesquisa, a serem utilizados em pesquisas nas áreas de meio ambiente e diagnóstico.



Figura 81 - Potenciostato Palmsens4 Galvanostato

E foi aberta a solicitação de compras #542050 da câmara climática, para crescimento de plantas (modelo TE-4002/3 tecnal).

Processo: 304790 - Solicitação de Compra Nacional: 542050

Solicitante			
Dados Gerais			
SC:	542050	Copiar SC (Id Flux):	<input type="text"/>
Objeto:	CAMARA DE CRESCIMENTO DE PLANTAS E SISTEMA DE OSMOSE		
Palavra Chave:	FITOTRON		
Aplicação:	CAMARA UTILIZADA PARA CRESCIMENTO DE PLANTAS PARA TESTES TOXICOLOGICOS		
Item SC R\$:	185.995,00	Despesa Acessória R\$:	0,00
Emissão:	06/06/2023	Qtde Itens:	1
		Total R\$:	185.995,00
		Entrega Desejada:	04/07/2023
Justificativa:	CAMARA UTILIZADA PARA CRESCIMENTO DE PLANTAS PARA TESTES TOXICOLOGICOS		

Figura 82 - Solicitação de Compra da Câmara Climática

## XXVIII. Aquisição de infraestrutura computacional

<b>PROJETO</b>	<b>SISNANO</b>
<b>ATIVIDADE</b>	Equipamentos e Infraestrutura Científica
<b>META</b>	Aquisição de infraestrutura computacional
<b>INDICADOR</b>	Relatório de Instalação ou Parâmetros de Performance do Projeto (TIP)
<b>PRAZO</b>	Abril/2023
<b>TERMO ADITIVO</b>	38º Termo Aditivo
<b>STATUS DA EXECUÇÃO</b>	20%
<b>JUSTIFICATIVA</b>	<p>A meta “Aquisição de infraestrutura computacional” engloba duas frentes: a atualização da infraestrutura computacional dos laboratórios que serão instalados no Prédio Vermelho e a aquisição de um computador PRECISION 5820 para o Microtomógrafo de Raio-X. O processo de compra do computador para o MicroCT foi iniciado e já está tramitando no sistema de compras do setor de suprimentos do CNPEM. Quanto à atualização da infraestrutura computacional dos laboratórios que serão instalados no Prédio Vermelho está pendente da reforma do Prédio, que é uma área do CNPEM dividida entre o LNNano e sua Unidade de Tecnologia, que será desocupada e cedida inteiramente ao LNNano. O espaço será melhorado e reparado para completa utilização do laboratório e algumas de suas instalações. Para que esta mudança seja feita, é preciso realizar uma obra na estrutura do prédio, que ainda não foi iniciada e que aguarda recursos da instituição. Assim, os recursos SisNANO estão reservados e toda a compra de equipamentos computacionais será realizada após todo o processo de reforma do novo prédio.</p>
<b>EVIDÊNCIAS</b>	<p>O Computador de alto desempenho PRECISION 5820 para o Microtomógrafo de Raio-X foi adquirido para ser utilizado em conjunto com o equipamento de microtomografia de raio-X. Esse microtomógrafo atende tanto usuários internos quanto externos, participando assim das instalações abertas do CNPEM. Equipamentos desse porte requerem computadores atualizados, com arquiteturas específicas e personalizadas, que otimizem o tempo de uso e evitem dificuldades causadas pela limitação do computador que se conecta a eles. Nesse caso, a fabricante foi consultada antecipadamente para indicar a configuração adequada, que atendesse às necessidades dos usuários e à comunicação eficiente com o equipamento. Além disso, essa aquisição se fez necessária devido às novas atualizações de software fornecidas pela fabricante e à crescente demanda pelo processamento de cálculos e imagens de alta qualidade, envolvendo uma grande quantidade de dados, que não estavam sendo alcançadas com o sistema anterior. A fabricante também ressaltou a importância</p>

de um processador robusto, compatível com a placa gráfica, assim como de um HD e SSD capazes de lidar eficientemente com o acesso e armazenamento do grande volume de dados. A seguir, a solicitação de compra do computador aberta no sistema de compras do Centro.

Processo: 305914 - Solicitação de Compra Nacional: 542100

**Solicitante**

**Dados Gerais**

SC:	542100	Copiar SC (d Fluig):	<input type="text"/>	<input type="button" value="Q"/>
Objeto:	ESTACAO DE TRABALHO, MODELO PRECISION TOWER 5820, DELL			
Palavra Chave:	PRECISION 5820			
Aplicação:	WORKSTATION PARA UTILIZACAO DO MICROTOMOGRAFO DE RAO-X			
Item SC R\$:	46.586,41	Despesa Acessória R\$:	0,00	Total R\$: 46.586,41
Emissão:	19/08/2023	Qtda Itens:	6	Entrega Desejada*: 15/08/2023
Justificativa:	AQUISICAO DA WORKSTATION PARA UTILIZACAO DO MICROTOMOGRAFO DE RAO-X.			

*Figura 83 – Solicitação de Compra do PRECISION 5820*

Ata de Aprovação dos Indicadores  
08 de agosto de 2023

Data: 08/08/2023

Horário: das 09h00 às 12h00

Local: Sala do Conselho – prédio Sirius

Participante:	Cargo:	Assinatura:
Antonio José Roque da Silva	Diretor-Geral do CNPEM	
Adalberto Fazzio	Diretor da Ilum	
Eduardo do Couto e Silva	Diretor do LNBR	
Harry Westfahl Junior	Diretor do LNLS	
Maria Augusta Borges Coursino de Freitas Arruda	Diretora do LNBio	
Rodrigo Barbosa Capaz	Diretor do LNNano	
James Francisco Citadini	Diretor Adjunto de Tecnologia	

**Pauta:**

- Reunião do Comitê de Programas do CNPEM (C-Prog) e deliberação dos indicadores de projetos estruturantes e programas de P&D relativos ao primeiro semestre de 2023.

Tema:	Discussão/deliberação:	Ação:	Responsável/ Prazo:
<b>Deliberação dos indicadores de projetos estruturantes e programas de P&amp;D com prazo de execução referentes ao 1º semestre de 2023</b>	A Gerente da Assessoria de Avaliação e Planejamento (APA), Giovanna Guimarães Gielfi, apresentou a relação de 28 indicadores de projetos estruturantes e de programas de P&D, contratados por meio do 37º, 38º e 41º Termos Aditivos do Contrato de Gestão, com prazos de execução até o mês de junho de 2023. Os prazos dos indicadores contratados pelo 37º Termo Aditivo foram repactuados no 40º Termo Aditivo. Dos 28 indicadores apresentados, 9 deles tiveram sua meta 100% concluída no prazo previsto, 4 não tiveram andamento no período, e os demais executaram parte da meta estipulada. As respectivas evidências da execução física dos indicadores foram discutidas e foi deliberada a aprovação dos indicadores apresentados pelo Comitê de Programas Comitê de Programas do CNPEM (C-Prog).	N/A	N/A

## PROTOCOLO DE ASSINATURA(S)

O documento acima foi proposto para assinatura digital na plataforma Portal Vertsign. Para verificar as assinaturas clique no link: <https://vertsign.portaldeassinaturas.com.br/Verificar/5E20-1B79-8BCB-EDEB> ou vá até o site <https://vertsign.portaldeassinaturas.com.br:443> e utilize o código abaixo para verificar se este documento é válido.

Código para verificação: 5E20-1B79-8BCB-EDEB



### Hash do Documento

930C619625E6A2DA7F5DB0FD6B568F4B29B4E0B71624D8725ACFDAB0D6C08F9B

O(s) nome(s) indicado(s) para assinatura, bem como seu(s) status em 15/08/2023 é(são) :

Eduardo do Couto e Silva - \*\*\*.322.801-\*\* em 15/08/2023 14:07 UTC-03:00

**Tipo:** Assinatura Eletrônica

**Identificação:** Por email: eduardo.couto@cnpem.br

### Evidências

**Client Timestamp** Tue Aug 15 2023 14:07:11 GMT-0300 (Horário Padrão de Brasília)

**Geolocation** Location not shared by user.

**IP** 189.6.100.181

**Assinatura:**



**Hash Evidências:**

6A756B0ED292B6299BFA62A289CFB13B1FFBAD1FCE6346A662232B3B4D7C39FD

James Francisco Citadini - \*\*\*.430.568-\*\* em 15/08/2023 10:59 UTC-03:00

**Tipo:** Assinatura Eletrônica

**Identificação:** Autenticação de conta

**Evidências**

**Client Timestamp** Tue Aug 15 2023 10:59:19 GMT-0300 (Brasilia Standard Time)

**Geolocation** Latitude: -22.80786228086456 Longitude: -47.0512011946831 Accuracy: 35

**IP** 186.249.222.1

**Assinatura:**



**Hash Evidências:**

3FCD1B09C1974276EDB74555ACF88962E3032A38C4FB227AD2E9F98FCBFD5A4D

Adalberto Fazzio - \*\*\*.449.371-\*\* em 15/08/2023 09:18 UTC-03:00

**Tipo:** Assinatura Eletrônica

**Identificação:** Por email: adalberto.fazzio@ilum.cnpem.br

## Evidências

**Client Timestamp** Tue Aug 15 2023 09:18:22 GMT-0300 (-03)

**Geolocation** Location not available.

**IP** 200.133.253.113

**Assinatura:**

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized name or set of initials.

## Hash Evidências:

65CA48D67F4E6A00D47716939D4064E5426B119565A9258ECC5B8E016FBC07EA

Harry Westfahl Júnior - \*\*\*.016.809-\*\* em 14/08/2023 14:54 UTC-03:00

**Tipo:** Assinatura Eletrônica

**Identificação:** Por email: westfahl@Inls.br

## Evidências

**Client Timestamp** Mon Aug 14 2023 14:53:41 GMT-0300 (-03)

**Geolocation** Latitude: -22.808030646657507 Longitude: -47.051180162768404 Accuracy: 35

**IP** 186.249.222.1

**Assinatura:**

A handwritten signature in black ink, appearing to be the name Harry Westfahl Júnior.

## Hash Evidências:

5F78E0EE86A444ADB1562FDDD3B65B3521315C6F068A68D7F33168AC4532F483

Maria Augusta Borges Cursino de Freitas Arruda - \*\*\*.139.687-\*\* em 14/08/2023 13:03 UTC-03:00

**Tipo:** Assinatura Eletrônica

**Identificação:** Por email: maria.arruda@lnbio.cnpem.br

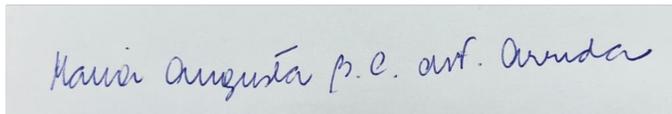
### Evidências

**Client Timestamp** Mon Aug 14 2023 13:03:32 GMT-0300 (Brasilia Standard Time)

**Geolocation** Location not shared by user.

**IP** 186.249.222.1

**Assinatura:**

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink. The signature reads "Maria Augusta B.C. de Freitas Arruda".

### Hash Evidências:

0479684F00765B579658E5ED054A671BDC801D1BAE72810DED86FD540D14F323

rodrigo Barbosa Capaz - \*\*\*.647.477-\*\* em 14/08/2023 12:25 UTC-03:00

**Tipo:** Assinatura Eletrônica

**Identificação:** Por email: rodrigo.capaz@lnnano.cnpem.br

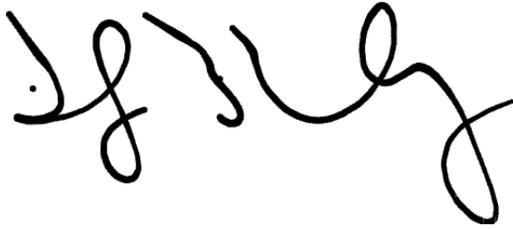
### Evidências

**Client Timestamp** Mon Aug 14 2023 12:25:22 GMT-0300 (Horário Padrão de Brasília)

**Geolocation** Latitude: -22.9138327 Longitude: -43.1667685 Accuracy: 16.916000366210938

**IP** 189.40.83.16

**Assinatura:**



**Hash Evidências:**

ACBA4939A44598A4CB74A7F07BECE99483608F514E5171C7234A5D88B7533779

Antonio Jose Roque Da Silva - \*\*\*.784.998-\*\* em 14/08/2023 11:39 UTC-03:00

**Tipo:** Assinatura Eletrônica

**Identificação:** Autenticação de conta

**Evidências**

**Client Timestamp** Mon Aug 14 2023 11:39:13 GMT-0300 (-03)

**Geolocation** Latitude: -22.807605472349344 Longitude: -47.05127174194742 Accuracy: 35

**IP** 186.249.222.1

**Assinatura:**



**Hash Evidências:**

52E76898487652485E6A6D21B0C786D28602C24A00D8769D0BDBA6764C18F88D



**CENTRO NACIONAL  
DE PESQUISA EM  
ENERGIA E MATERIAIS**

---

