Comissão Nacional de Energia Nuclear

Projeto CENTENA
Seminário de Resultados 2026

Clédola Cássia O. de Tello
Rogério Pimenta Mourão
CDTN/CNEN

CDTN
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR

cnen
Comissão Nacional de Energia Nuclear

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

GOVERNO DO BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Projeto CENTENA



- O Projeto CENTENA tem como objetivo projetar, construir, licenciar e colocar em operação o Centro Tecnológico Nuclear e Ambiental para a deposição dos rejeitos de baixo e médio níveis de radiação (2.1), provenientes do uso da energia nuclear no Brasil, bem como para atividades de PD&I na área de Rejeitos Radioativos.

Local preferencial – Cessão do terreno

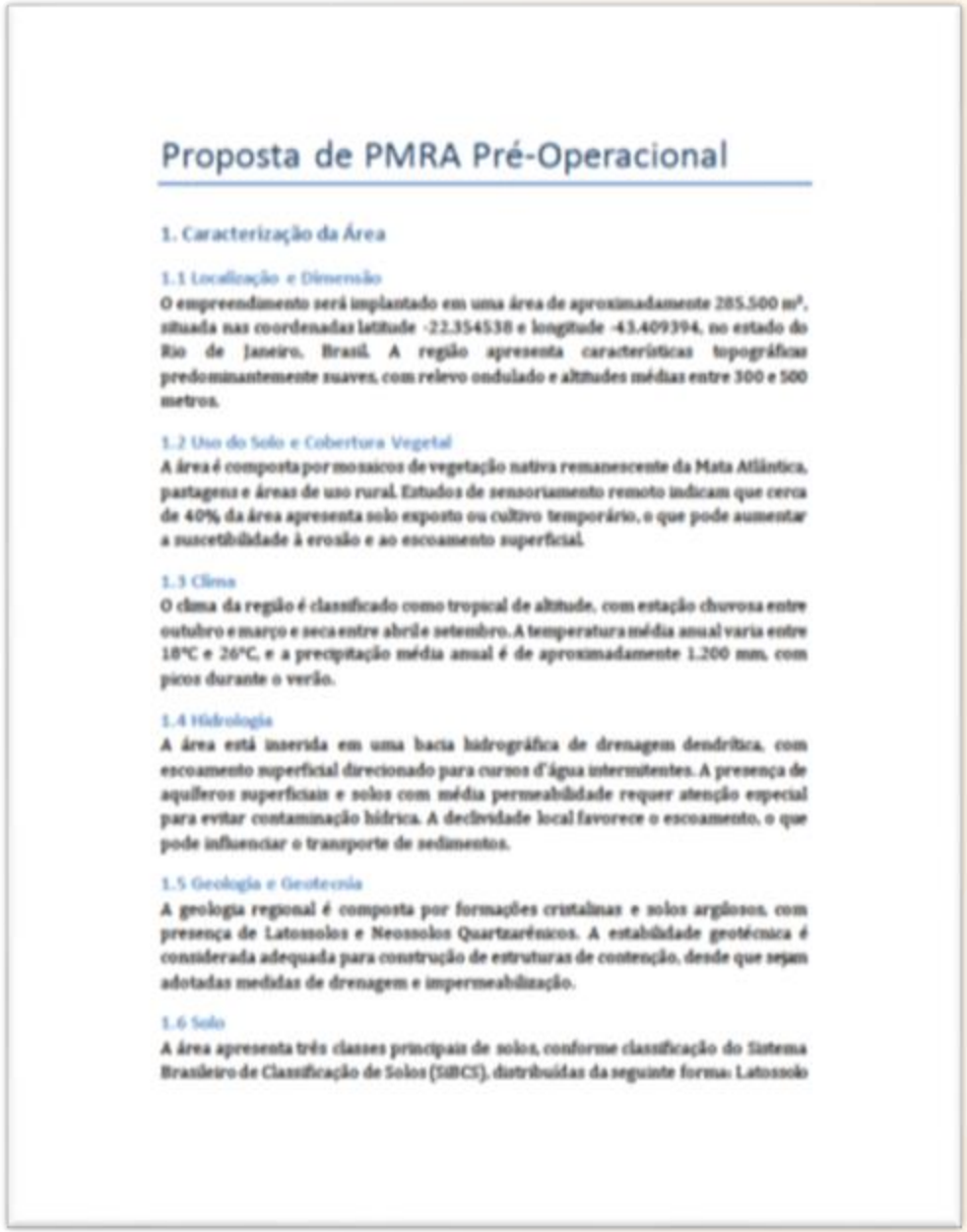
Desmembramento do terreno

- Averbação de desmembramento em cartório em 17/04/26 e exame em 06/05/26:
  - exigências:
    - realizar georreferenciamento certificado pelo INCRA;
    - apresentar CCIR (Certificado de Cadastro de Imóvel Rural), ITR (Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural) e CAR (Cadastro Ambiental Rural);
    - esclarecer quanto à alteração do nome do proprietário.
- Ofício do cartório solicitando o envio da Certidão de Ônus atualizada para prosseguimento da análise.

  (Ofício 292/2026 de 10/07/26)

Licenciamento Ambiental

- Diagnóstico geofísico do local:
  - Contratação aprovada pela PF/CNEN em fase final de instrução do pregão.
- Planejamento e contratação dos Estudos Ambientais:
  - Processo de contratação aprovado pela PF/CNEN, em fase final de instrução da concorrência.
- Realização das coletas de água no local e dos dados da torre meteorológica:
  - Trabalhos de campo realizados em 04/26, 07/26, 09/26 e 10/26.
- Levantamento topográfico realizado em 10/09/26



Proposta de PMRA Pré-Operacional

1. Caracterização da Área

1.1 Localização e Dimensão

O empreendimento será implantado em uma área de aproximadamente 285.500 m², situada nas coordenadas latitude -22.354538 e longitude -43.409394, no estado do Rio de Janeiro, Brasil. A região apresenta características topográficas predominantemente suaves, com relevo ondulado e altitudes médias entre 300 e 500 metros.

1.2 Uso do Solo e Cobertura Vegetal

A área é composta por mosaicos de vegetação nativa remanescente da Mata Atlântica, pastagens e áreas de uso rural. Estudos de sensoriamento remoto indicam que cerca de 40% da área apresenta solo exposto ou cultivo temporário, o que pode aumentar a suscetibilidade à erosão e ao escoamento superficial.

1.3 Clima

O clima da região é classificado como tropical de altitude, com estação chuvosa entre outubro e março e seca entre abril e setembro. A temperatura média anual varia entre 18°C e 26°C, e a precipitação média anual é de aproximadamente 1.200 mm, com picos durante o verão.

1.4 Hidrologia

A área está inserida em uma bacia hidrográfica de drenagem dendrítica, com escoamento superficial direcionado para cursos d'água intermitentes. A presença de aquíferos superficiais e solos com média permeabilidade requer atenção especial para evitar contaminação hídrica. A declividade local favorece o escoamento, o que pode influenciar o transporte de sedimentos.

1.5 Geologia e Geotecnia

A geologia regional é composta por formações cristalinas e solos argilosos, com presença de Latossolos e Neossolos Quartzarênicos. A estabilidade geotécnica é considerada adequada para construção de estruturas de contenção, desde que sejam adotadas medidas de drenagem e impermeabilização.

1.6 Solo

A área apresenta três classes principais de solos, conforme classificação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), distribuídas da seguinte forma: Latossolo

Licenciamento Nuclear

- Proposta preliminar do PMRA pré-operacional: iniciar o planejamento da contratação
- Compatibilização dos requisitos do TR IBAMA com resolução ANSN n.15/2026
- Levantamento radiométrico do local no T0, realizado em 10/09/26
- 01 Bolsista PCI selecionado para apoiar a elaboração do PMRA pré-operacional
- Seleção de 01 bolsista PCI para apoiar a elaboração do Relatório de Local

Relacionamento com as Partes Interessadas – Visibilidade

Reuniões



Acompanhamentos TCU

15/10

Apresentação do status das atividades do Projeto;

Respostas aos ofícios de acompanhamento do Acórdão 898/24.



ETN

28/01, 29/06 e 11/09

Acordo de Cooperação em estágio final de negociação, para a utilização do Fundo de Descomissionamento para a construção do CENTENA.

Reuniões - Cooperação internacional

Parcerias estratégicas

CHINA

CNNC

China National Nuclear Corporation

- Prospecção para revisão do projeto conceitual
- Possibilidade de atuação nas demais etapas do projeto

FINLÂNDIA

Posiva

Expertise em deposição de rejeitos radioativos

- Rejeitos de alta atividade
- Rejeitos de baixo e médio nível
- Interações de cooperação futura

ESLOVÁQUIA

Javys

Intenção de cooperação técnica

- Desenvolvimento de contêineres para rejeitos
- Troca de conhecimento para o acondicionamento dos embalados

Visita CNNC – CDTN/CENTENA

- No dia 16 de março, a delegação da China National Nuclear Corporation (CNNC) e duas de suas subsidiárias, a CNOS e a CEPC, visitaram as instalações do CDTN/CNEN;

- As discussões reforçaram o potencial da colaboração internacional para acelerar soluções no gerenciamento seguro de rejeitos radioativos no Brasil e na implantação do CENTENA.



Fonte: Deivid Oliveira/CDTN

Missão Técnica à China

- Data da missão: 27 a 31 de julho de 2026

- Intercâmbio técnico e cooperação internacional: conhecer a experiência chinesa na gestão e deposição de rejeitos radioativos, identificando oportunidades aplicáveis ao CENTENA.

Resultados e Desdobramentos:

- Intercâmbio de experiências e conhecimentos técnicos
- Fortalecimento da cooperação CNEN–CNNC
- Oportunidades de cooperação para o CENTENA



Seminário Técnico

- Seminário sobre a norma ANSN 8.02, atual Resolução ANSN nº 15, de 31 de março de 2026.

- No dia 11 de março, foi realizado o Seminário Técnico “Norma ANSN 8.02 – Licenciamento de Depósitos de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação”, ministrado pelos novos servidores Cibele Konzen e Leandro Soares.

- Objetivo: promover o alinhamento e a atualização dos conhecimentos, considerando a alteração da norma em 2025.



Fonte: Giulliana Santos/Projeto CENTENA.

Nuclear Summit ABDAN

- 23/03/26 e 24/03/2026
- Moderação do Painel:
  - *NORM: Superando Desafios Tecnológicos.*



Fonte: Ana Paula Artaxo/ANSN

Roda de conversa – Acidente Radiológico de Goiânia

- 23/06/2026
- Conversa sobre a experiência de servidores e ex-servidores no atendimento ao acidente de Goiânia.



Fonte: Deivid Oliveira/ CDTN

Internacional Nuclear Atlantic Conference (INAC 2026)

- 24 a 28 de agosto, na Escola de Guerra Naval (EGN), no Rio de Janeiro.
- Apresentação de 12 trabalhos técnico-científicos;
- 4º lugar na categoria Pôster Junior pelo trabalho *Development of a gas permeameter for testing concrete used in repositories*, desenvolvido na área de pesquisa de barreiras de engenharia;
- Mesa redonda *O Futuro do Setor Nuclear Brasileiro: Inovação, infraestrutura e projetos estratégicos para o desenvolvimento nacional*.



Fonte: INAC 2026

Workshop de Lições Aprendidas – DISPONET AIEA- Bélgica

- Data da missão: 26 a 30 de outubro de 2026
- Workshop da Rede Internacional de Depósitos de Médio e Baixo Nível, AIEA – Bélgica.



Fonte: IAEA 2026

Programa de Capacitação Institucional (PCI)

Nota máxima
10
Proposta aprovada pelo CNPq

8
Bolsas de pesquisa

R$ 1,5 milhão
em recursos de fomento

4 anos
de vigência do projeto

- Aprovação na Chamada do Programa de Capacitação Institucional (PCI), CNPq/MCTI/FNDCT Nº 12/2026.
- A aprovação representa um importante avanço para o Projeto, possibilitando a incorporação de novos bolsistas e a disponibilização de recursos para o desenvolvimento das áreas de pesquisa relacionadas ao CENTENA.

Doutorados em andamento

"Estudo do transporte de césio em mistura de bentonita e o solo do local selecionado para a implantação do CENTENA"	• Thaís Braga Teixeira • Previsão de defesa: fevereiro de 2027
"Análise físico-química do concreto aplicado na retenção de rejeitos radioativos"	• Isabella Lobo Filgueiras • Previsão de defesa: 2028
"Prototipagem e qualificação de contêiner de concreto armado para armazenamento de rejeitos radioativos de médios e baixos níveis de radiação, transferência de tecnologia e sustentabilidade"	• Fabiano Miranda do Bem • Início: agosto de 2026

Trabalhos de Desenvolvimento em andamento

"Elaboração do Manual da Qualidade"	• Daisy Mary Marchezini • BEA
"Estudos para o Licenciamento Ambiental"	• Rogério Tadeu de Souza • BEA
"Concepção e análise estrutural de contêineres de concreto para acondicionamento de rejeitos radioativos"	• Jamile Salim Fuina • Voluntária
"Programa de Comunicação com o Público"	• Giuliana Cristina dos Reis Santos • BGE

Iniciação Científica em andamento

"Avaliação do Impacto do CRCN-CO, e seus Depósitos, em seu Entorno , Buscando Vantagens e Desvantagens nos Aspectos Sociais, Econômicos e Ambientais"	• Daniel Anderson Rodrigues • CRCN-CO
"Elaboração de procedimentos operacionais de laboratório do Centro Tecnológico Nuclear e Ambiental (CENTENA)"	• Raul Wille Rogério Rodrigues Ribeiro • FAPEMIG
"Estudo de materiais utilizados nas barreiras de engenharia do repositório de rejeitos radioativos"	• Luísa Lopes Silva • CNPq
"Estudos para a Caracterização de Rejeitos Radioativos"	• Ágata Picanço Freire • CNPq

Financiamento do projeto

- Negociação em andamento com ETN para utilização do Fundo de Descomissionamento (FDES) – aval TCU, setores jurídicos CNEN e ETN
- Minuta de Acordo de Cooperação Técnica sobre utilização do FDES – fase final das negociações.
- CNEN responsável/ETN executora
- Interlocução com Ministro do TCU e ANSN para celebração do Acordo.

Status aquisições

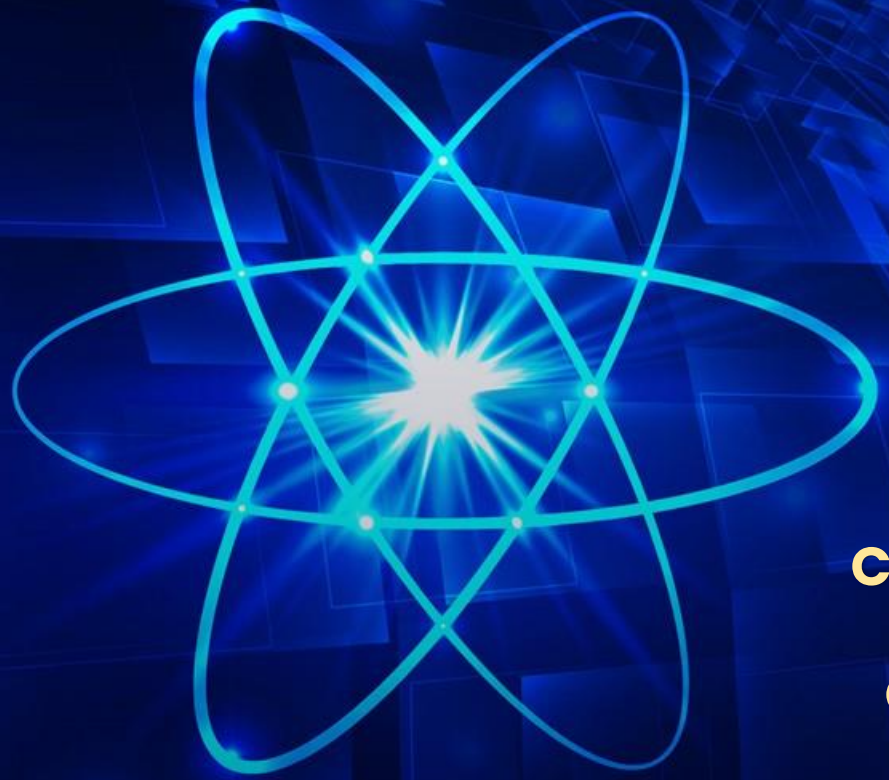
Estudos hidrogeofísicos	Estudos ambientais	Análise de água
• Em processo final de contratação	• Em processo final de contratação	• Serviço continuado

Próximas aquisições

Roçamento	Cercamento	Contêiner modular
• Aguardando desmembramento e formalização da cessão	• Aguardando roçamento	• Planejamento da contratação

Agradecimentos

- CNEN, DPD e Institutos
- CDTN: SEGRE, SEAMA, SELOG, SESPA
- CNEN, CAPES, CNPq, FAPEMIG
- UFMG, FUMEC
- MCTI, Exército Brasileiro
- Parcerias: FUNDEP, IEBT, AMAZUL, ETN, CNNC, Tractebel



Comissão Nacional
de Energia Nuclear

Obrigado!

CDTN/CNEN
Clédola Cássia O. de Tello
E-mail: tellocc@cdtn.br
Contato: (31)3439-9586

CDTN/CNEN
Rogério Pimenta Mourão
E-mail: mouraor@cdtn.br
Contato: (31)3439-9527

CDTN
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR

cnen
Comissão Nacional de Energia Nuclear

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

GOVERNO DO BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Comissão Nacional de Energia Nuclear

CDTN
V Seminário de Resultados do Projeto CENTENA
-Jornada Científica-

Clédola Cássia CDTN/CNEN

CDTN
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR

cnen
Comissão Nacional de Energia Nuclear

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

GOVERNO DO BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Jornada Científica



- O Papel do EGP no contexto do Projeto CENTENA
- Estudos Socioeconômicos
- Plano de comunicação
- Barreiras de engenharia
- Barreiras naturais
- Programa de monitoramento radiológico e ambiental (PMRA)
- Licenciamento

Comissão Nacional de Energia Nuclear

CDTN
Gestão de projetos de PD&I na parceria IEBT & Projeto CENTENA

Mariana Pereira IEBT INNOVATION / CDTN

CDTN
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR

cnen
Comissão Nacional de Energia Nuclear

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

GOVERNO DO BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Apresentação

- Mariana Pereira



- FORMAÇÃO
  Bióloga / M.Sc
- CARGO
  Consultora Sênior de Projetos
- EXPERIÊNCIA
  Gestão de projetos de PD&I acadêmicos e com a indústria.

IEBT Innovation

Consultoria de tecnologia e inovação impulsionada por IA.

16

anos de atuação em inovação e tecnologia

ATUAÇÃO NA INTERSEÇÃO ENTRE

Estratégia | Inovação | Dados | Cultura | Digital

Parceria IEBT & CDTN: linha do tempo

Origem

Atuações

- MG Graffeno
- Nanoplataformas
- Projeto CENTENA

2019

Gestão de riscos

- Plano de gerenciamento de riscos do Projeto CENTENA
- Estruturação do acompanhamento do Projeto

2020 – 2025

Estruturação e método

- Sistema de Gerenciamento de Projetos
- Roadmap tecnológico
- Tese de investimentos

2026

Captação e controle

- Captação de recursos (PCI)
- Interlocução para financiamento do projeto
- Acompanhamento com órgãos de controle

PERÍODO DE ATUAÇÃO do IEBT junto ao CENTENA — marcos de estruturação, gestão e captação de recursos entre 2019 e 2026.

Escritório de Gestão de Projetos (EGP)

Formas que o EGP pode assumir

01

Estratégica

Roadmap tecnológico e Tese de investimentos.

02

Metodológica

Métodos e ferramentas de gestão para PD&I.

03

Operacional

Cronograma, entregas, custos e comunicação.

04

Evolutiva

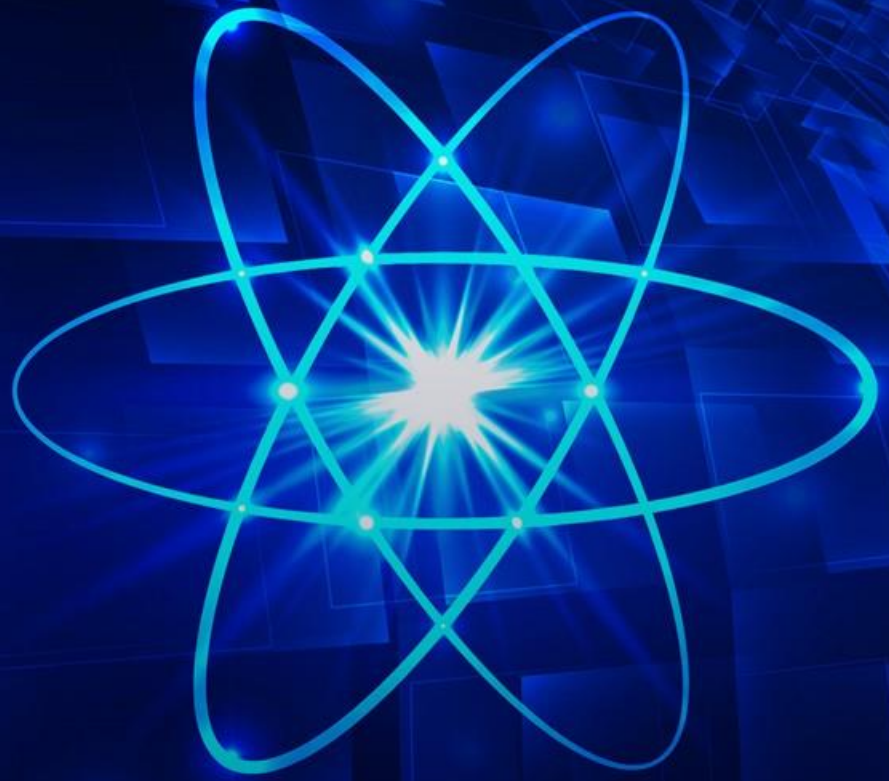
Novas tecnologias, soluções de IA sob medida para o Projeto.

Facilitador das equipes de pesquisadores

- Apoio direto ao trabalho das equipes de pesquisa
- Acompanhamento do cronograma e das entregas
- Apoio logístico às compras e contratações

Gestão de cronograma, custos, recursos e comunicação

- Cronograma, marcos e entregas do projeto
- Custos, recursos e prestação de contas
- Comunicação com equipes, parceiros e órgãos de controle



Comissão Nacional
de Energia Nuclear

Obrigada!

CDTN/CNEN
Mariana Pereira
E-mail: mariana.silva@cdtn.br
Contato: (31) 984075220

CDTN
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO
DA TECNOLOGIA NUCLEAR

cnen
Comissão Nacional
de Energia Nuclear

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

V Seminário de Resultados do Projeto CENTENA

Análise do Impacto do CRCN-CO no Desenvolvimento Socioeconômico de Abadia de Goiás

Daniel Anderson Rodrigues

cnen Comissão Nacional de Energia Nuclear

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Comissão Nacional de Energia Nuclear

V Seminário de Resultados do Projeto CENTENA

Giuliana Santos CDTN/CNEN

CDTN
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR

cnen
Comissão Nacional de Energia Nuclear

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

GOVERNO DO BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Implantação do Programa de Comunicação Pública

Giulliana Cristina dos Reis Santos

Bolsista de Gestão Estratégica (BGE-DC)

Jornalista e Mestranda em Comunicação pelo PPGCOM/UFMG

Início: Setembro de 2024

Supervisora: Clédola Cássia Oliveira de Tello

Objetivos

- Planejar, executar e supervisionar as ações de comunicação do centro.
- Definir a estratégia de Comunicação do centro com os diversos públicos;
- Divulgar as políticas de Comunicação do centro;
- Interagir com os veículos de mídia em geral.

O TRIGA IPR-R1 é o único reator nuclear de Minas Gerais

SITE

Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear - CDTN

O que você procura?

Projetos Especiais > Centro Tecnológico Nuclear e Ambiental - CENTENA

CENTENA CENTRO TECNOLÓGICO NUCLEAR E AMBIENTAL

Sobre o CENTENA

O CENTENA (Centro Tecnológico Nuclear e Ambiental) é um Centro destinado ao desenvolvimento tecnológico na área de gerência de rejeitos e meio ambiente, que armazenará os rejeitos radioativos de baixo e médio nível de radiação produzidos no país.

A concepção do CENTENA é fundamentada em critérios e padrões internacionais de segurança. O CENTENA será o 1º repositório de rejeito radioativo da América Latina, além de um **centro de tecnologia para estudos em gerenciamento de rejeitos radioativos**.

Saiba mais

SITE

NOTÍCIAS



Pesquisadora do CDTN é homenageada com Medalha de Honra ao Mérito Nuclear da ABDAN

Trabalho de Clédola Tello no campo da pesquisa e desenvolvimento foi reconhecido no evento Nuclear Legacy



Projeto CENTENA alcança nota máxima e é contemplado com R$ 1,5 milhão em edital do CNPq

Recursos vão viabilizar a atração de especialistas para impulsionar estudos ambientais, licenciamento e tecnologia de contêineres de rejeitos radioativos.



CDTN recebe comitiva da Corporação de Energia Nuclear da China

Encontro integra agenda da CNEN para fortalecer a cooperação em gestão de rejeitos radioativos

O PROJETO CENTENA

- Dúvidas Frequentes
- Frequently Asked Questions
- Playlist do CENTENA no Youtube
- Publicações
- Oportunidades abertas

Atividades realizadas

- Produção de notícias e conteúdos de divulgação:
  - eventos produzidos pelo projeto, participações da equipe em palestras, capacitações e eventos em geral, viagens feitas pela equipe e avanços alcançados no projeto.
- Atualizações do site do CENTENA: perguntas frequentes, destaques, legendas nos vídeos do projeto.

Atividades realizadas

- Plano de comunicação para as primeiras visitas à cidade escolhida, visando uma comunicação acessível, clara e de acordo com as estratégias do Projeto. Propostas detalhadas de eventos e ações culturais e educacionais voltadas para a divulgação do CENTENA e da temática da energia nuclear para a população geral;
- Proposta de estratégia de comunicação do evento de anúncio da cidade escolhida para sediar o CENTENA, com três possíveis abordagens.

Atividades realizadas

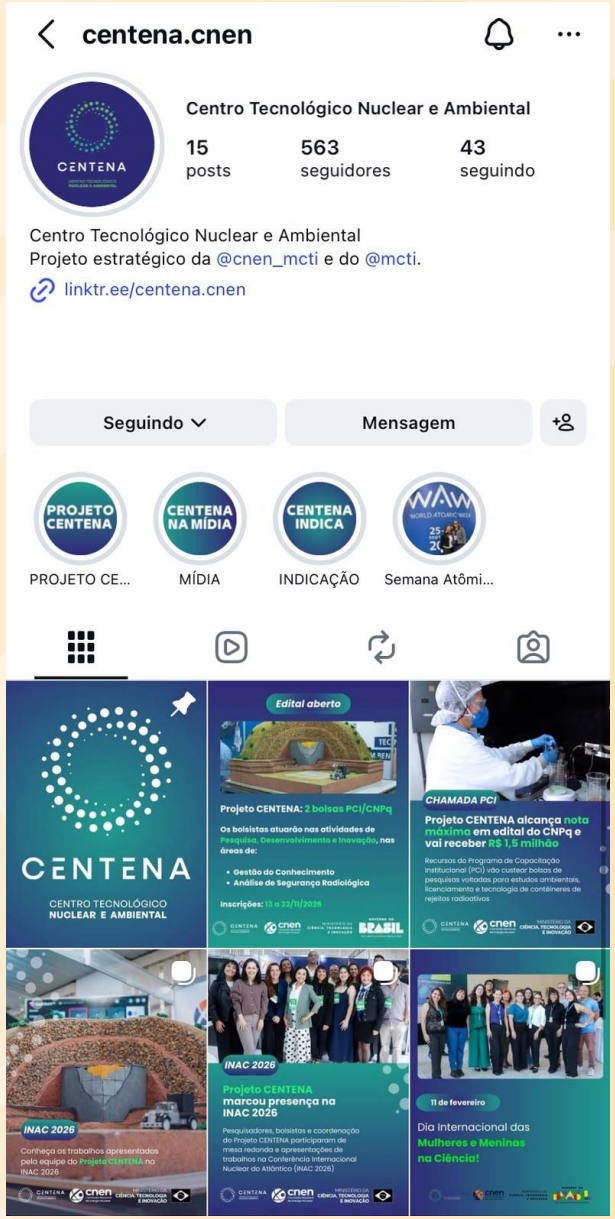
- Planilha de Partes Interessadas, detalhando atores de interesse do Projeto, em âmbito municipal, estadual, nacional e até mesmo internacional.
- As duas atividades fazem parte dos requisitos do Plano de Comunicação e Engajamento Social (PCES) exigido pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) para a obtenção do licenciamento ambiental do CENTENA.

Redes Sociais









Instagram do CENTENA
@centena.cnen

Redes Sociais







Instagram do CENTENA
@centena.cnen

Redes Sociais

O Instagram do CENTENA tem, atualmente, 563 seguidores.

Story	Feed	Visualizações
122	18	73 mil
Alcance	**Interações**	**Visitas ao perfil**
18 mil	1,6 mil	1,5 mil

LinkedIn do CENTENA
centenaoficial

Redes Sociais

CENTENA - Centro Tecnológico Nuclear e Ambiental

Pesquisa e desenvolvimento cientifico · Belo Horizonte, Minas Gerais · 130 seguidores · 11-50 funcionários

Envie mensagem | ✓ Seguindo | ···

Início | Sobre | Publicações | Vagas | Pessoas

Visão geral

O CENTENA (Centro Tecnológico Nuclear e Ambiental) é um Centro destinado ao desenvolvimento tecnológico na área de gerência de rejeitos e meio ambiente, que armazenará os rejeitos radioativos de baixo e médio nível de radiação produzidos no país. A concepção do CENTENA é fundamentada em critérios e padrões internacionais de segurança. O CENTENA será o 1º repositório de rejeito radioativo da América Latina, além de um centro de tecnologia para estudos em gerenciamento de rejeitos radioativos.

LinkedIn do CENTENA
centenaoficial

- Classificação das informações a serem divulgadas antes do anúncio oficial do local de construção do CENTENA.
- Todas as publicações até o momento são em colaboração com o perfil oficial da CNEN no Instagram, visando maior alcance de público e legitimação do perfil como projeto estruturante da CNEN.
- Calendário e definição da identidade visual do Instagram, do tom de voz a ser utilizado nos posts e dos tipos de publicações a serem realizadas como, por exemplo, stories, reels, carrosséis, entre outros.

Outras atividades

- Clipping do Projeto CENTENA;
- Acompanhamento de reuniões da equipe de coordenação do Projeto CENTENA;
- Comunicação interna;
- Cobertura e organização de eventos;
- Registros fotográficos e audiovisuais;

Agradecimentos

- CNEN;
- IEBT Innovation;
- Assessoria de Comunicação do CDTN.

Comissão Nacional
de Energia Nuclear

Obrigada!

CDTN/CNEN
Giulliana Santos
E-mail: giulliana.santos@cdtn.br
Contato: 000000000



CDTN
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO
DA TECNOLOGIA NUCLEAR

cnen
Comissão Nacional
de Energia Nuclear

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

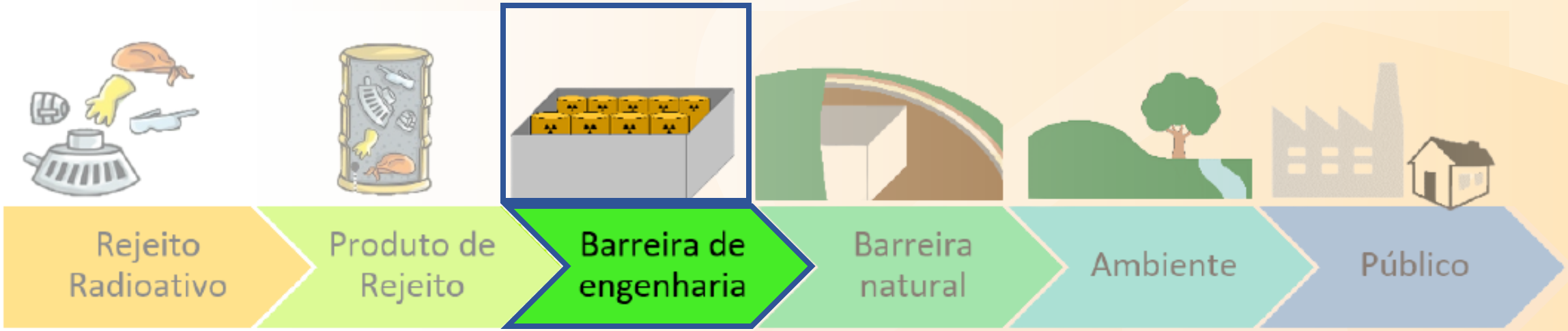
Comissão Nacional de Energia Nuclear

V Seminário de Resultados do Projeto CENTENA

Jamile Fuina FUMEC
Isabella Gomes Unicamp
Luisa Silva CDTN/CNEN
Fabiano do Bem CDTN/CNEN

CAPES FAPEMIG UNICAMP CDTN CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR cnen Comissão Nacional de Energia Nuclear MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO GOVERNO DO BRASIL DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Projeto Contêineres de Concreto

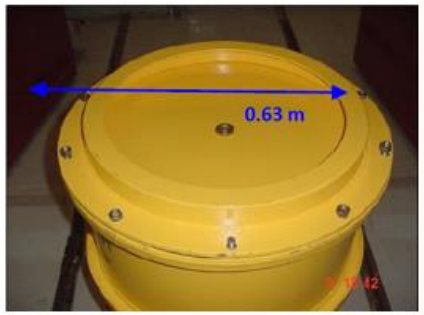


OBJETIVO: Conceber e analisar estruturalmente contêineres de concreto para o acondicionamento de embalados de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação do Projeto CENTENA.

Projeto Contêineres de Concreto

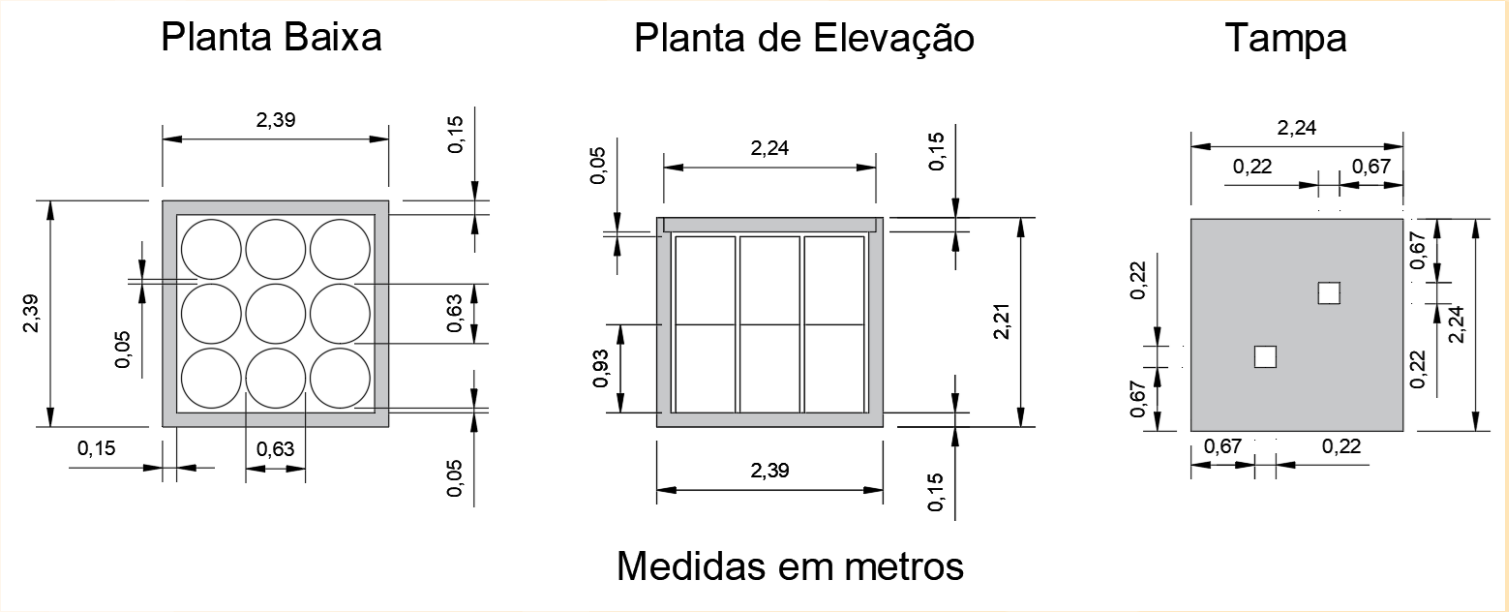
- Seleção das embalagens





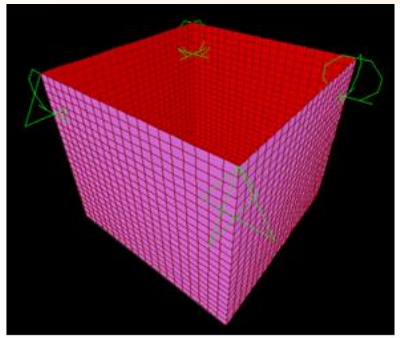
Contêiner	Brasil
Altura (m)	2,21
Comprimento x largura (m)	2,39 x 2,39
Espessura das paredes (cm)	15
Massa bruta (t)	30

- Projeto arquitetônico do contêiner

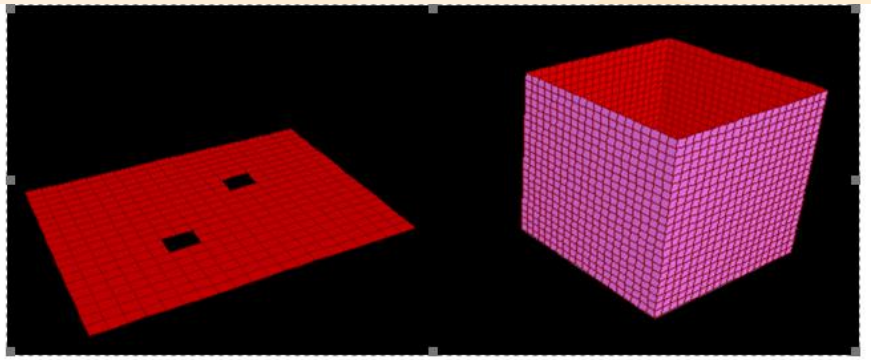


Projeto Contêineres de Concreto

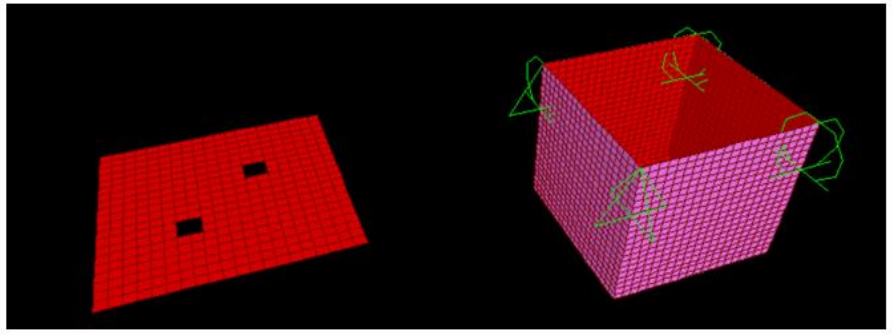
- Dimensionamento do contêiner



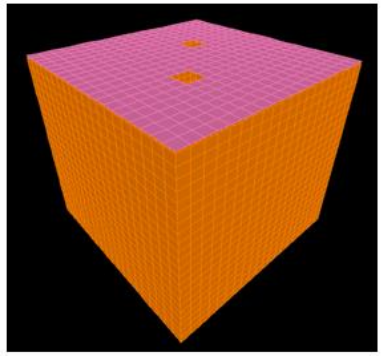
Primeira fase



Segunda fase



Terceira fase



Quarta fase

Primeiro Protótipo do Contêiner





- Espaçamento mínimo de 2 cm entre armaduras - ABNT NBR 6118
- Cobrimento mínimo de 4 cm para o concreto - ANSN 6.09
- Espessura de 15 cm para paredes, fundo e tampa - ANSN 6.09
- Escala aproximada 1:2 nas dimensões externas do contêiner

O Estudo do Concreto

OBJETIVO: Estudar o desempenho do concreto para a fabricação dos contêineres de concreto utilizados no CENTENA.

Concreto	Ensaios
Concreto fresco	Caixa L
	Espalhamento
Concreto endurecido	Resistência à compressão
	Resistência à tração
	Porosidade
	Deterioração por íons de cloretos
	Deterioração por íons sulfatos
	Deterioração por carbonatação
	Deterioração microbiológica (ácida)
	Deterioração natural
	Permeabilidade ao nitrogênio
	Lixiviação

28 dias

180 dias

720 dias

90 dias

360 dias

900 dias

Batelada A

25 minutos

Batelada B

12 minutos

Resultados

- **Resistência à compressão, à tração e porosidade**

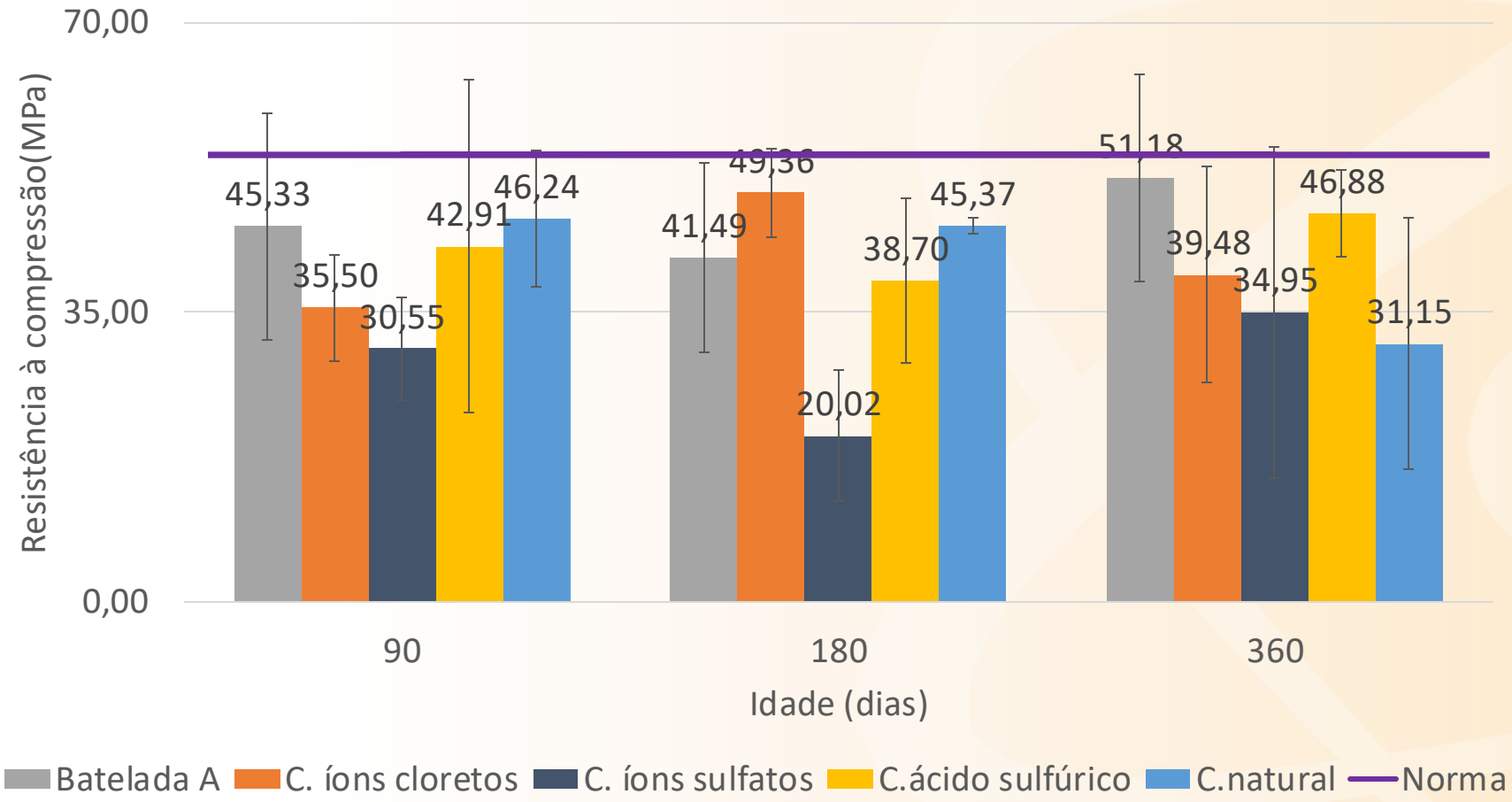
Batelada	Idade (dias)	Resistência à Compressão (MPa)	Resistência à Tração (MPa)	Índice de vazios (%)
A	90	45,33 ± 13,71	5,10 ± 0,31	9,22 ± 0,84
	180	41,49 ± 11,46	5,00 ± 0,35	11,65 ± 4,46
	360	51,18 ± 12,46	5,67 ± 1,16	10,03 ± 0,72
B	90	41,77 ± 4,03	4,69 ± 0,77	11,76 ± 3,28
	180	30,70 ± 15,91	5,21 ± 0,95	11,07 ± 2,40
	360	40,24 ± 13,49	4,04 ± 0,97	12,87 ± 3,40

- Aos 28 dias:
  - Resistência à compressão > 54 MPa.
  - Resistência à tração > 5 MPa.
  - Índice de vazios ideal <10%.

A partir de cálculos relacionados ao peso do contêiner, **cada contêiner possui uma carga de 0,05207 MPa**. Em relação ao **empilhamento de 4 contêineres**, o **da base precisa suportar** cerca de **0,208 MPa.**

Resultados

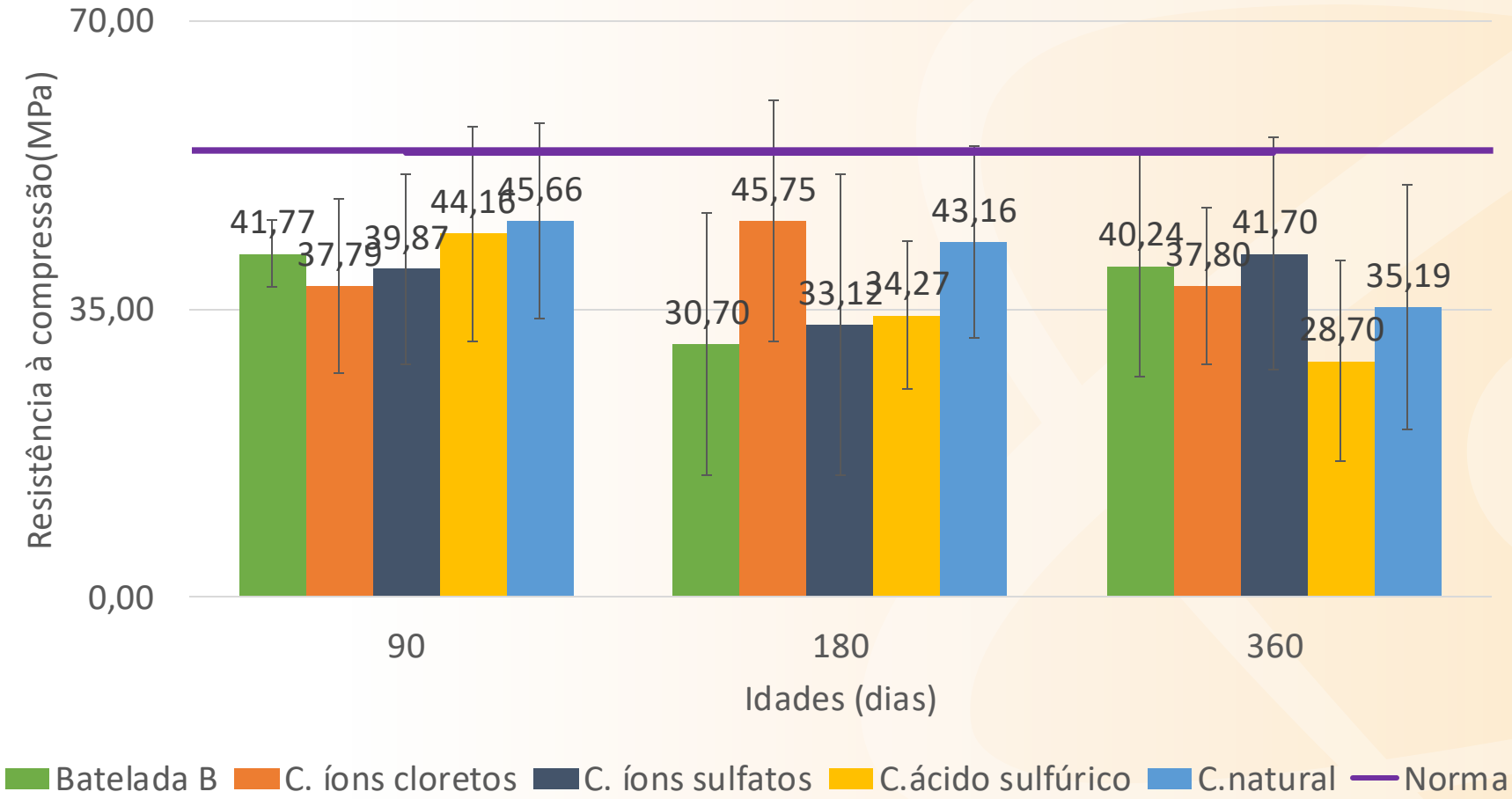
- **Ensaios de deterioração: Batelada A**



- Nenhum resultado médio atingiu os 54 MPa normativos.
- Os resultados de 180 dias foram fora do esperado.
- Os ensaios de degradação demostraram perda de desempenho.

Resultados

- **Ensaios de deterioração: Batelada B**

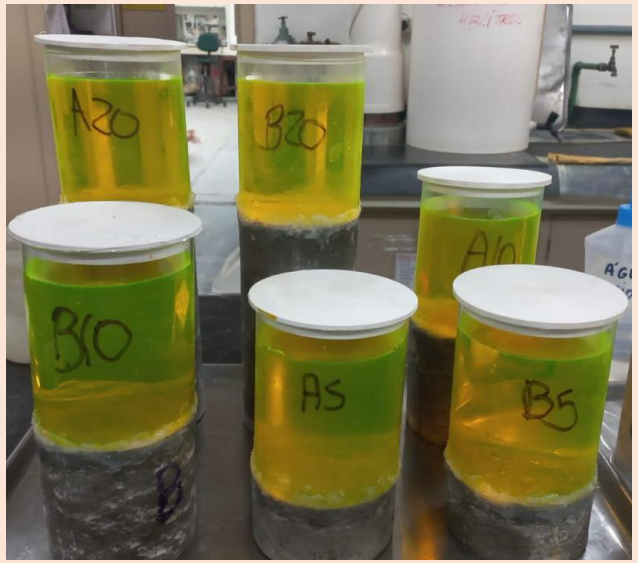


- Nenhum resultado médio atingiu os 54 MPa normativos.
- Os resultados da Batelada B foram em menores que da Batelada A.
- Os ensaios de degradação demostraram perda de desempenho.

Considerações Finais

- O CAA proposto possui potencial para a aplicação desejada, podendo ser usado na confecção do concreto com armadura, para a construção do contêiner.
- Os ensaios de durabilidade permitem verificar se o concreto mantém suas propriedades ao longo do tempo, garantindo a qualidade necessária.

Próximas etapas



Análise a partir de ativação neotrônica do Cs presente na solução de ClCs em dezembro/janeiro.



Início dos ensaios de permeabilidade ao nitrogênio em dezembro.



Aguardar as idades de 720 e 900 dias para realizar os rompimentos para ensaios de durabilidade.

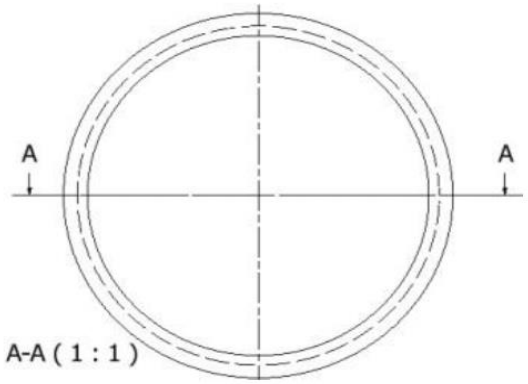
Contextualização

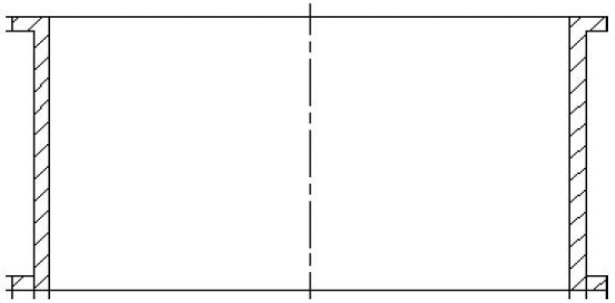
OBJETIVO: Estudar o desempenho do concreto do protótipo 1 no ensaio de permeabilidade ao nitrogênio, para atender aos requisitos da norma ANSN 6.09. Baseado em RILEM TC 116 "Permeability of Concrete as a Criterion of its Durability“ (1998).



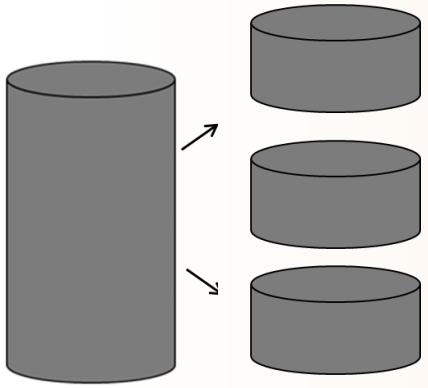
- Corte dos corpos de prova de acordo com o equipamento.
- Pressão lateral mínima de 0,7 MPa
- Umedecimento do capilar medidor do fluxo da bolha de sabão antes de criar a medição.
- Realização de 3 leituras seguidas sem alteração e determine o fluxo do gás
- Aumento da pressão para o próximo estágio de análise

Contextualização





$$K = \frac{2.Pa.Qi.\mu.L}{A.(Pi^2 - Pa^2)}$$



K: coeficiente de permeabilidade (m^2);
Qi: vazão média no estágio i (m^3/s);
Pi: pressão absoluta aplicada no estágio i (Pa); Pa: pressão atmosférica (Pa);
μ: viscosidade do nitrogênio a 20 °C ± 2 °C (Pa·s); L: espessura média do corpo de prova (m);
A: área da seção transversal (m^2).

Resultados





De acordo com a norma ANSN 6.09 a permeabilidade ao nitrogênio deve ser menor que **0,5 x 10^{-17}**.

Gardner et al. (2008)	Miyake (1994)	Lydon e Mahawish (1991)	CENTENA (2026)
3.2 x 10^{-17} - 5.9 x 10^{-17}	1 x 10^{-14}	0.2 x 10^{-17}	**1.087 x 10^{-17}**

Considerações Finais

- O desenvolvimento e a montagem do permeâmetro foram satisfatórios, resultando em um equipamento de laboratório confiável, uma vez que o resultado obtido apresenta concordância com as ordens de grandeza relatadas na literatura;
- O ensaio demonstrou que a formulação de concreto avaliada possui um potencial de alto desempenho, embora ainda exija pequenos ajustes na dosagem para atender ao limite estabelecido pela norma ANSN 6.09.

Próximas etapas

- Aguardar a confecção do protótipo 2 para repetir os ensaios de permeabilidade ao nitrogênio.

Preparação Ensaio de Queda

- Enchimento do protótipo com areia úmida, para simular o carregamento operacional.
- Medição do peso específico da areia úmida.

- Equipe técnica do CENTENA determinou posição específica de queda do protótipo;
- Projeto e dimensionamento das fixações da tampa e alças de içamento do protótipo.

- Instrumentalização do protótipo com acelerômetro piezométrico (fabricante Endevco, modelo 2226C)

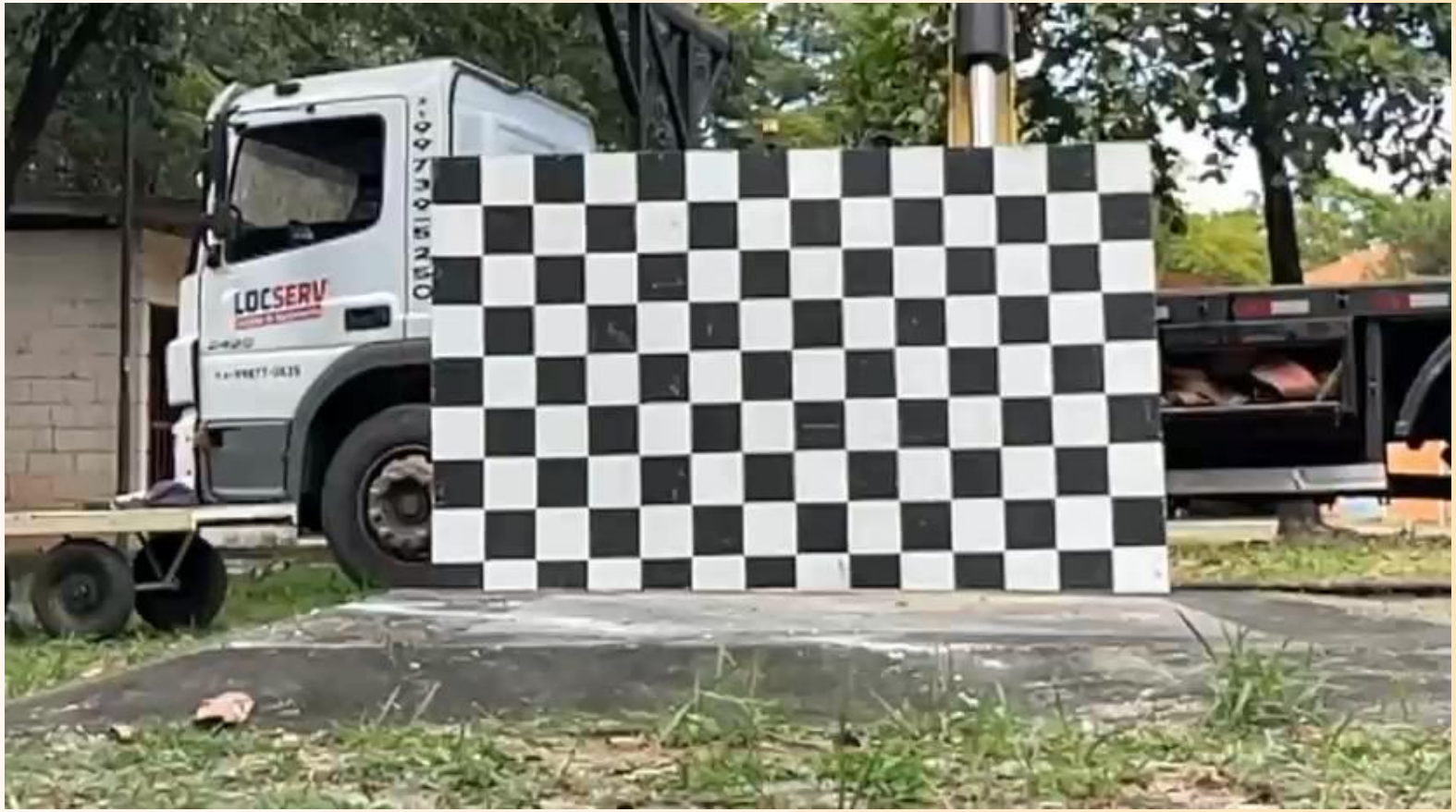






Ensaio de Queda





Resultados Ensaio de Queda

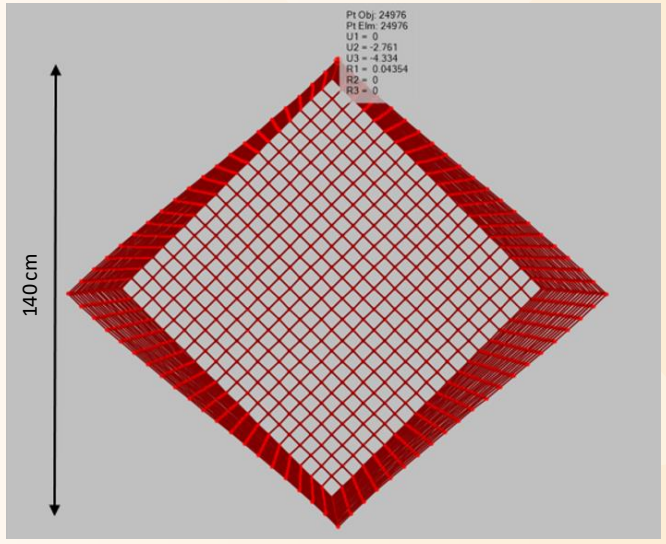
- Energia de Impacto 226,99 kJ

- Deformação excessiva: ➔ Proposto a confecção de mísulas verticais internas como elemento enrijecedor do protótipo.
- Baixa rigidez nodal: ➔ Proposto um rearranjo das armaduras para evitar o fenômeno empuxo no vazio.

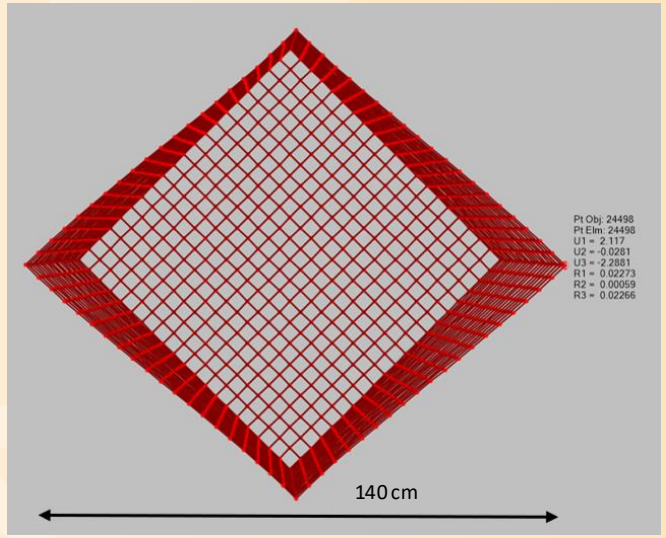
Deformação real do protótipo



Deformação vertical: 4,33cm
($\delta_v = 30{,}928‰$)



Deformação horizontal: 2,761 cm
($\delta_h = 19{,}721‰$)



Sistema de Içamento Proposto

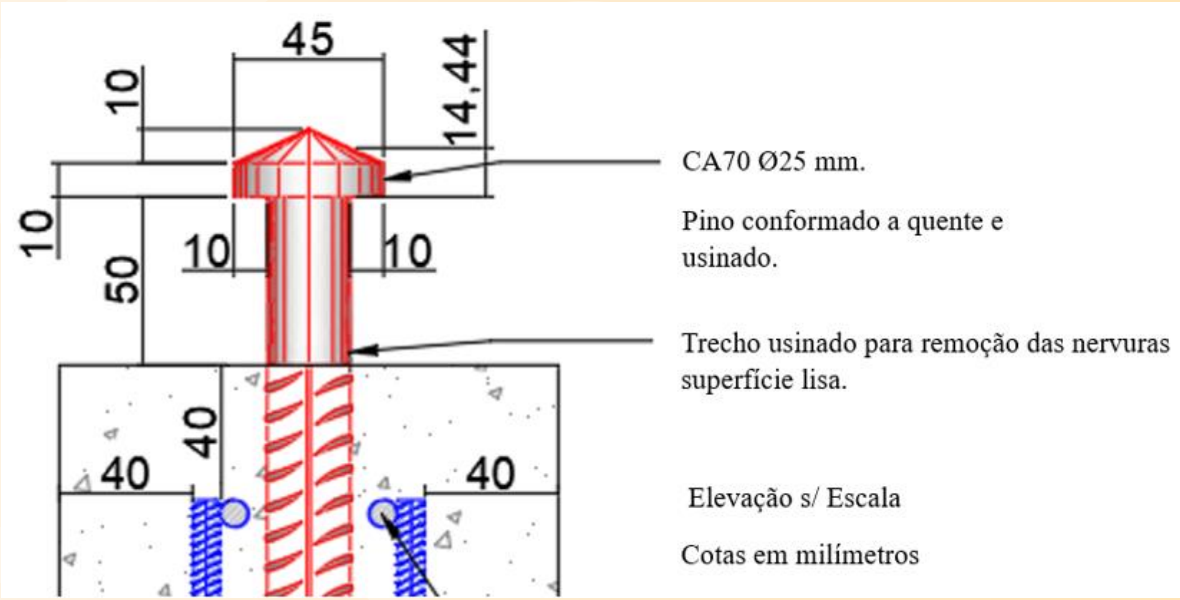
- Aço CA70 (f_y=700MPa)
- Engate rápido
- Baseado no sistema de Repositório de El Cabril - Espanha











Sistema de Içamento Proposto

Ensaio e resultados dos pinos em aço CA70



Laboratório de ensaios mecânicos e metalográficos do SENAI

Pino – A

Pino – B



Rompimentos nos trechos usinados

Pino	Diâmetro (cm)	Área da seção usinada (cm²)	Carga de Ruptura (kgf)	$f_{st} = F_u/A_{ef}$ (MPa)
Pino-A	2,359	4,371	43.600,20	997,569
Pino-B	2,377	4,438	42.955,50	967,989

Resultado Sistema de Içamento

Cálculo do comprimento de ancoragem (NBR 6118:2026)

- Força atuante (tração): 100,33 kN (Fase 3)
- Comprimento de ancoragem (l_b = 625 mm)

Resistência à tração axial (NBR 6118:2026)

- Tração média resistida pelos pinos: 432,78 kN
- **Coeficiente de segurança = 4,31.**

Cálculo da resistência ao cisalhamento da cabeça do pino de içamento (NBR 8800:2024)

- Força atuante: 100,33 kN (Fase 3)
- Área da seção sujeita ao colapso por rasgamento: 1.636,75 mm² (73,83mm X 29,56 mm)
- Tração (teórica) resistida pelo pino: 926,34 kN
- **Coeficiente de segurança = 9,23.**

Equalização das dimensões Sistema de Içamento Proposto

O pino foi redimensionado para equalizar os coeficientes de seguranças (base na resistência de escoamento do aço CA50 ((F_{Rd} = 264,01 kN) (Primeiro Ensaio)

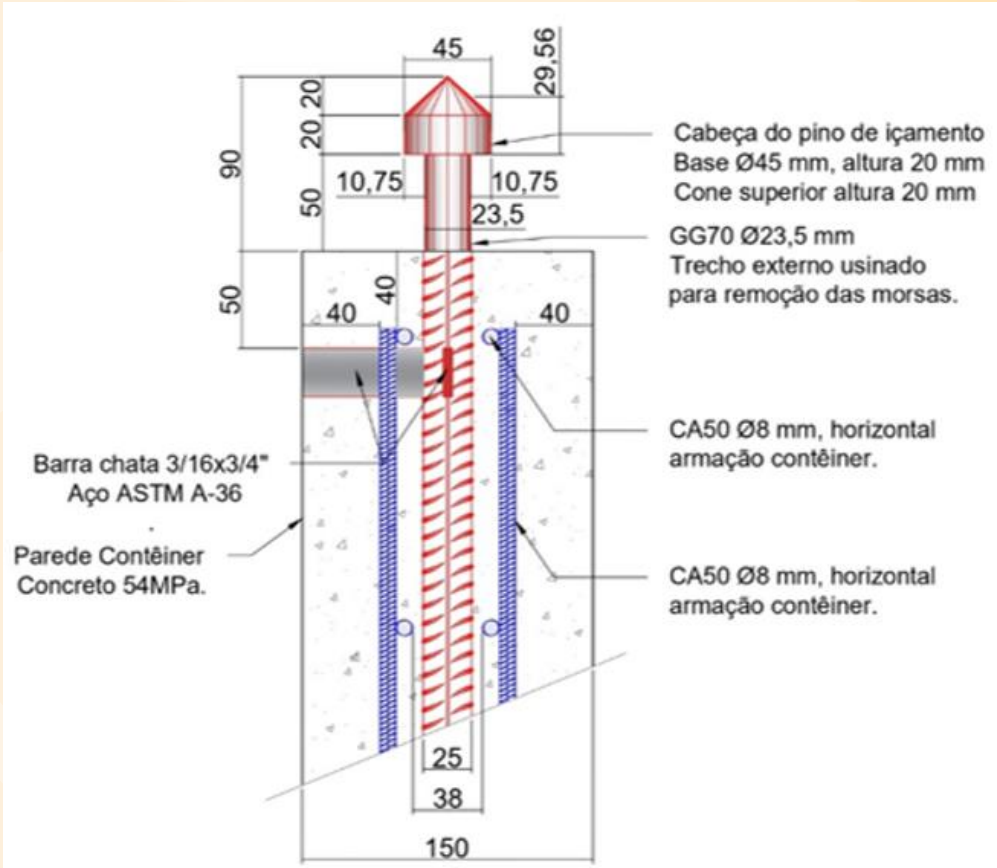
- Comprimento de ancoragem (l_b=1,00m), Carga nominal;
- Nova geometria da cabeça do pino proposta.

Etapas Realizadas:

- Realizada a aquisição do aço para execução de novos pinos;
- Identificação de 2 fornecedores com interesse de fazer os próximos pinos.

Etapas Futuras:

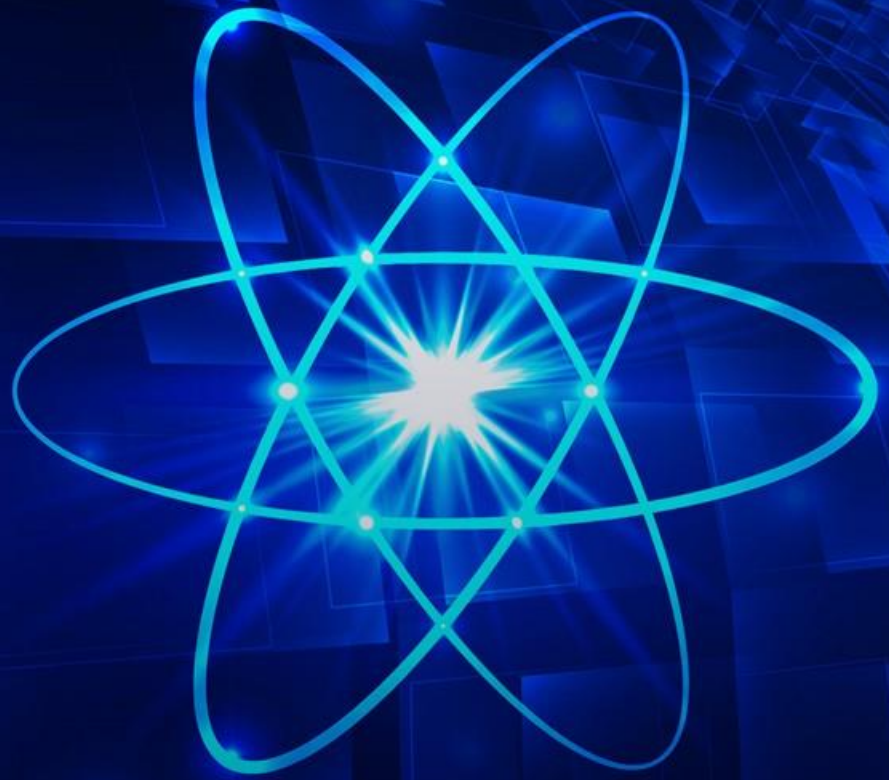
- Caso o pino proposto seja aprovado, realizar o processo de forjamento e usinagens das próximas amostras;
- Teste de ancoragem do pino no concreto em escala real.



Agradecimentos

A equipe agradece nominalmente ao:
Diego de Jesus Queiroz Rosa - Mestre em Processos Construtivos pela Universidade FUMEC.
Kássio André Lacerda - Pós-doutor em Engenharia de Materiais pela UFMG

Pelas contribuições técnicas de conhecimento na área da engenharia civil e análise laboratorial de amostras.



Comissão Nacional
de Energia Nuclear

Obrigada!

Isabella Gomes Unicamp
Luísa Silva CDTN/CNEN
Jamile Fuina FUMEC
Fabiano do Bem CDTN/CNEN

CDTN
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO
DA TECNOLOGIA NUCLEAR

cnen
Comissão Nacional
de Energia Nuclear

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Comissão Nacional de Energia Nuclear

V Seminário de Resultados do Projeto CENTENA

Thais Braga Teixeira
Engenheira Química | Doutoranda em C&T das Radiações, Minerais e Materiais

CDTN
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR

cnen
Comissão Nacional de Energia Nuclear

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

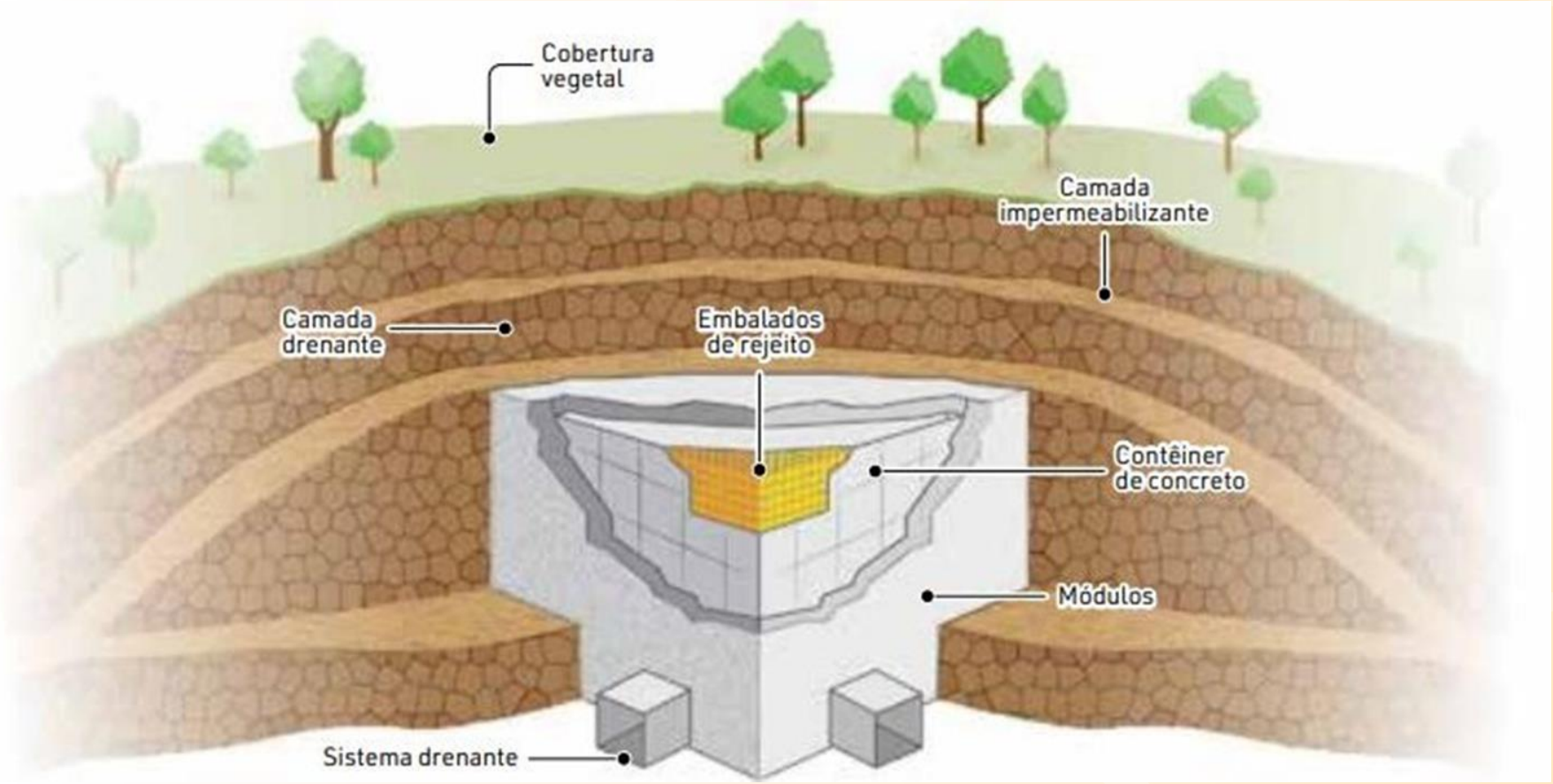
GOVERNO DO BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

CDTN Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear
cnen Comissão Nacional de Energia Nuclear
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
Governo do Brasil
Do lado do povo brasileiro

Barreiras Naturais

Barreiras Naturais

Repositório próximo à superfície



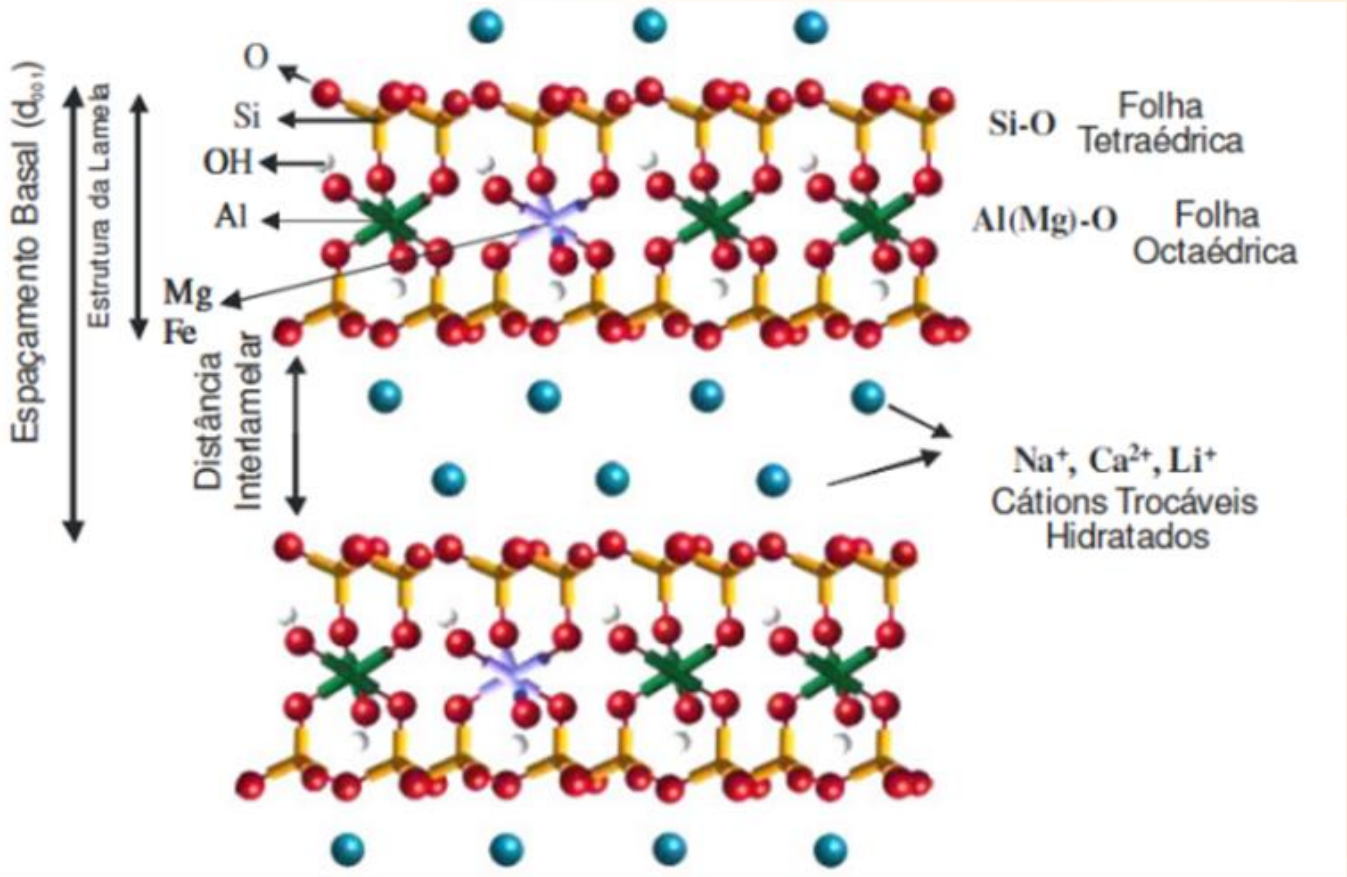
CDTN Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear
cnen Comissão Nacional de Energia Nuclear
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
Governo do Brasil — Do lado do povo brasileiro

Barreiras Naturais

O desenvolvimento de um sistema de múltiplas barreiras exige conhecimento das propriedades dos materiais empregados e de sua capacidade de limitar a migração de contaminantes.



Bentonita



- Elevado potencial de inchamento
- Alta capacidade de absorção de água
- Variação volumétrica eficiente durante ciclos de umedecimento e secagem
- Material estratégico para barreiras naturais na retenção de radionuclídeos

OBJETIVO DO TRABALHO

CARACTERIZAÇÃO

01. Caracterização

Caracterizar o solo do local selecionado para a instalação do CENTENA, bem como suas misturas com bentonita

e estudar

ESTUDO DO TRANSPORTE

02. Estudo do Transporte

Estudar o transporte de césio no solo e nessas misturas



Estudar a eficácia das misturas solo-bentonita como barreira natural para o repositório do CENTENA.

Contribuindo com Dados Técnicos

Relatório de Local

Relatório de Análise de Segurança

Barreiras Naturais

- Estudos anteriores com vermiculita expandida, bentonitas sódica e cálcica.
- Evolução dos estudos de Barroso (2019) e Teixeira (2023).
- Seleção dos teores de 8% e 15% de bentonita.
- Aprimoramento do protocolo de caracterização durante o mestrado.









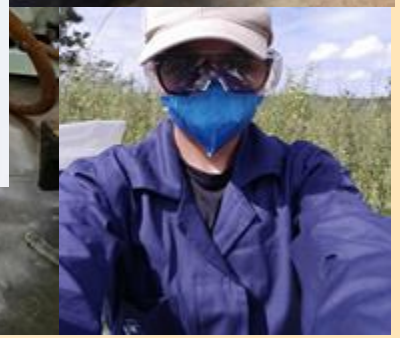




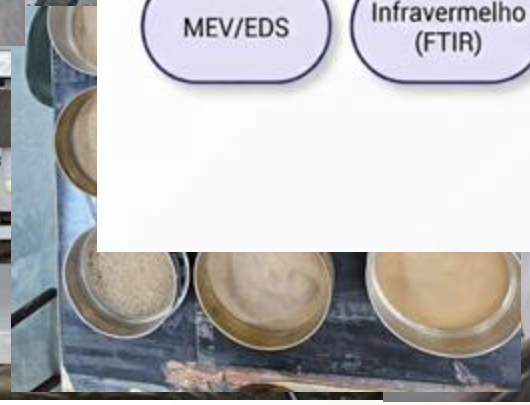

















110 VOLTS

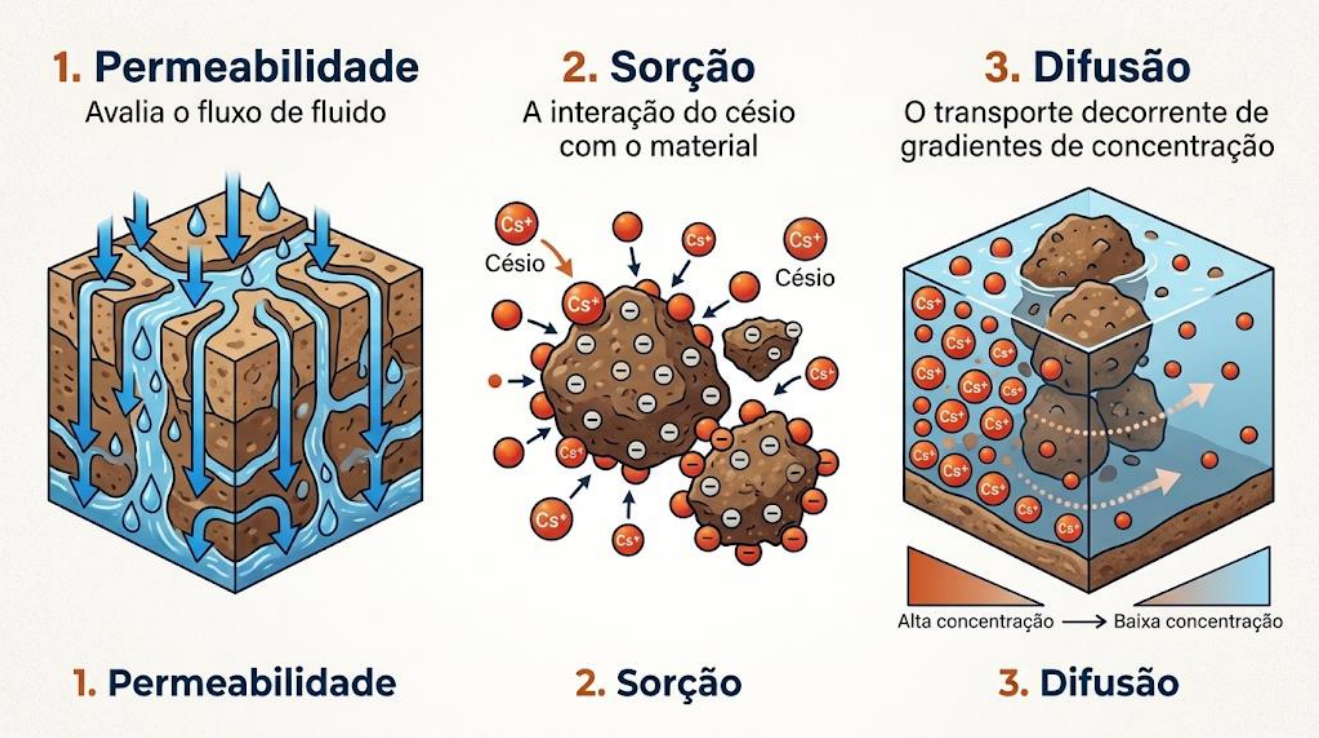


Coleta e preparação de amostra do solo
Mistura de solo e bentonita
Caracterização mineralógica
Caracterização geotécnica
Caracterização físico-química
DRX
Análise química FRX
MEV/EDS
Infravermelho (FTIR)
Distribuição granulométrica
Curva de compactação
Teor de umidade
Permeabilidade
Densidade
Capacidade de troca catiônica
Área superficial específica
Distribuição de poros
Sorção
Difusão

Transporte do Cs

Cs presente nos rejeitos de classe 2.1

O estudo do transporte do Cs nesses materiais fornecerá informações sobre a qualidade dessas potenciais barreiras.

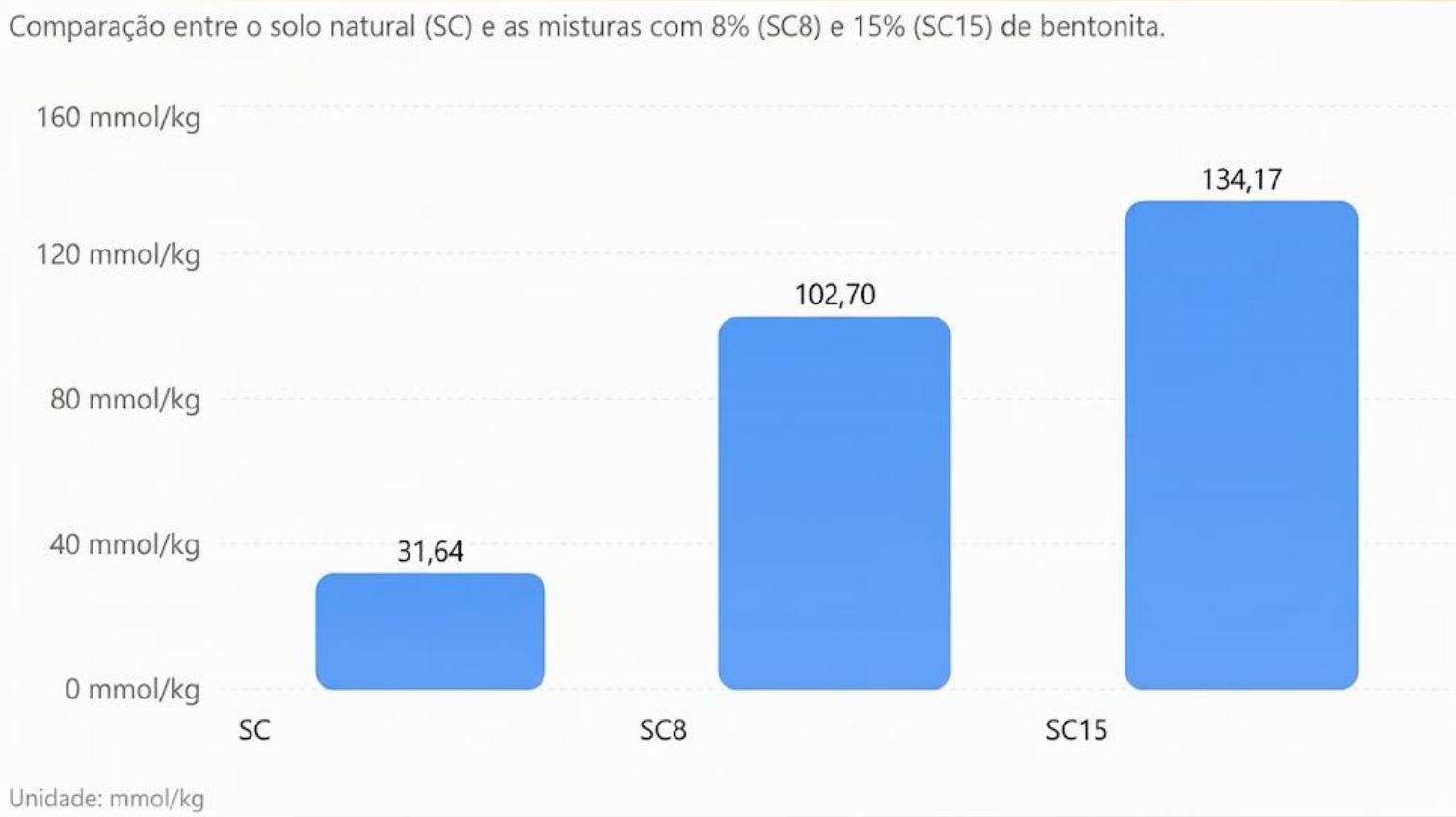


Resultados

- Trata-se de um Latossolo de textura predominantemente arenosa.
- A incorporação de bentonita modifica propriedades importantes do solo.

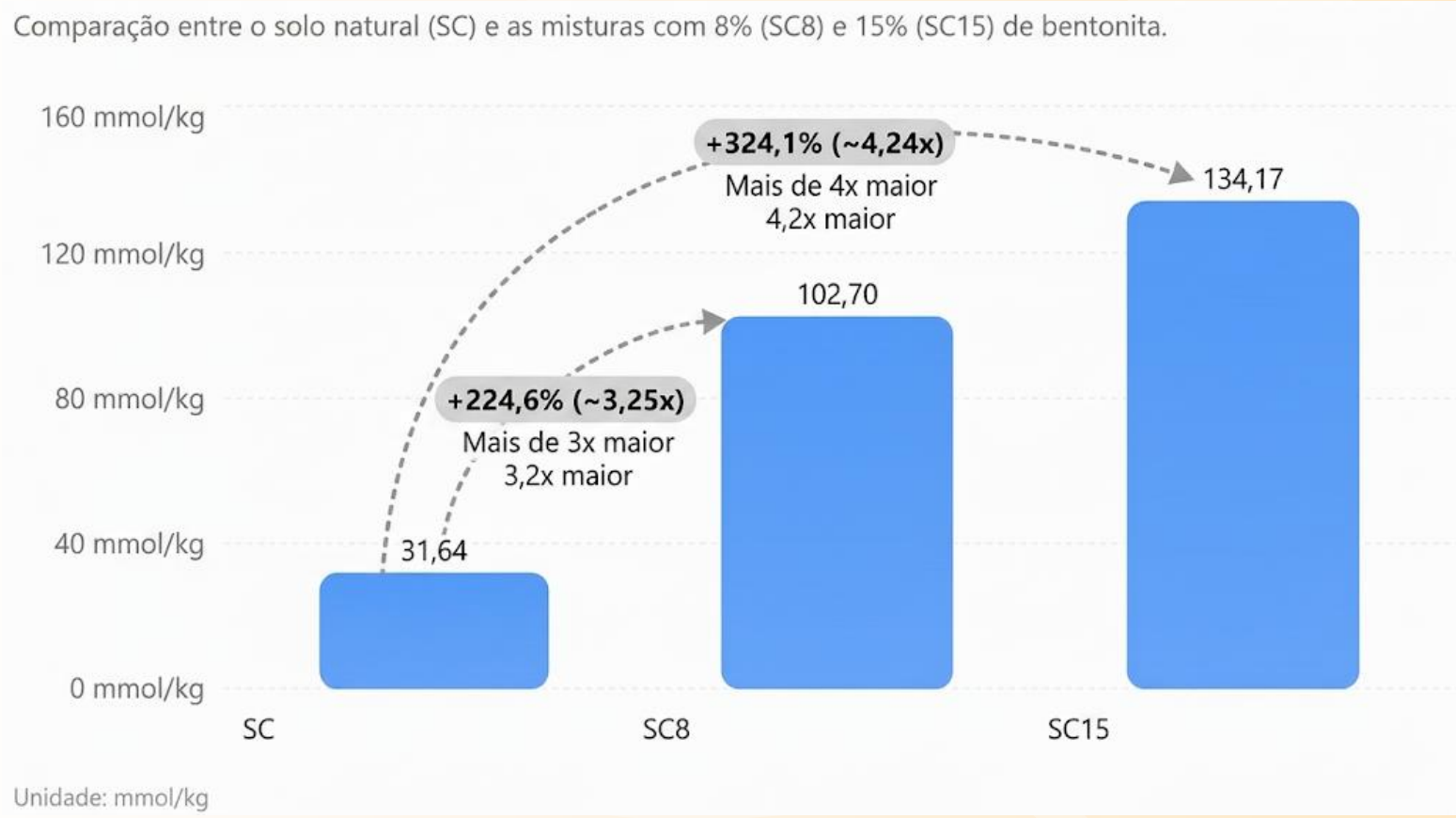
Resultados

Capacidade de troca catiônica



Resultados

Capacidade de troca catiônica



Resultados

Área Superficial Específica

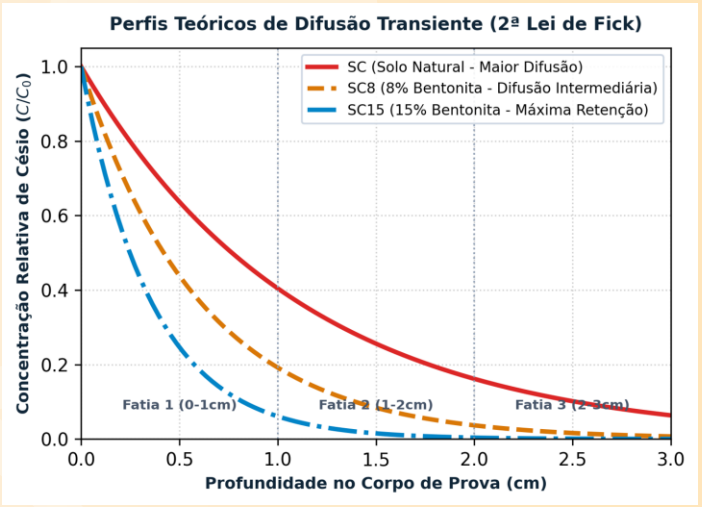


Próximas etapas e contribuição para o CENTENA

- Finalização dos ensaios experimentais de transporte.
- Integração e interpretação dos resultados.
- Avaliação do potencial da mistura como barreira de engenharia.







Comissão Nacional
de Energia Nuclear

Obrigada!



Thais Braga Teixeira
E-mail: thais.teixeira@cdtn.br

CDTN
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO
DA TECNOLOGIA NUCLEAR

cnen
Comissão Nacional
de Energia Nuclear

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Comissão Nacional de Energia Nuclear

V Seminário de Resultados do Projeto CENTENA

Thais Braga Teixeira
Engenheira Química | Mestre em C&T das Radiações, Minerais e Materiais

Cláudio José Chagas
Geógrafo| Dr em C&T das Radiações, Minerais e Materiais.

CDTN
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR

cnen
Comissão Nacional de Energia Nuclear

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

GOVERNO DO BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

CDTN Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear
cnen Comissão Nacional de Energia Nuclear
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
Governo do Brasil — Do lado do povo brasileiro

PROGRAMA DE MONITORAMENTO RADIOLÓGICO E AMBIENTAL - PMRA

PROGRAMA DE MONITORAMENTO RADIOLÓGICO E AMBIENTAL - PMRA

OBJETIVO DO PMRA PRÉ-OPERACIONAL (CENTENA)

ANTES DA OPERAÇÃO



1. Estabelecer a Linha de Base (Baseline): Caracterizar a radiação natural de fundo e o histórico ambiental antes da chegada dos rejeitos

FINALIDADE PRINCIPAL



2. Distinguir Natural vs. Operacional: Permitir identificar se futuras alterações são naturais ou oriundas do repositório

SEGURANÇA E CONFORMIDADE

- Mapear vias de exposição ambiental
- Dimensionar recursos para a fase operacional
- Demonstrar conformidade com com limites normativos (ANSN e IBAMA)

PROGRAMA DE MONITORAMENTO RADIOLÓGICO E AMBIENTAL - PMRA



ANSN

Resolução

N° 15

Aprovação do Local — Relatório do Local (RL)

Art. 8º, inciso IV: programa preliminar de monitoração ambiental pré-operacional.

Anexo I (Requisitos específicos do RL para depósitos finais Classe 2.1):

- Águas superficiais e sedimentos (Item 6.2, c)
- Aguas subterrâneas em poços de monitoração (Item 6.3, e)
- Radiação natural de fundo no solo, água, ar e flora (Item 8.1, f).

Autorização para Operação — Relatório Final de Análise de Segurança (RFAS)

Anexo III, Item 3.4: Monitoração ambiental para detecção antes dos limites do local

Apoio em intercomparação laboratorial

Modelos de dose para grupo crítico (restrição de dose efetiva anual média é de 0,3 mSv, conforme Anexo III, Item 5.1, e, iii).

Como está sendo feito

Etapa 1

Estudo Caracterização Preliminar da Área

Levantamento de uso do solo, cobertura vegetal, clima, hidrologia, geologia, pedologia, demografia e aspectos socioeconômicos para entender a dinâmica do entorno sem precisar de campanhas primárias complexas logo na fase inicial de planejamento.



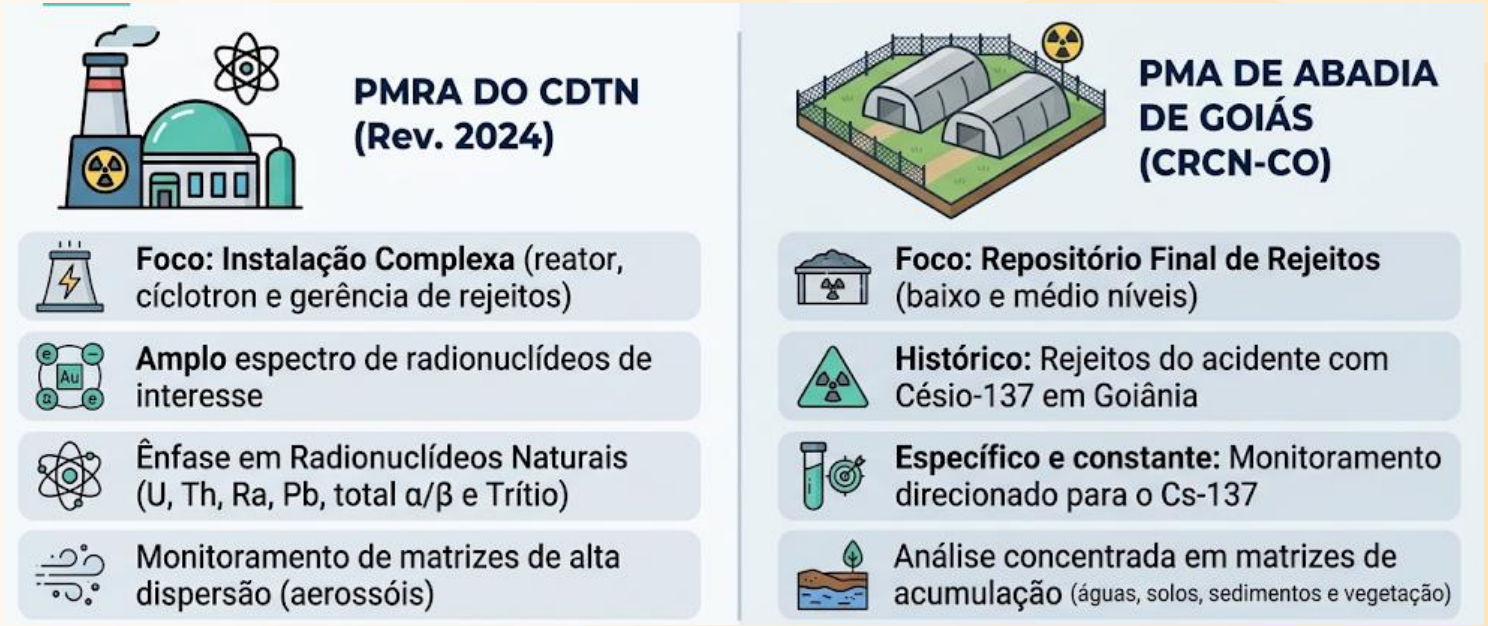
Como está sendo feito

Etapa 2

Estudo de programas consolidados em operação no Brasil

PMRA do CDTN (Rev. 2024)

PMA de Abadia de Goiás / CRCN-CO



Como está sendo feito

Etapa 3

Definição dos pontos e das técnicas analíticas

O que medir



- Liberação de efluentes líquidos
- Kerma no ar
- Concentração de atividade nas matrizes: solo, sedimentos, águas (subterrânea e superficial), vegetação e aerossóis

Onde medir



- Montante e jusante do depósito
- Limites da propriedade
- Zona predominante de dispersão atmosférica
- Áreas de recarga e fluxo hidrogeológico

Como analisar



- Radiometria alfa e beta
- Espectrometria gama
- Contagem Cherenkov
- Ativação neutrônica
- Nêutrons retardados

Resultados

14 TLD'S



Definição dos pontos de instalação de 14 dosímetros termoluminescentes.

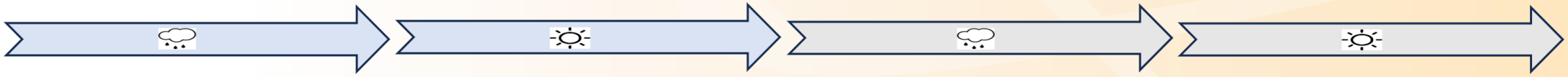
A distribuição espacial dos pontos de monitoração abrange tanto as áreas potencialmente impactadas quanto as áreas de controle durante a fase pré-operacional, em atendimento aos requisitos normativos aplicáveis.

Resultados

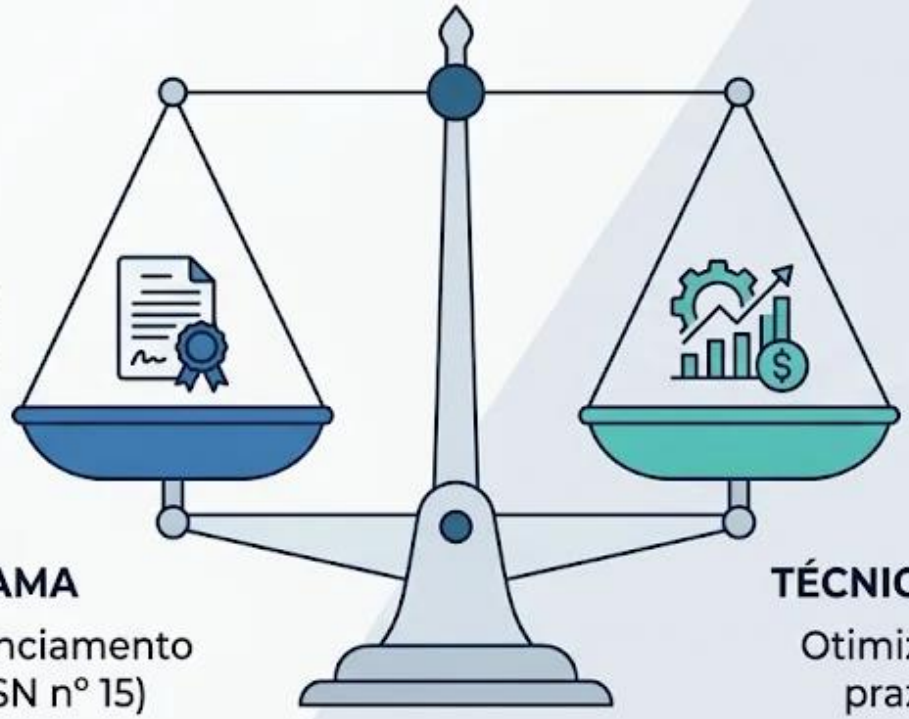
Execução mínima de 24 meses garantindo representatividade estatística das variações sazonais.

- aerossóis e efluentes →Monitoramento contínuo / coletas mensais.
- solo e cobertura vegetal →Campanhas semestrais, alinhadas às estações climáticas extremas (seca e chuva).

Isso atende à sazonalidade exigida pela norma sem onerar desnecessariamente os custos laboratoriais.



EQUILÍBRIO NO DESENVOLVIMENTO DO PMRA



RIGOR REGULATÓRIO

ANSN & IBAMA

Exigências do Licenciamento (Resolução ANSN nº 15)

VIABILIDADE DO EMPREENDIMENTO

TÉCNICA & ECONÔMICA

Otimização de custos, prazos e recursos

Resultado: Segurança jurídica e sustentabilidade para o CENTENA

Comissão Nacional
de Energia Nuclear

Obrigada!

Thais Braga Teixeira
E-mail: thais.teixeira@cdtn.br



CDTN
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO
DA TECNOLOGIA NUCLEAR

cnen
Comissão Nacional
de Energia Nuclear

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Comissão Nacional de Energia Nuclear

V Seminário de Resultados do Projeto CENTENA

• MANUAL DA QUALIDADE E PROCEDIMENTOS •

Daisy Mary Marchezini dos Santos
Bolsista de Estudos Avançados

Raul Wille Rogerio Rodrigues Ribeiro
Bolsista de Iniciação Científica

CDTN
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR

cnen
Comissão Nacional de Energia Nuclear

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

GOVERNO DO BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO



Manual da Qualidade

Daisy Mary Marchezini Santos

Química - Doutora em C&T das Radiações, Minerais e Materiais /CDTN

Bolsista de Estudos Avançados (CNEN)
Início: abril de 2023



Elaboração de Procedimentos

Raul Wille Rogerio Rodrigues Ribeiro

Graduando em Química Bacharelado – UFMG

Bolsista de Iniciação Científica (FAPEMIG)
Início: agosto de 2025

CONTEXTUALIZAÇÃO

ORIGEM MULTISSETORIAL DOS REJEITOS RADIOATIVOS

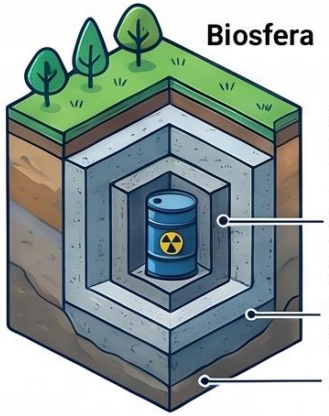


REQUISITOS DE SEGURANÇA E DEPOSIÇÃO DEFINITIVA



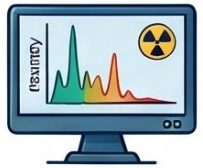
Caracterização Prévia Obrigatória

Análise detalhada das propriedades fisico-químicas e radiológicas antes do armazenamento final.



Deposição associando barreiras de engenharia em concreto autoadensavel e barreiras naturais.

CARACTERIZAÇÃO DO EMBALADO NA UCE



Inventário Radioisotópico Preciso

Identificação de radionuclídeos e determinação da atividade por espectrometria gama.



Ensaio de Parâmetros Físicos

Retirada de amostras em célula quente para ensaios mecânicos, estruturais e de lixivlação.



Critérios de Aceitação Regulatórios

Validação do tambor imobilizado conforme normas ANSN 8.01 e boas práticas de gerência.

METODOLOGIA, RASTREABILIDADE E CONFIABILIDADE



Padronização e Gestão Qualificada

Aplicação de processos padronizados baseados na norma ISO 9001 e resoluções da ANSN.

Preservação do Conhecimento Longitudinal



Rastreabilidade garantida na operação e no controle institucional.

Fonte: elaborado pela autora com o auxílio da inteligência artificial Gemini Notebook (2026).

CONTEXTUALIZAÇÃO

1. Projeto, licenciamento e construção.
2. Período de operação – aproximadamente 80 anos.
3. Controle Institucional – máximo 300 anos.
4. Longevidade do CENTENA – aproximadamente 500 anos



Fonte: elaborado pela autora com o auxílio da inteligência artificial ChatGPT (2026).

OBJETIVOS

Elaborar os documentos operacionais e normativos do CENTENA e acompanhar as atividades necessárias ao licenciamento ambiental e nuclear, dentro de um sistema de Garantia da Qualidade, para obter a Licença Prévia junto ao IBAMA e a Aprovação do Local junto à ANSN.

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS – Manual da Qualidade

Fase 1: preparação dos documentos

Foram elaborados em conformidade com os requisitos de um SGQ implementado com base na norma ABNT NBR ISO 9001.

Fase 2: estruturação dos documentos - SGQ



Identificação alfanumérica e estrutura hierárquica dos documentos

Documentos externos

- Legais
- Regulatórios

Documentos internos

- Específicos do SGQ
- Relatórios Técnicos



Gerenciamento centralizado do banco de dados

Os relatórios técnicos e os de PD&I encontram-se arquivados no CDTN.

Fase 3: versão conceitual da UCE

A Unidade de Caracterização de Embalados (UCE) receberá os embalados para a caracterização inicial antes que sejam enviados para a área de deposição. Foi definida, de maneira estruturada, a versão conceitual da UCE.





2020 – 2021 Implementação de laboratórios

- Iniciou-se com o grupo de implementação de laboratórios (estruturação das atividades).

2023 – 2026 Definição dos procedimentos operacionais

- Estabelecimento do “fluxo de embalados” e dos procedimentos operacionais para a caracterização na UCE.
- Definição dos equipamentos principais.
- Descrição das atividades, necessidades estruturais e de recursos humanos da UCE.





Fonte: elaborado pela autora com o auxílio da inteligência artificial Gemini Notebook (2026).

ATIVIDADES EM DESENVOLVIMENTO
Manual da Qualidade



Manual da Qualidade UCE
- Estruturação do Manual da Qualidade da UCE.
- Elaboração do Relatório diagnóstico dos procedimentos da UCE.



Mapeamento dos Fluxos
- Padronização dos processos operacionais das demais instalações do CENTENA.



Base documental CENTENA
- Elaboração do sumário do Manual da Qualidade do CENTENA.



Base do SGQ:
Subsidia o licenciamento ambiental e nuclear do CENTENA.



Fonte: elaborado pela autora com o auxílio da inteligência artificial Gemini Notebook (2026).

PRÓXIMAS ETAPAS
Manual da Qualidade



Manual da Qualidade UCE

- Estruturação do Manual da Qualidade da UCE.
- Elaboração do Relatório diagnóstico dos procedimentos da UCE.



Mapeamento dos Fluxos

- Padronização dos processos operacionais das demais instalações do CENTENA.



Base documental CENTENA

- Elaboração do sumário do Manual da Qualidade do CENTENA.



Base do SGQ:
Subsidia o licenciamento ambiental e nuclear do CENTENA.



Fonte: elaborado pela autora com o auxílio da inteligência artificial Gemini Notebook (2026).

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS – Elaboração de Procedimentos

Por que estruturar o SGQ e elaborar procedimentos

ANSN Resolução Nº 15

AUTORIDADE NACIONAL DE SEGURANÇA NUCLEAR

RESOLUÇÃO Nº 15, DE 31 DE MARÇO DE 2026 – DOU DE 01.04.2026

Estabelece os critérios gerais e requisitos básicos de segurança e proteção radiológica relativos ao licenciamento de depósitos iniciais, intermediários e finais de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação, em atendimento à Lei 10308/2001.

A DIRETORIA COLEGIADA DA AUTORIDADE NACIONAL DE SEGURANÇA NUCLEAR, no uso das atribuições que lhe confere o art. 4º da Lei nº 14.222, de 15 de outubro de 2021, o Decreto nº 11.142, de 21 de julho de 2022, tendo em vista a deliberação tomada em sua 6 ª reunião, e o que consta do Processo nº 48100.001283/2025-71, resolve:

Art. 1º Estabelecer os critérios gerais e requisitos básicos de segurança e proteção radiológica relativos ao licenciamento de depósitos iniciais, intermediários e finais de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação.

Seção III
Da Autorização para Operação

Art. 12. A concessão da Autorização para Operação está condicionada ao atendimento dos seguintes requisitos:
I - ter sido a construção do depósito concluída de acordo com as disposições legais, regulamentares e normativas, bem como com as condições da Autorização para Construção e seus aditamentos;
II - haver comprovação de que os requisitos de segurança e proteção radiológica aplicáveis tenham sido atendidos; e
III - atender aos critérios de aceitação de rejeitos radioativos em depósitos estabelecidos na Norma ANSN 6.09 Critérios de Aceitação para Deposição de Rejeitos Radioativos de Baixo e Médio Níveis de Radiação ou ato normativo que a tenha sucedido.

Art. 13. Com vistas à obtenção da Autorização para Operação, o titular do depósito deve submeter à ANSN um Relatório Final de Análise de Segurança (RFAS), abrangendo, em caráter obrigatório, as seguintes informações:
I - projeto e função do depósito de rejeitos radioativos;
II - caracterização dos rejeitos radioativos e fontes em desuso que compõem o depósito;
III - abrangência do gerenciamento de rejeitos no depósito;
IV - descrição do depósito e de seus componentes, equipamentos e sistemas importantes para a segurança;
V - caracterização do sítio do depósito;
VI - manual de procedimentos para as atividades com importância para a segurança;
VII - análise da segurança radiológica;
VIII - plano de proteção radiológica;
IX - plano de proteção física, conforme item 8 do Anexo II;
X - sistema de gestão da qualidade;

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS – Elaboração de Procedimentos

Por que estruturar o SGQ e elaborar procedimentos

Norma ANSN 1.16

Norma ANSN 1.16
Portaria CNEN 17/00
Abril / 2000

GARANTIA DA QUALIDADE PARA A SEGURANÇA DE USINAS NUCLEOELÉTRICAS E OUTRAS INSTALAÇÕES

Resolução CNEN 15/99
Publicação: DOU 21.09.1999

Portaria CNEN 17/00
Publicação: DOU 03.04.2000

4. REQUISITOS PARA OS SISTEMAS E PROGRAMAS DE GARANTIA DA QUALIDADE

4.1 SISTEMAS DE GARANTIA DA QUALIDADE

4.1.1 Obrigatoriedades e Responsabilidades

4.1.1.1 É obrigatório, por parte do *Requerente*, o estabelecimento e a implementação de um *Sistema de Garantia da Qualidade* para o Empreendimento, de acordo com os requisitos desta Norma, conforme aplicáveis à natureza do Empreendimento e de forma a assegurar o controle das atividades associadas aos seus diversos *estágios*.

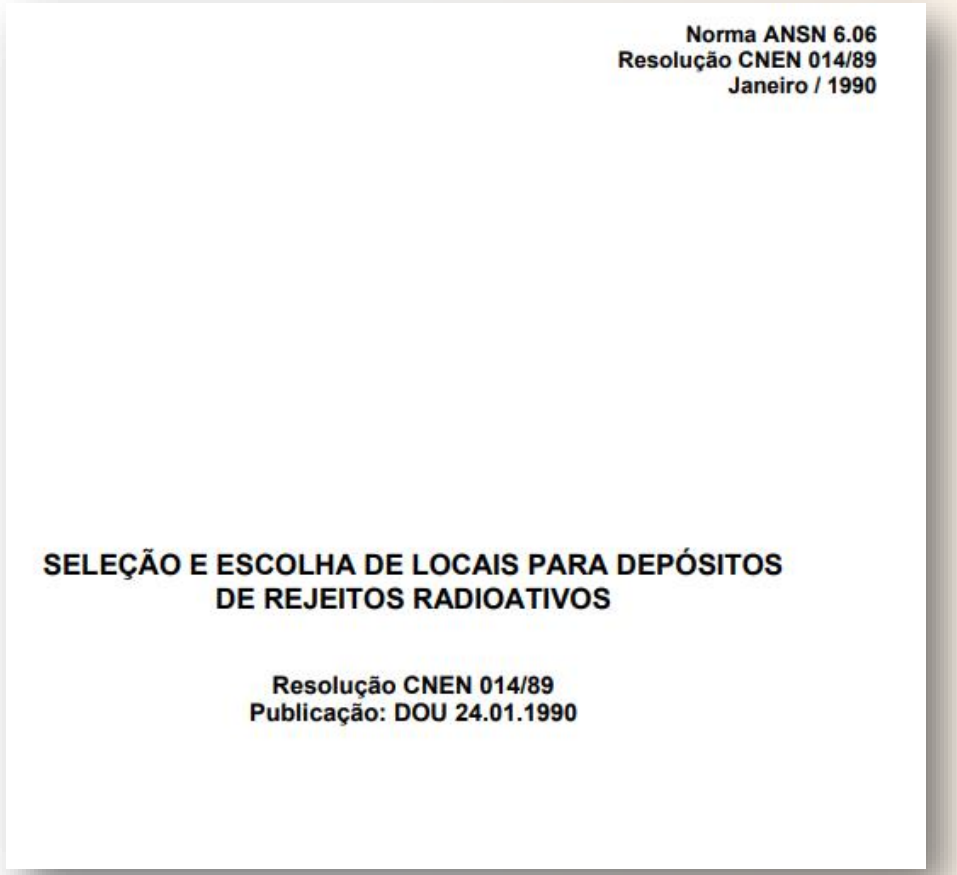
4.2 PROGRAMAS DE GARANTIA DA QUALIDADE

4.2.1. O *requerente*, para fins de *licenciamento* da *instalação*, deve submeter à *ANSN*, os *PGQ*, tanto dos *contratados principais* como o seu próprio programa, com antecedência suficiente para permitir a sua avaliação, pela *ANSN*, antes do início das atividades a que se referem. O *PGQ* do *Requerente* deve incluir, necessariamente, o gerenciamento do Empreendimento, a indicação dos *contratados principais* e do *OSTI*, quando especificado pelo *Responsável pelo Sistema* ou pelo *Projetista*;[1]

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS – Elaboração de Procedimentos

Por que estruturar o SGQ e elaborar procedimentos

Norma ANSN 6.06



Norma ANSN 6.06
Resolução CNEN 014/89
Janeiro / 1990

SELEÇÃO E ESCOLHA DE LOCAIS PARA DEPÓSITOS DE REJEITOS RADIOATIVOS

Resolução CNEN 014/89
Publicação: DOU 24.01.1990

Todos os levantamentos de campo devem ter rastreabilidade documental completa, desde a coleta da amostra até o laudo laboratorial final.

Os testemunhos de sondagem, mapas, registros brutos e relatórios de caracterização do local devem ser preservados como registros permanentes da qualidade, pois servirão de linha de base para os próximos 300 anos de controle do repositório.

Para que os estudos de seleção de local sejam aceitos pela ANSN , a organização deve elaborar e seguir Procedimentos Operacionais específicos para cada etapa.

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS – Elaboração de Procedimentos

Por que estruturar o SGQ e elaborar procedimentos

Norma ANSN 8.01

Norma ANSN 8.01
Resolução CNEN 343/25
Julho / 2025

GERÊNCIA DE REJEITOS RADIOATIVOS DE BAIXO E MÉDIO NÍVEIS DE RADIAÇÃO

Norma CNEN NE 6.05
Publicação: DOU 17.12.1985

Resolução CNEN 167/14
Publicação: DOU 15.05.2014

Resolução CNEN 343/25
Publicação: DOU 07.07.2025

CAPÍTULO III
DOS REQUISITOS BÁSICOS DA GERÊNCIA DE REJEITOS RADIOATIVOS

Seção I
Dos Requisitos Gerais

Art. 4º As instalações radiativas, instalações nucleares e instalações minero-industriais nucleares devem dispor de um plano de gerência de rejeitos com a descrição do sistema de gerência de rejeitos radioativos, dentro do contexto dos respectivos processos de licenciamento ou controle regulatório.

§ 1º Para as instalações radiativas, o plano de gerência de rejeitos radioativos deve estar em conformidade com o roteiro apresentado no Anexo I.

§ 2º Para as instalações minero-industriais nucleares, as informações relativas à gerência de rejeitos devem estar contidas nos Relatórios de Análise de Segurança, dentro do contexto do respectivo processo de licenciamento da instalação, estabelecido em normas específicas da ANSN.

§3º Para as instalações nucleares e depósitos de rejeitos, aplicam-se os Relatórios de Análise de Segurança previstos na Norma ANSN 8.02 Licenciamento de Depósitos de Rejeitos de Baixo e Médio Níveis de Radiação e em demais normas específicas da ANSN.

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS – Elaboração de Procedimentos

Por que estruturar o SGQ e elaborar procedimentos

Norma ANSN 3.01

Norma ANSN 3.01
Resolução CNEN 344/25
Julho / 2025

REQUISITOS BÁSICOS DE RADIOPROTEÇÃO E SEGURANÇA RADIOLÓGICA DE FONTES DE RADIAÇÃO

Resolução CNEN 27/04
Publicação: DOU 06.01.2005

Resolução CNEN 48/05
Publicação: DOU 14.11.2005

Portaria CNEN 07/05
Publicação: DOU 18.01.2006

Resolução CNEN 114/11
Publicação: DOU 01.09.2011

Resolução CNEN 164/14
Publicação: DOU 11.03.2014

Resolução CNEN 323/24
Publicação: DOU 18.04.2024

Resolução CNEN 344/25
Publicação: DOU 07.07.2025

ANEXO D
PLANO DE RADIOPROTEÇÃO PARA SITUAÇÕES DE EXPOSIÇÃO PLANEJADA

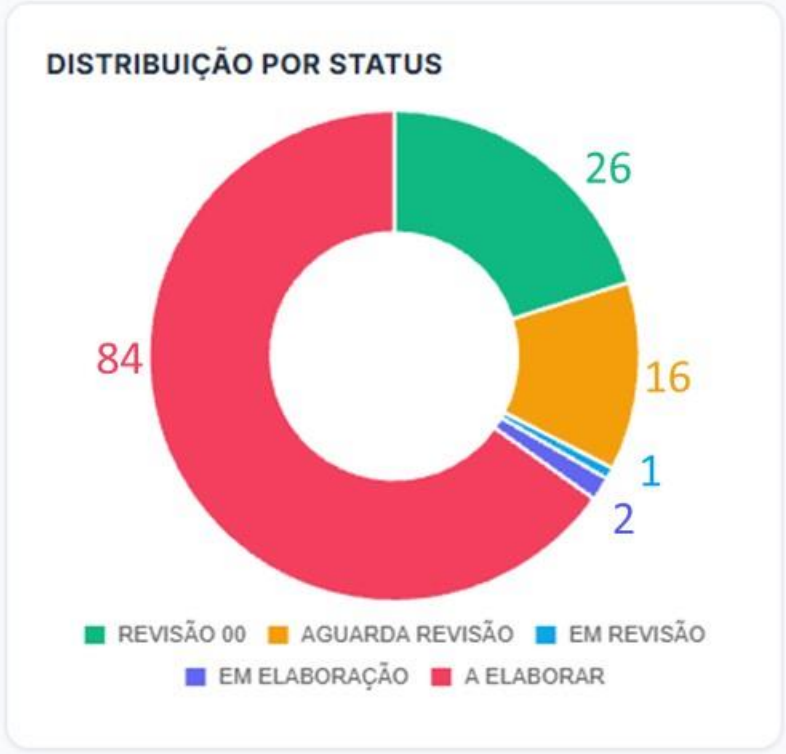
Art. 1º Os titulares de instalações e atividades em situações de exposição planejada, devem submeter um Plano de Radioproteção para avaliação da ANSN.
Parágrafo único. Este documento deve descrever todo o sistema de radioproteção e segurança radiológica da instalação ou atividade e demonstrar a conformidade com os requisitos de radioproteção e segurança radiológica, estabelecidos pela ANSN.

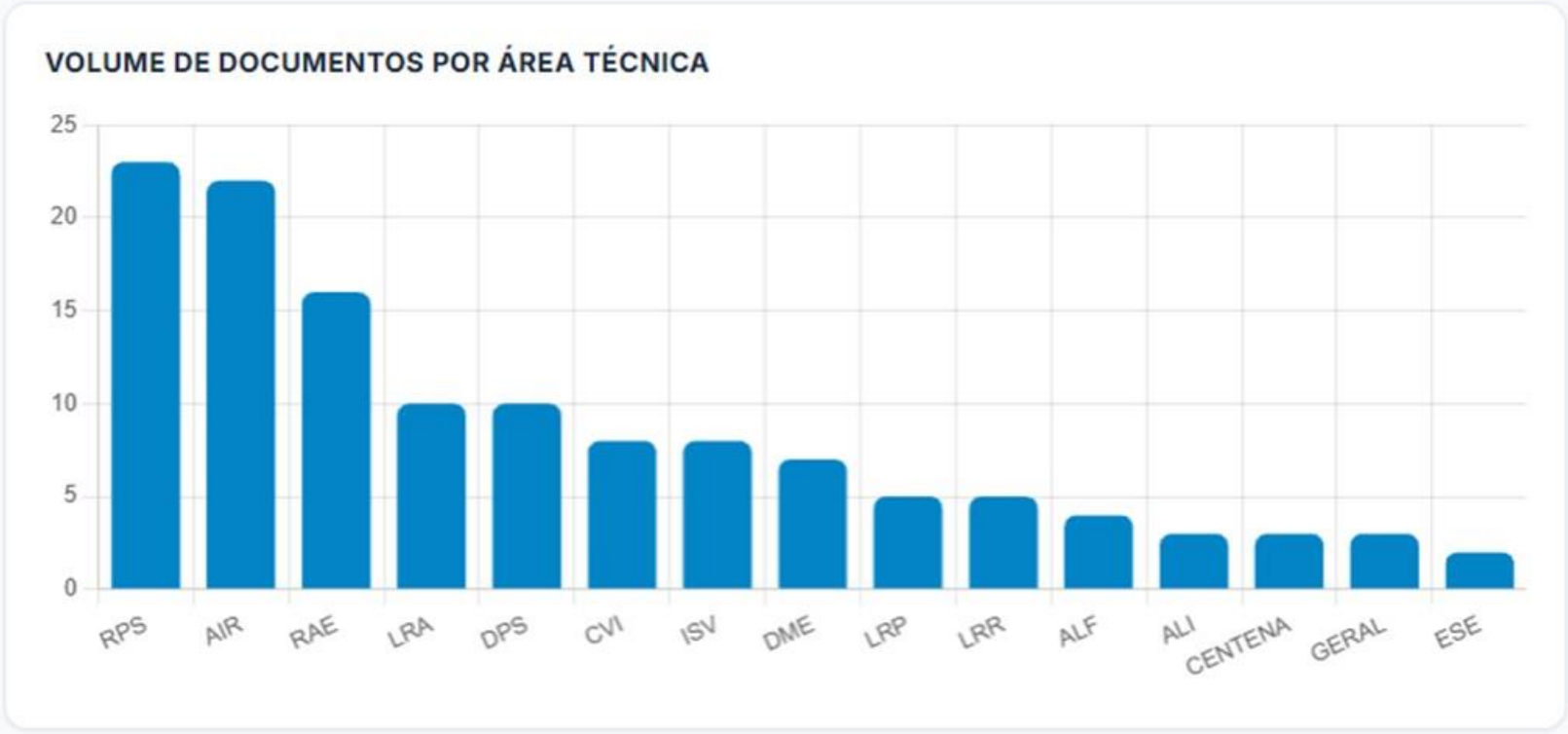
Art. 2º O Plano de Radioproteção deve conter as seguintes informações:
I - identificação da instalação e da sua estrutura organizacional, com uma definição clara das linhas de responsabilidade e respectivos responsáveis;
II - descrição do objetivo e das atividades previstas na instalação;
III - função, classificação e descrição das áreas da instalação;
IV - descrição da estrutura do serviço de radioproteção: equipe, instalações e equipamentos;
V - descrição das fontes de radiação e dos correspondentes sistemas de controle e segurança, com detalhamento das atividades envolvendo essas fontes;
VI - demonstração da otimização da radioproteção, ou de sua dispensa;
VII - função, qualificação e jornada de trabalho dos IOEs;
VIII - estimativa das doses anuais para os IOEs e indivíduos do público, em condições de exposição normal;
IX - descrição dos programas e procedimentos relativos à monitoração individual, monitoração de área, monitoração de efluentes e monitoração do meio ambiente;
X - descrição do sistema de gerência de rejeitos radioativos;
XI - descrição do sistema de liberação de efluentes radioativos;
XII - descrição do controle médico do IOE, incluindo planejamento médico em caso de acidentes;
XIII - programas de treinamento específicos para IOE e, conforme aplicável, para os demais funcionários;
XIV - níveis operacionais e demais restrições adotadas;
XV - descrição dos tipos de acidentes previsíveis, incluindo o sistema de detecção dos mesmos, destacando os mais prováveis e os de maior porte;
XVI - planejamento de resposta em situações de emergência, até o completo restabelecimento da situação normal;
XVII - regulamentos internos e instruções gerais a serem fornecidas por escrito aos IOEs e demais trabalhadores, visando a execução segura de suas atividades; e
XVIII - Programa de Garantia da Qualidade aplicável ao sistema de radioproteção.

V - dispor de procedimentos e instruções operacionais em relação à radioproteção e à segurança radiológica, com atualizações periódicas, de acordo com um sistema de gestão;

ATIVIDADES EM DESENVOLVIMENTO – Elaboração de Procedimentos

TOTAL GERAL	REVISÃO 00	AGUARDA REVISÃO	EM ANDAMENTO	A ELABORAR	PARA ARQUIVAR
129	26	16	3	84	26
100% do escopo	20.2%	12.4%	2.3%	65.1%	Ação: ARQUIVAR





Fonte: elaborado pela autor com o auxílio da inteligência artificial Gemini (2026).

PRÓXIMAS ETAPAS – Elaboração de Procedimentos

TOTAL GERAL	REVISÃO 00	AGUARDA REVISÃO	EM ANDAMENTO	A ELABORAR	PARA ARQUIVAR
129	26	16	3	84	26
100% do escopo	20.2%	12.4%	2.3%	65.1%	Ação: ARQUIVAR

Priorizando aqueles relacionados às atividades essenciais do CENTENA.





Fonte: elaborado pela autor com o auxílio da inteligência artificial Gemini (2026).

PUBLICAÇÕES E PARTICIPAÇÃO EM EVENTOS (2026)

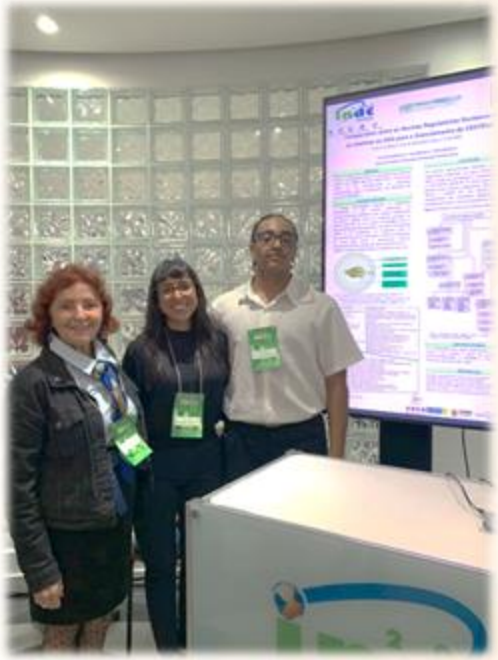
- **INAC 2026 –** Rio de Janeiro, RJ, 24 a 28 de agosto, 2026.

"Strategies for the Institutional Memory preservation to CENTENA over the next 500 years".
"Comparativo entre as Normas Regulatórias Nucleares e as Relativas ao SGQ para o Licenciamento do CENTENA"

- **38º ERSBQ –** UFV, Viçosa, MG, 06 a 08 de novembro, 2026.

"Estudo normativo licenciamento nuclear e ambiental do CENTENA"









Comissão Nacional de Energia Nuclear

Obrigado!

Daisy Marchezini
dmms@cdtn.br
31 9 8482 9507



Raul Ribeiro
raul.ribeiro@cdtn.br
31 9 8680 1442



CDTN
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR

cnen
Comissão Nacional de Energia Nuclear

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

GOVERNO DO BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Comissão Nacional de Energia Nuclear

V Seminário de Resultados do Projeto CENTENA

Licenciamento Ambiental

Rafael S.S. Pimenta de Almeida• Engenheiro Ambiental
Rogério Tadeu de Souza• Bolsista de Projeto

CDTN
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR

cnen
Comissão Nacional de Energia Nuclear

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

GOVERNO DO BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Sumário

1. Objetivo

2. Atividades realizadas (passado e presente)

3. Próximos passos



1. Objetivo

A equipe tem como objetivo principal a realização de atividades relacionadas a **caracterização do local** com foco no **diagnóstico** e desenvolvimento de **estudos** para os **meios físico, sócio-econômico e biológico** que integram o licenciamento **ambiental.**

Meio Físico



- Solo
- Água Subterrânea e Superficial
- Relevo e Geologia
- Clima e Meteorologia

Meio Socioeconômico



- População e Comunidades
- Atividades Econômicas
- Infraestrutura
- Patrimônio Cultural

Meio Biológico



- Fauna
- Flora
- Ecossistemas

Licenciamento Ambiental

2. Atividades realizadas – passado

2023



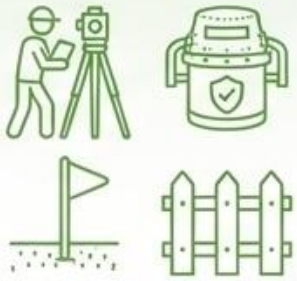
- Sistematização do licenciamento ambiental.
- Listagem dos critérios e parâmetros do processo de escolha de local referentes à metodologia reversa.
- Elaboração de especificações técnicas para contratação de serviços especializados.

2024

1. Participação de variadas reuniões sobre o Projeto, inclusive com o IBAMA para elaboração do TR de licenciamento e entrada do FCA



2. Campo para reconhecimento da área e avaliação dos poços de monitoramento, marcos topográficos e situação do cercamento da área



3. Campo para realização de "testes de vida" nos poços/recuperação de poços/redesenvolvimento e pontos de futura portaria



4. Participação em reuniões técnicas com empresas da área ambiental



5. Diversos TR´s



6. Início do monitoramento dos poços



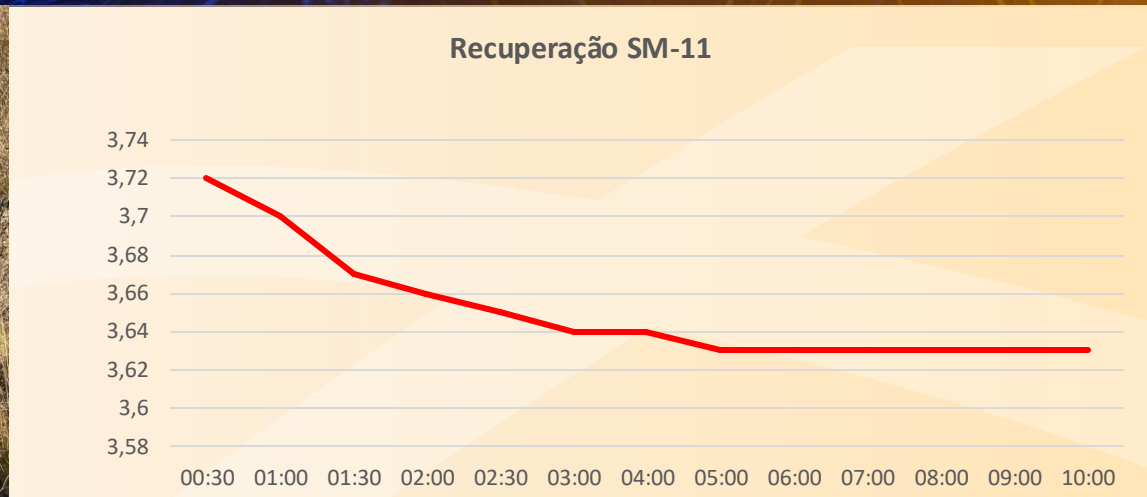


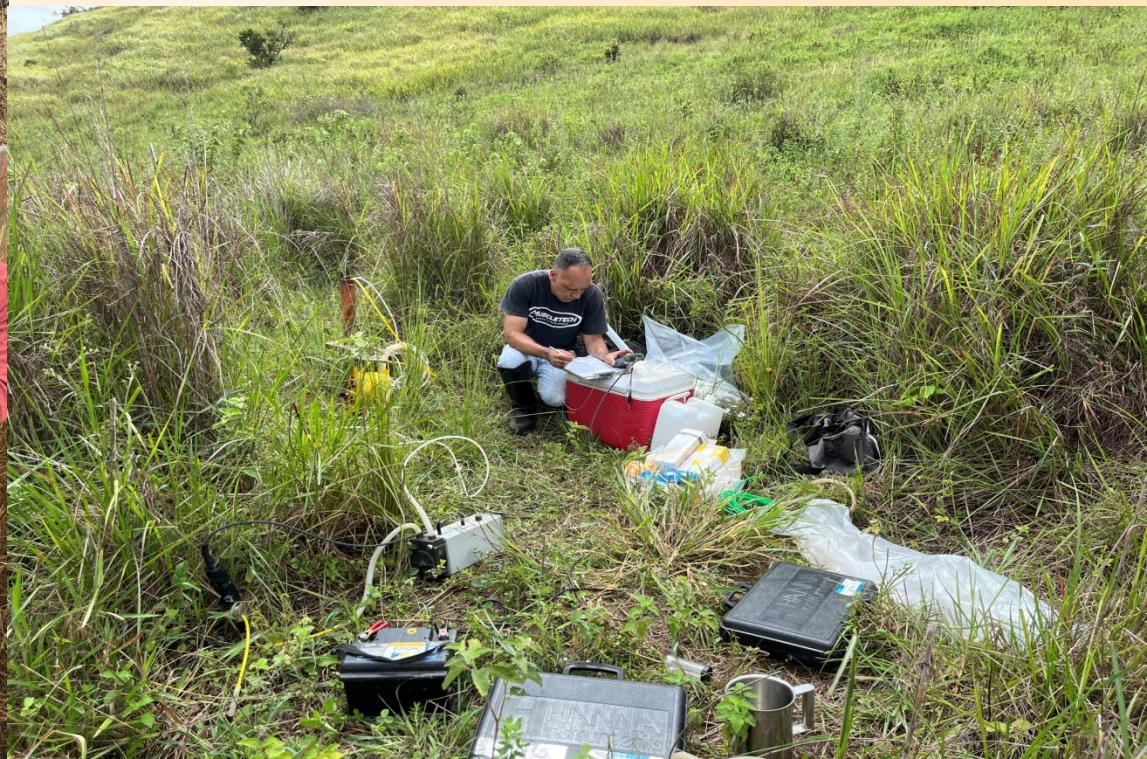




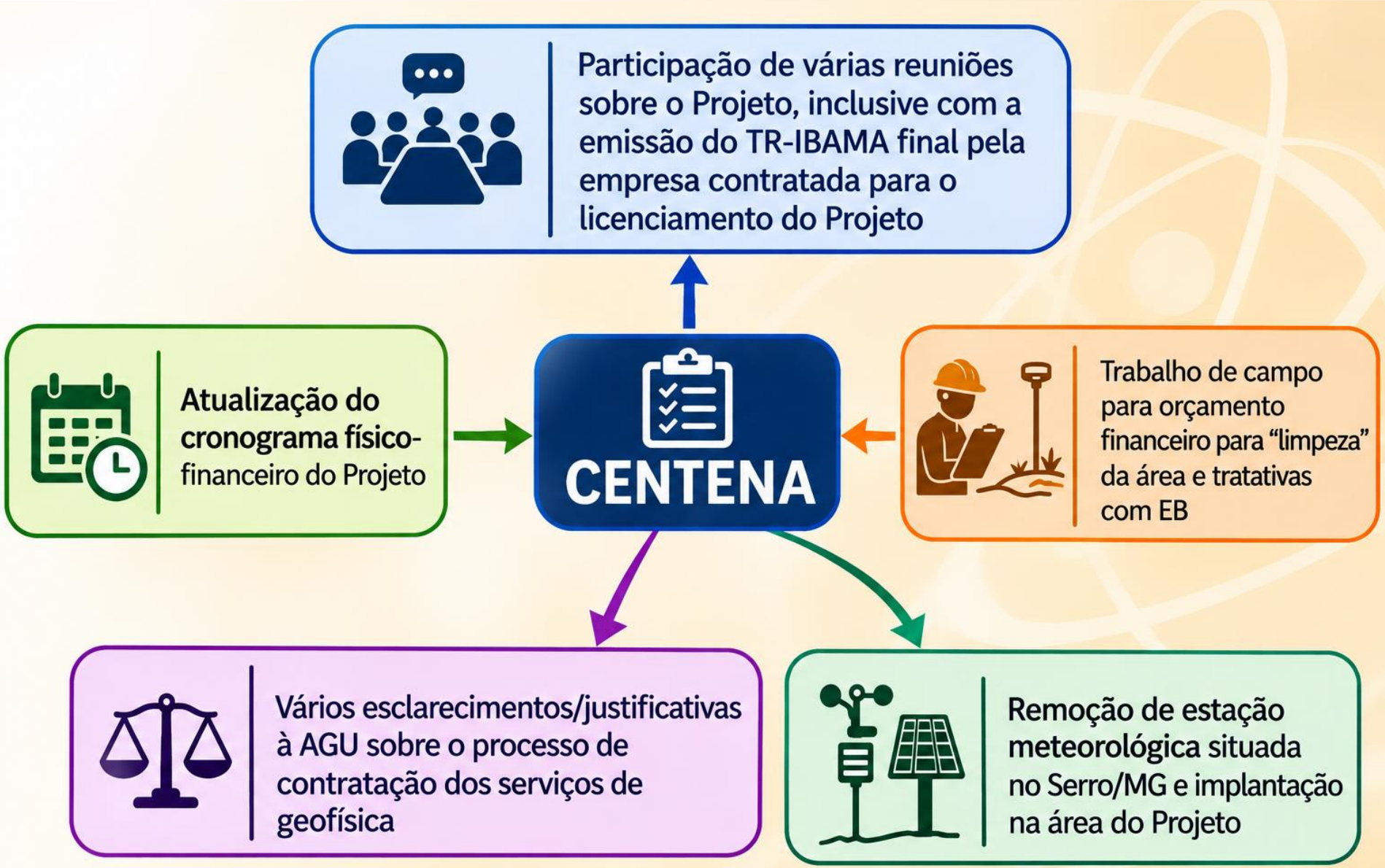





Recuperação SM-11
3,74
3,72
3,7
3,68
3,66
3,64
3,62
3,6
3,58
00:30
01:00
01:30
02:00
02:30
03:00
04:00
05:00
06:00
07:00
08:00
09:00
10:00



2025


Participação de várias reuniões sobre o Projeto, inclusive com a emissão do TR-IBAMA final pela empresa contratada para o licenciamento do Projeto
Atualização do cronograma físico-financeiro do Projeto
CENTENA
Trabalho de campo para orçamento financeiro para "limpeza" da área e tratativas com EB
Vários esclarecimentos/justificativas à AGU sobre o processo de contratação dos serviços de geofísica
Remoção de estação meteorológica situada no Serro/MG e implantação na área do Projeto

CNEN • Licenciamento Ambiental

CDTN Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear
cnen Comissão Nacional de Energia Nuclear
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
Governo do Brasil — Do lado do povo brasileiro







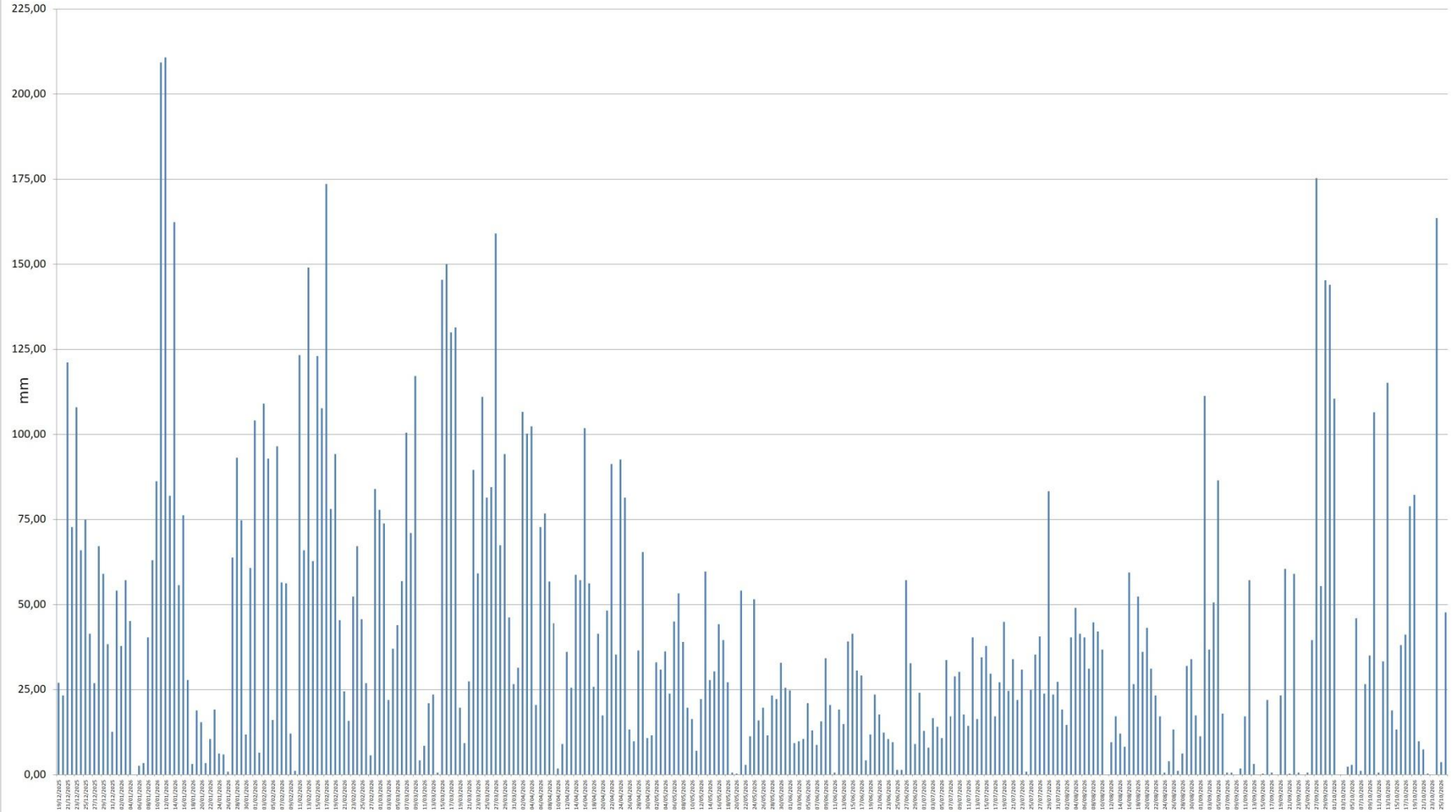




3. Atividades realizadas – presente

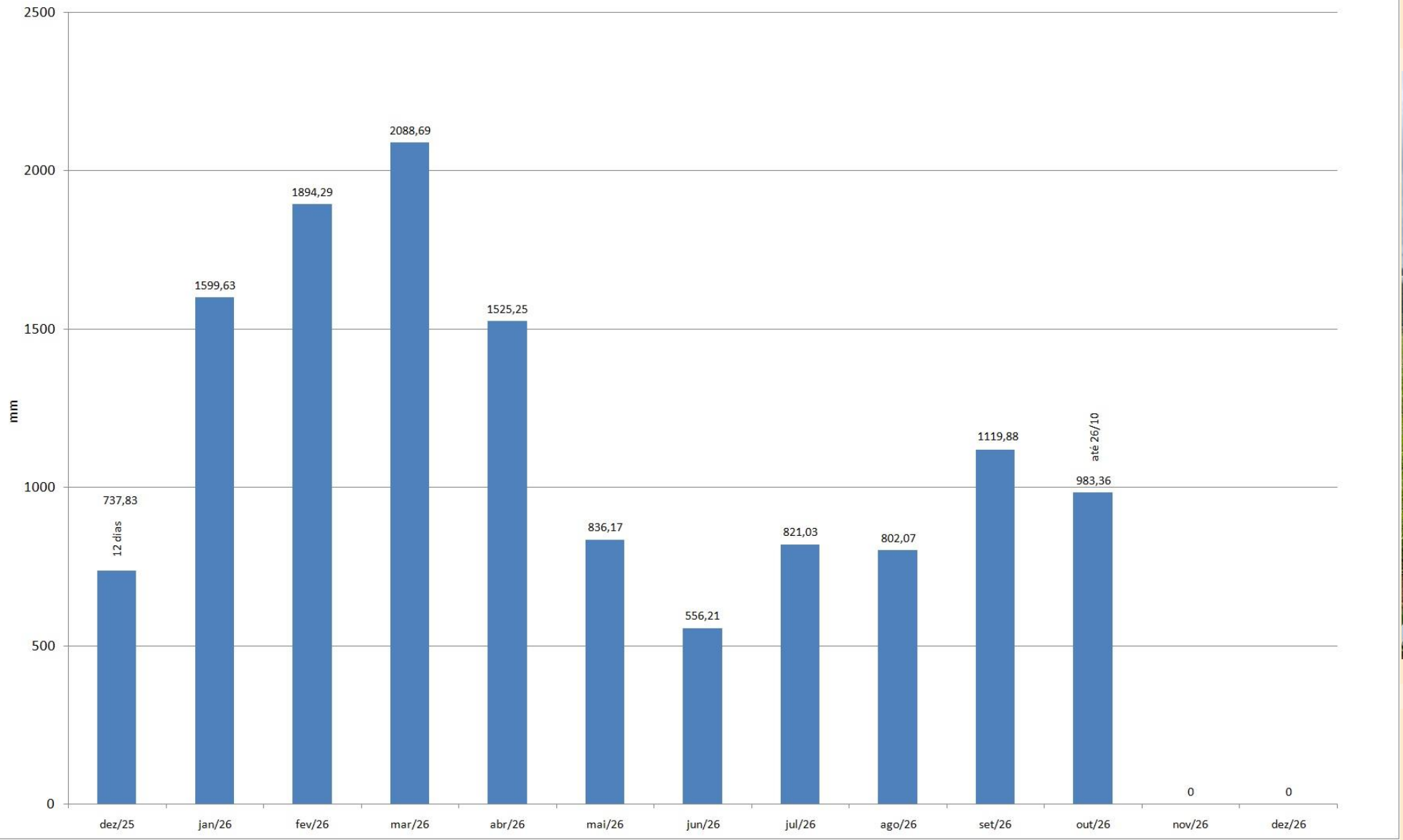
Tema	Descrição	
Monitoramento dos poços	Acompanhamento e coleta de dados nos poços de monitoramento.	
Monitoramento da estação meteorológica	Registro contínuo das condições meteorológicas na área do Projeto.	
Aquisição de novo pluviógrafo	Implantação de novo equipamento para medição de precipitação.	
Contratação de laboratório de análise de água subterrânea	Realização de análises físico-químicas da água dos poços.	
Acompanhamento da contratação da empresa que elaborará os estudos ambientais	Supervisão do processo de contratação e execução dos estudos ambientais.	
Contratação dos estudos geofísicos	Contratação e acompanhamento dos estudos geofísicos na área do Projeto.	

Índice Pluviométrico na Área do Projeto CENTENA

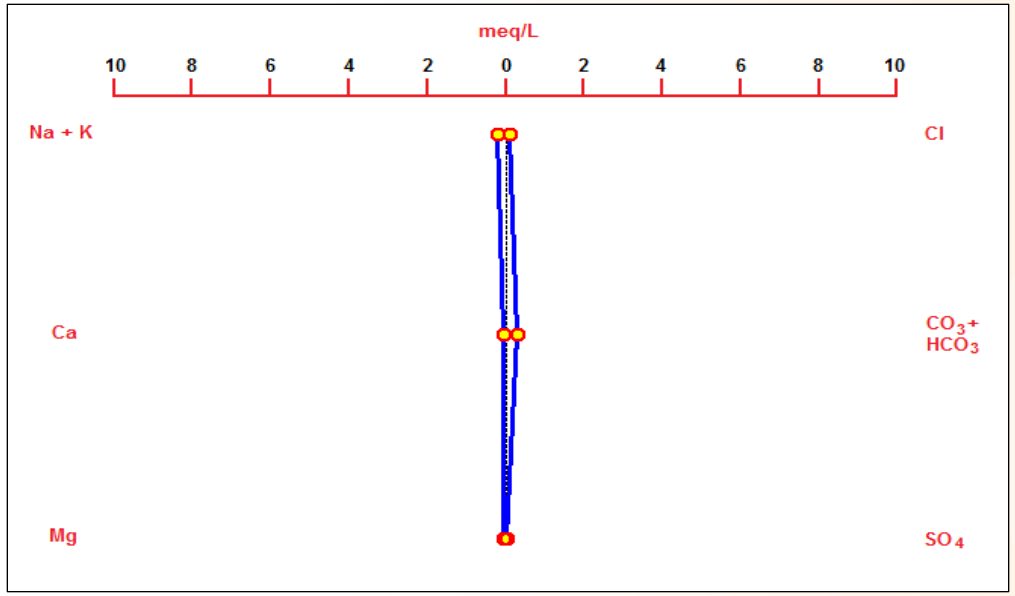


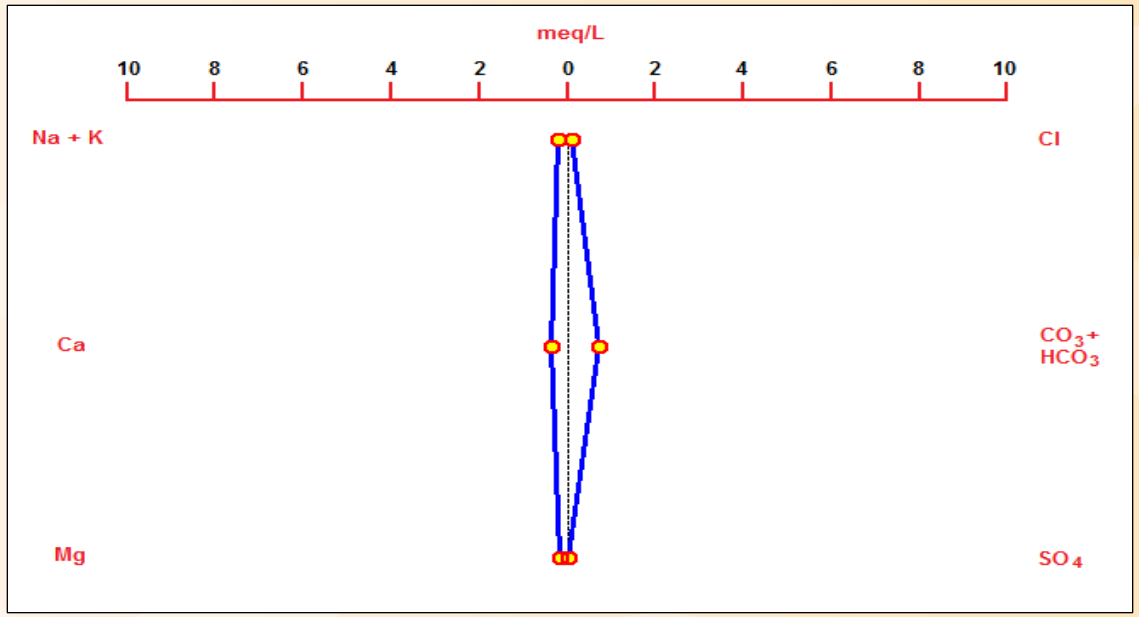


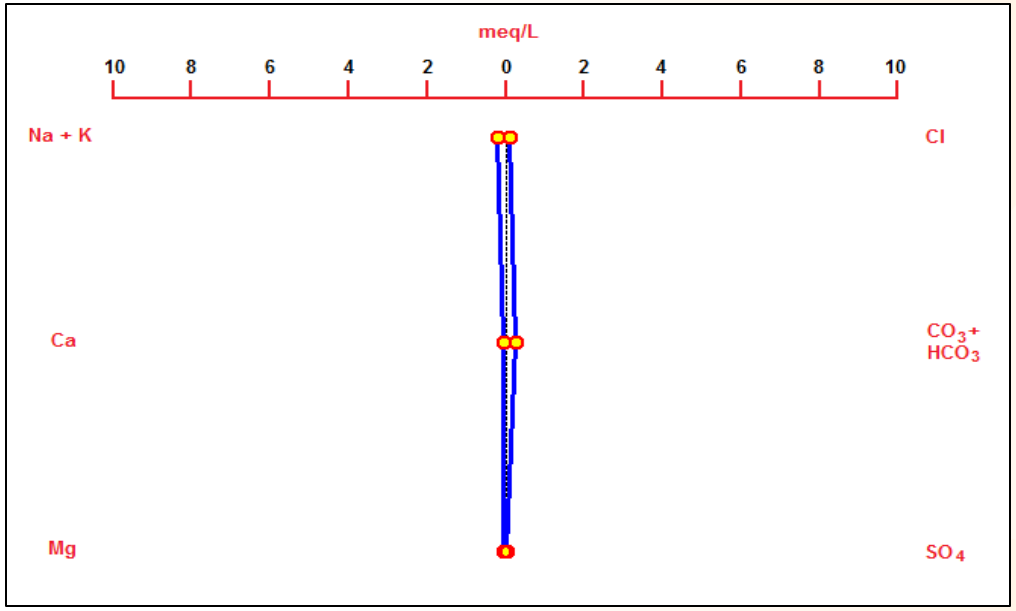
Índice Pluviométrico na Área do Projeto CENTENA

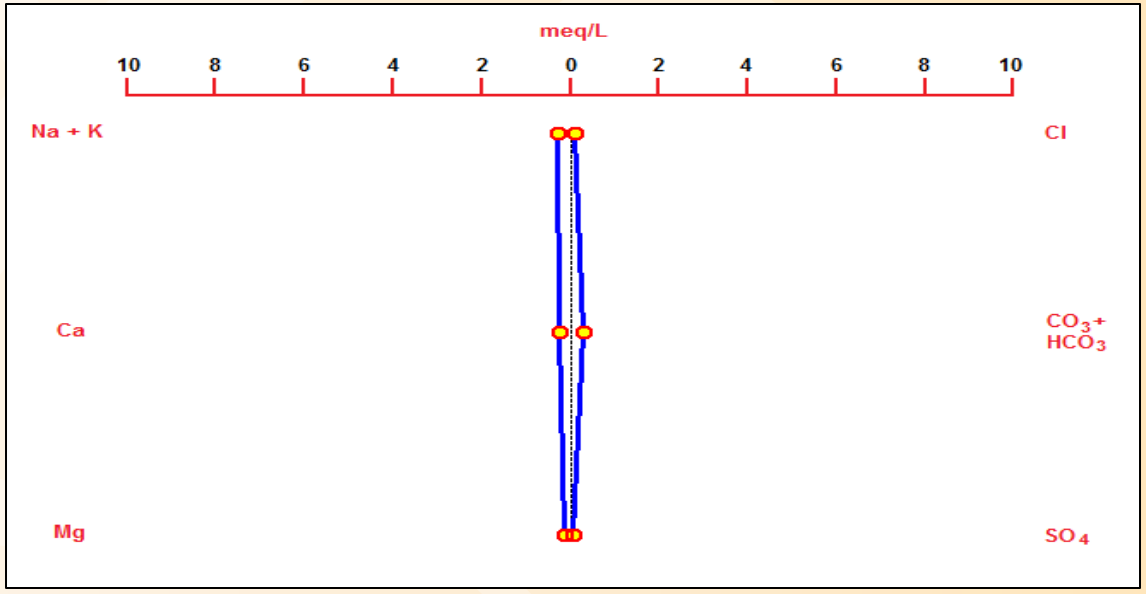


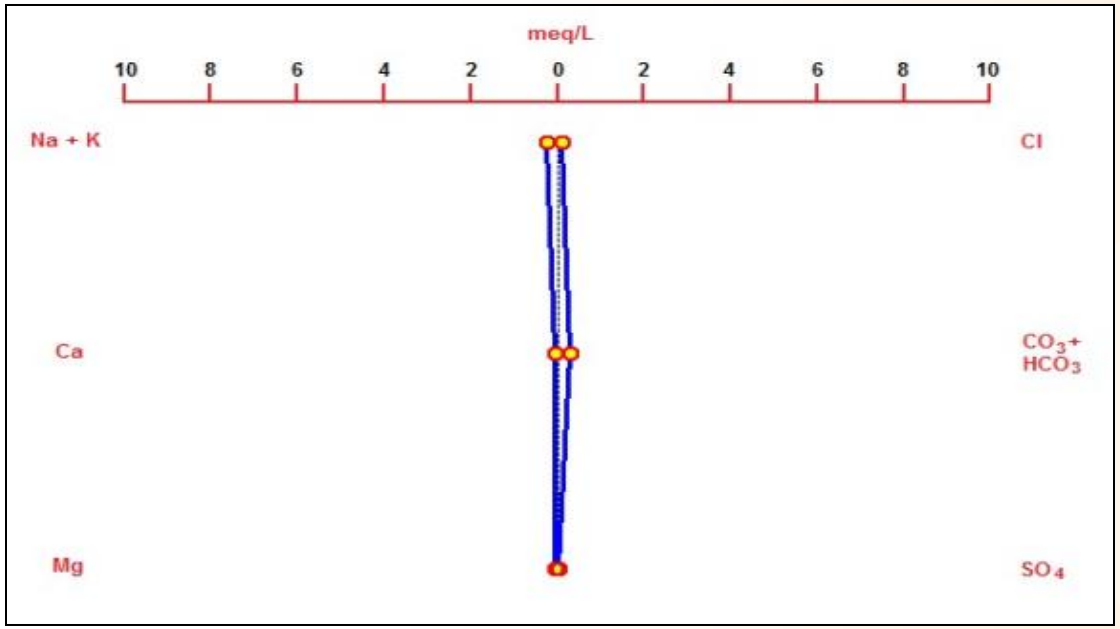


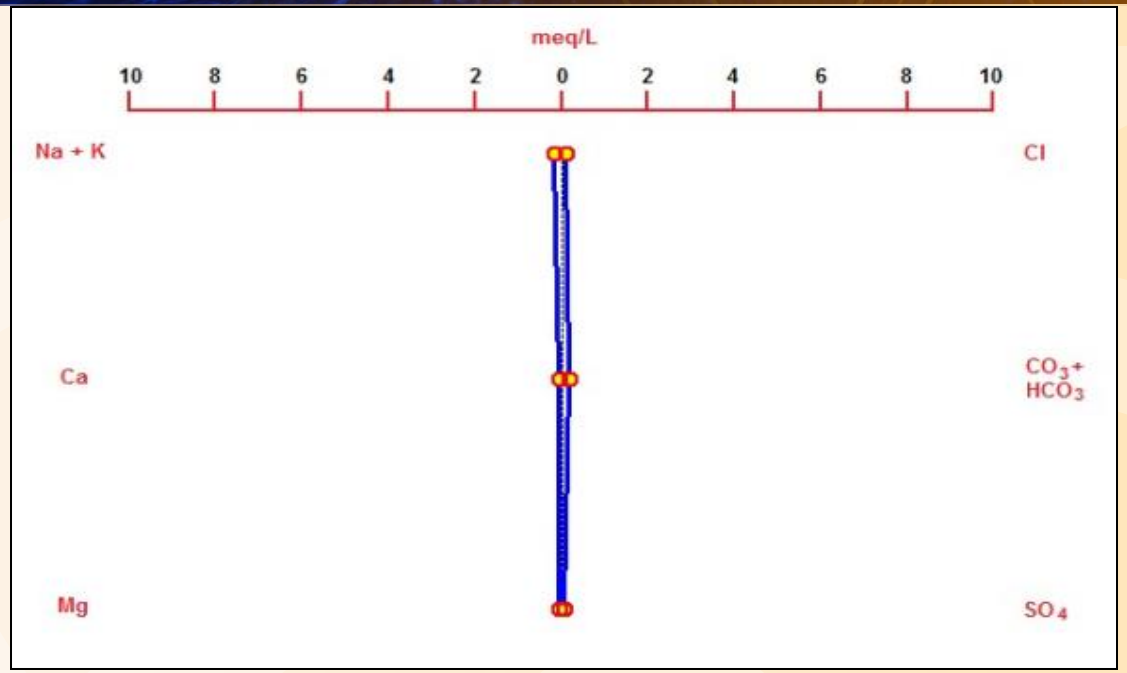

meq/L
10 8 6 4 2 0 2 4 6 8 10
Na + K
Cl
Ca
CO_3+ HCO_3
Mg
SO_4

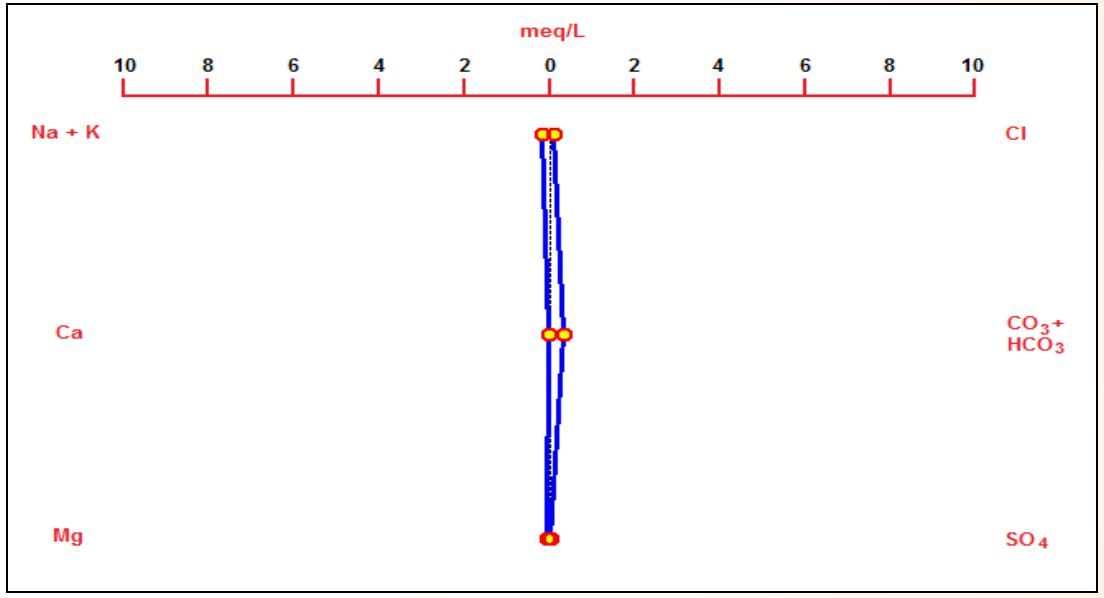

meq/L
10 8 6 4 2 0 2 4 6 8 10
Na + K
Cl
Ca
CO_3+ HCO_3
Mg
SO_4

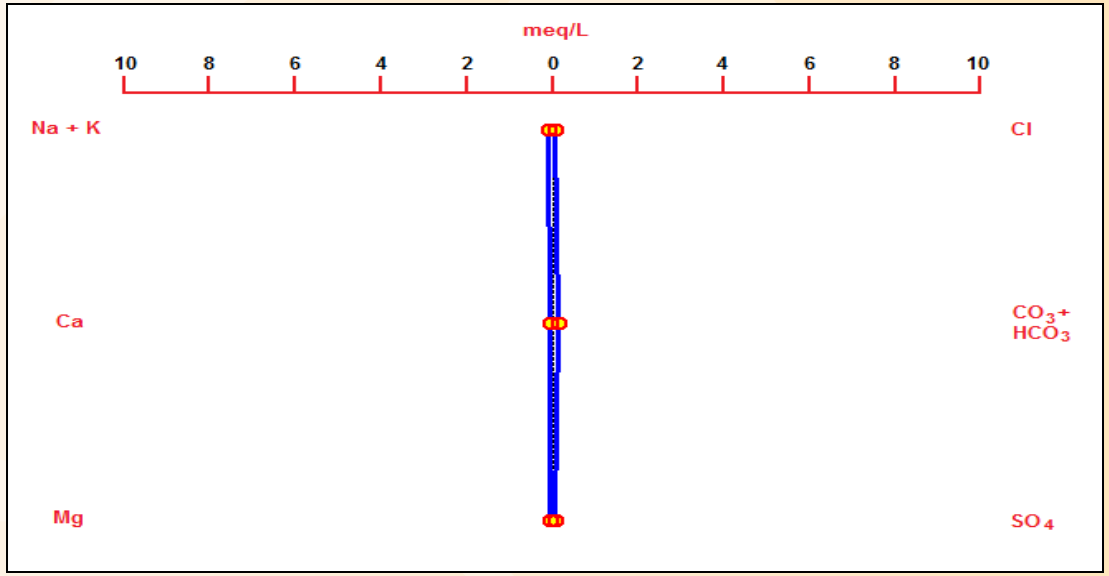

meq/L
10 8 6 4 2 0 2 4 6 8 10
Na + K
Cl
Ca
CO_3+ HCO_3
Mg
SO_4


meq/L
10 8 6 4 2 0 2 4 6 8 10
Na + K
Cl
Ca
CO_3+ HCO_3
Mg
SO_4


meq/L
10 8 6 4 2 0 2 4 6 8 10
Na + K
Cl
Ca
CO_3+ HCO_3
Mg
SO_4


meq/L
10 8 6 4 2 0 2 4 6 8 10
Na + K
Cl
Ca
CO_3+ HCO_3
Mg
SO_4


meq/L
10 8 6 4 2 0 2 4 6 8 10
Na + K
Cl
Ca
CO_3+ HCO_3
Mg
SO_4


meq/L
10 8 6 4 2 0 2 4 6 8 10
Na + K
Cl
Ca
CO_3+ HCO_3
Mg
SO_4

4. Próximos passos



Acompanhamento e avaliação dos estudos geofísicos



Instalação de novos poços de monitoramento, inclusive no aqüífero fraturado



Continuação do monitoramento da estação meteorológica e tratamento dos dados



Instalação do novo pluviógrafo



Avaliação dos estudos ambientais junto à empresa contratada

Comissão Nacional
de Energia Nuclear

Obrigado(a)!



Rogério Tadeu de Souza
E-mail: rogerio.souza@cdtn.br

CDTN
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO
DA TECNOLOGIA NUCLEAR

cnen
Comissão Nacional
de Energia Nuclear

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Comissão Nacional de Energia Nuclear

Projeto CENTENA
Seminário de Resultados 2026

Clédola Cássia O. de Tello
Rogério Pimenta Mourão
CDTN/CNEN

CDTN
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR

cnen
Comissão Nacional de Energia Nuclear

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

GOVERNO DO BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Próximas Etapas e Desafios

Atividades relativas ao Local

No Local

- Delimitação segundo revisão cartorial;
- Colocação da cerca divisória;
- Unidade de informação e suporte às atividades de campo;
- Estudos geofísicos;
- Abertura de poços de sondagem e coleta de amostras;
- Caracterização e estudos ambientais.

Fora do Local

- Anúncio do local;
- Cessão do terreno;
- Plano de Comunicação no Local;
- Estudos laboratoriais do material coletado;
- Finalização do projeto conceitual do Centro.

Atividades relativas ao Planejamento

- Recursos financeiros equacionados;
- Processos de ***aquisição*** ágeis;
- Execução dos Contratos;
- Sistematização da documentação;
- Plano de gestão de riscos;
- Efetivação de parcerias estratégicas;
- Ampliação dos recursos humanos.

Atividades relativas ao PD&I

- Continuação dos trabalhos em curso;
- Confecção de um segundo protótipo do contêiner;
- Estudos de outros concretos a serem utilizados no sistema de deposição;
- Estudos de migração de radionuclídeos nas diversas barreiras do sistema de deposição.

DESAFIOS

Financeiros

- Obtenção de recursos;
- Compatibilizar a legislação de ***aquisições*** com o cronograma de atividades.

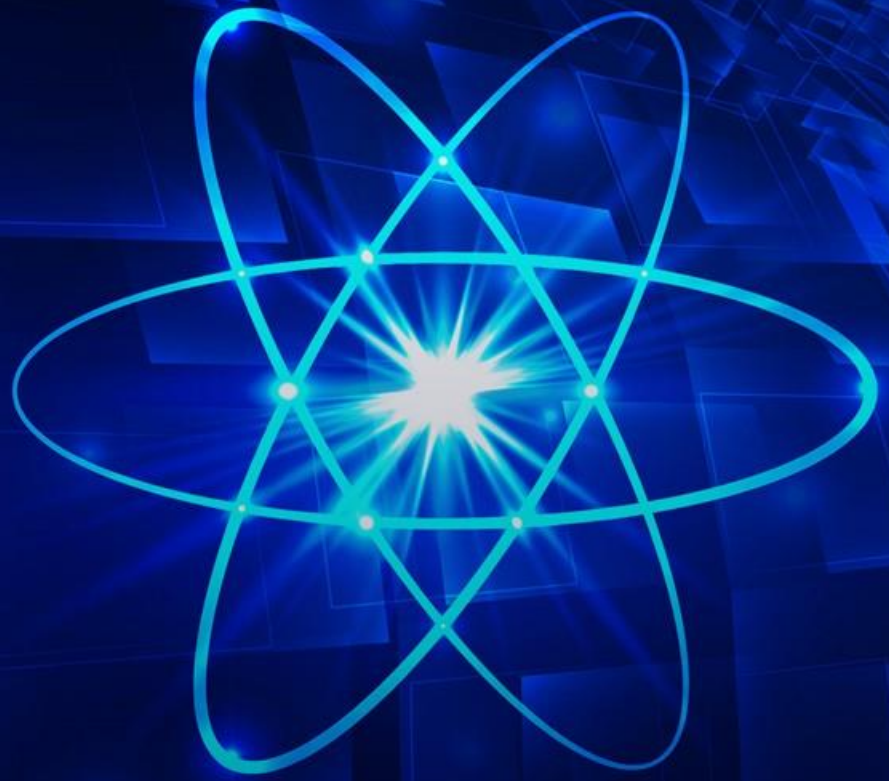
Técnicos

- Cumprir o cronograma;
- Ter Recursos Humanos capacitados;
- Realizar processos construtivos: ecologicamente corretos, economicamente viáveis, socialmente justos e culturalmente diversos.

Políticos

- Compatibilizar os reguladores ambiental e nuclear quanto ao licenciamento;
- Esclarecer a população: nível nacional, regional e municipal;
- Preparar o portfólio de impactos positivos para a região;
- Implantar os benefícios previstos na região e município.

Sustentabilidade social, econômica e ambiental do CENTENA



Comissão Nacional
de Energia Nuclear

Obrigada!

CDTN/CNEN
Clédola Cássia O. de Tello
E-mail: tellocc@cdtn.br
Contato: (31)3439-9586

CDTN
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO
DA TECNOLOGIA NUCLEAR

cnen
Comissão Nacional
de Energia Nuclear

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO