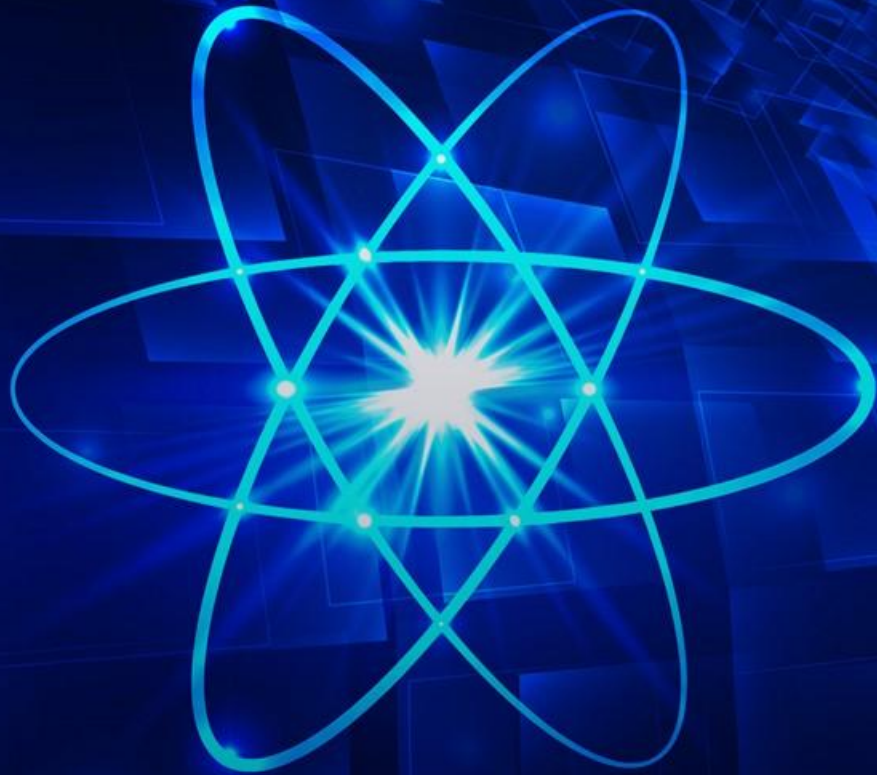


Comissão Nacional de Energia Nuclear



Projeto CENTENA

Seminário de Resultados 2025

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



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

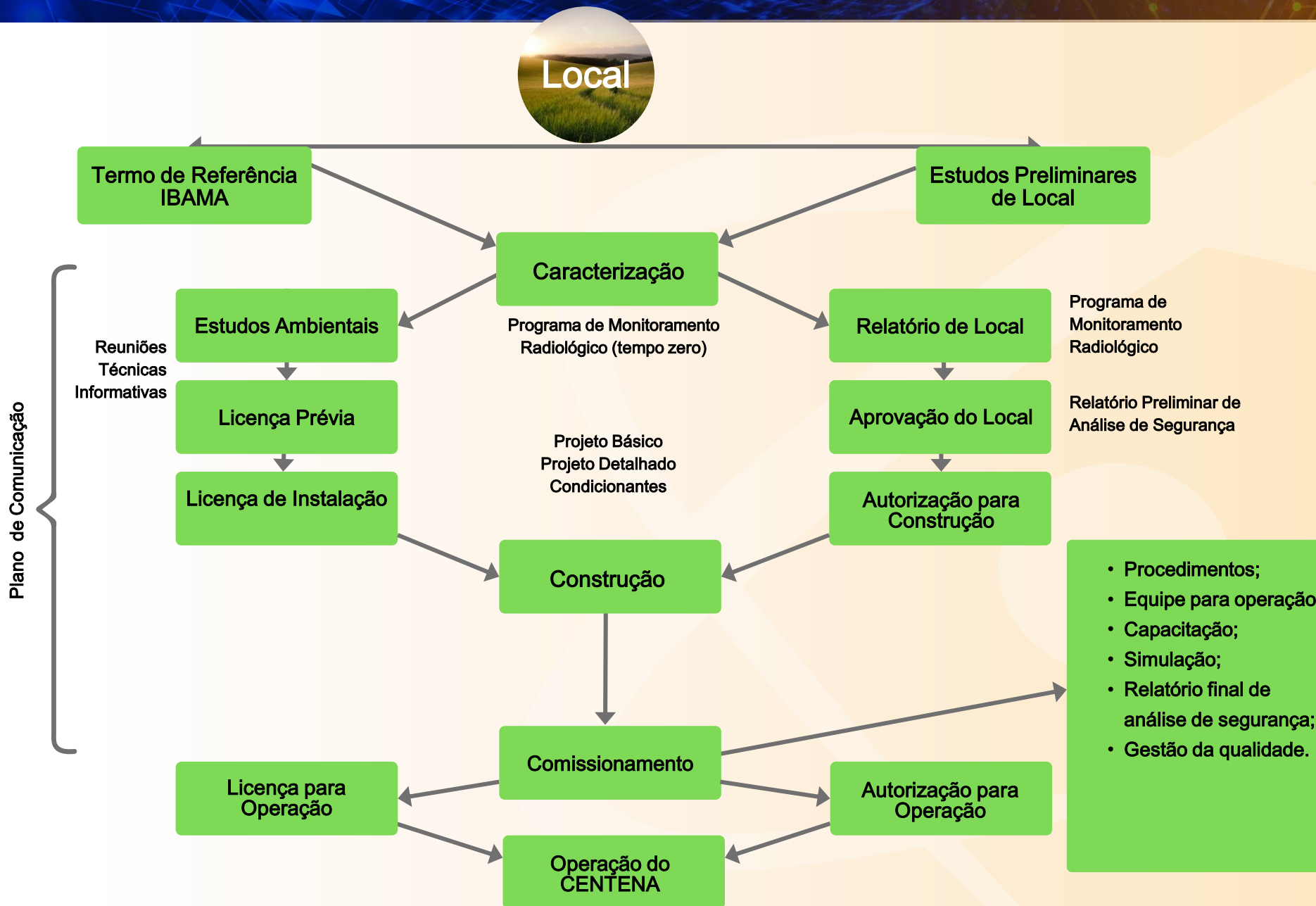




Projeto CENTENA

- 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.







Seleção do Local para o CENTENA

Processo realizado de acordo com diretrizes da Norma CNEN NE 6.06 – “Seleção e escolha de locais para depósitos de rejeitos radioativos”.

- Estudos minuciosos usando geoprocessamento em várias escalas de detalhe
- Dezenas de bases de dados confiáveis e rastreáveis
- Milhares de horas de trabalho de mesa e computacional
- Comparações e estudo criterioso dos dados obtidos

Sequência do Estudo

- Região de interesse - Região Sudeste
- Mais de cem Áreas Preliminares
- Mais de cem Áreas Potenciais
- Cinco Locais Candidatos
- Um Local Preferencial (Item 4.1.2)



Seleção do Local para o CENTENA

Local Selecionado x Local Aprovado

O local selecionado (preferencial)

- Solicitado e obtido Termo de Referência ao IBAMA para os estudos ambientais
- Contrato para a execução dos Estudos Ambientais e Relatório dos Estudos Ambientais
- Solicitação de Licença Prévia
- Programa de Monitoração Radiológica e Ambiental pré-operacional
- Estudos para atender a Norma ANSN 8.02 (Anexo I) para compor o Relatório de Local
- Elaboração e entrega do Relatório de Local

Licença Prévia

Aprovação do Local

LOCAL APROVADO



Local preferencial – Cessão do terreno

Tramitação do CDRUR*

- Discussão sobre período de cessão de 30 anos
(Ofícios nº 6816-SeçPatrSS3/SPIMA/EscTer e nº 231/2025-GAB/PR)
- Novo entendimento após reunião GSI/PR em 06.11.2025
- O Acordo da CNEN com a Marinha feito para o RMB será usado como modelo para o acordo com o Exército para o CENTENA
- Desmembramento do terreno, seguido de cessão definitiva
- *Os trabalhos no local para os estudos ambientais e radiológicos serão continuados, a partir de deliberação da CNEN e EB*

* Concessão de Direito Real de Uso Resolúvel



Licenciamento Ambiental

- Diagnóstico geofísico do local
- Atividades para o planejamento e contratação dos Estudos Ambientais em andamento
 - Termo de referência para contratação pronto, aguardando avaliação da PF/CNEN e recursos
- Realização das coletas periódicas de água no local
- Instalação da torre meteorológica no local



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

- Formação do Grupo – outubro de 2025
- Proposta preliminar do PMRA pré-operacional: em avaliação
- Planejamento de levantamento radiométrico no local
 - Instalação de TLDs no local:
 - montagem do sistema de componentes e
 - definição de 14 pontos de monitoramento
- Colaboração de servidores do CDTN: SEAMA, SECDOS, SEENG
- Solicitação de 02 BEAs para o PMRA e Relatório de Local



Relacionamento com as Partes Interessadas - Visibilidade



Reuniões



ANSN

28.04.2025

Apresentação do status das atividades do Projeto para a equipe da ANSN, demonstrando os aspectos técnicos do Projeto que estão em desenvolvimento.



**Prefeitura do local de
implantação**

29.04.2025

Discussão sobre a implantação do Centro, necessidades, prazos e impactos da operação do CENTENA na região. Os representantes do poder municipal apresentaram as necessidades do município na área da saúde e educação.



Reuniões



GSI

06.11.2025

Apresentação do status das atividades do Projeto para o GSI e outras instituições, enfatizando os avanços técnicos e as necessidades do Projeto para cumprir suas metas.



ETN

05.12.2025

Discussão sobre a utilização do Fundo de Descomissionamento para a construção do CENTENA.



Seminário técnico – Cimento e concreto

Tema:

- Composição, estrutura e propriedades de produtos cimentícios, tema de interesse para o desenvolvimento de soluções de barreiras de engenharia para o Projeto.

Palestrante:

- Kássio André Lacerda

Data:

- 24 de março de 2025





Nuclear Trade & Technology Exchange (NT2E)

- 20 a 22 de maio de 2025
- O Projeto CENTENA foi tema do Painel *Cenário do combustível nuclear usado e gestão de rejeitos*.
- Participação de representantes da Eletronuclear, Rosatom e CDTN/CNEN.





Visita ao Centro Regional de Ciências Nucleares do Centro-Oeste (CRCN-CO)

- Visita realizada com as partes interessadas em 28.05.2025.
- Coordenação técnica do Projeto, representantes da CNEN, prefeitura do local e TCU.
- Conhecimento do funcionamento e questões relacionadas à operação do armazenamento final de RR de baixo e médio nível.



Foto: Giulliana Santos



World Atomic Week

- Moscou de 25 a 28 de setembro
- Participação no painel sobre o destino final dos rejeitos gerados pelo uso da energia nuclear no mundo
- O CENTENA foi apresentado como a solução para o armazenamento definitivo dos rejeitos de baixo e médio nível gerados no Brasil
- O painel reuniu representantes da Rússia e China que compartilharam seus desafios na área de gestão de resíduo radioativo



Foto: Arquivo pessoal



SIE 2025 – Simpósio Internacional de Energia

- 27.11.2025
- Participação na seção especial: Brazilian Nuclear Energy: Origins, Influences, and Solutions
Coordenadora: Clédola Cássia Oliveira de Tello





IBAMA



Liberação do TR para realização dos estudos ambientais em 28 de maio de 2025



Documento foi analisado em relação à proposta encaminhada pela coordenação técnica



Finalização dos documentos para contratação dos estudos e estimativa de valores definidos em cerca de R\$ 2.000.000,00



Participação em eventos científicos

Grupo das barreiras de engenharia e estudo do concreto

- Prêmios de melhor apresentação XVI SAIC 2024
 - 1º lugar no setor SEGRE/SETRE e 3º lugar geral
- Apresentação nos seminários: XVI SAIC 2025 - Seminário Anual de Iniciação Científica do CDTN
- Seminário PIBIC - IPEN 2025
- 66ª Conferência do IBRACON (Instituto Brasileiro de Concreto)
 - 28/10 a 31/10
 - Apresentação oral do artigo científico: “*Concepção e análise estrutural de contêineres de concreto*”





Qualificação de trabalhos de doutorado

“Estudo do transporte de cézio em mistura de bentonita e o solo do local selecionado para a implantação do CENTENA”

- Thaís Braga Teixeira
- 29/04/2025

“Análise físico-química do concreto aplicado na retenção de rejeitos radioativos”

- Isabella Lobo Filgueiras
- 05/12/25



Bolsas

BEAs Caracterização de local e Procedimentos

BEA Modelagem matemática contêiner

BGE Comunicação

BEAs Licenciamento nuclear: avaliação pela CNEN (CD)



Curso de Gerência de Rejeitos Radioativos

Revisão das ementas



Revisão da grade curricular



Elaboração do PPC (Plano Pedagógico do Curso)



Verificação da infraestrutura



Atendimento aos requisitos para Escola de Governo



Planejamento da implantação do empreendimento



**Contratada TENAX
Engenharia Ltda.**



Produtos entregues:

Relatório CAPEX

**Cronograma de
Implantação**

**Plano de Ataque –
Centena**

**Cronograma de
Desembolso**

Relatório Complementar

**Cronograma de
Implantação**

Planilha Resumo Capex



**Revisão pelo
SEENG/CDTN**

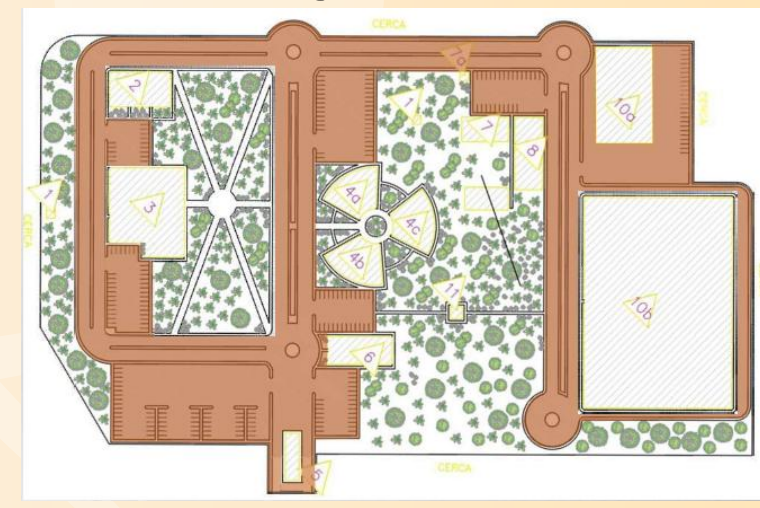
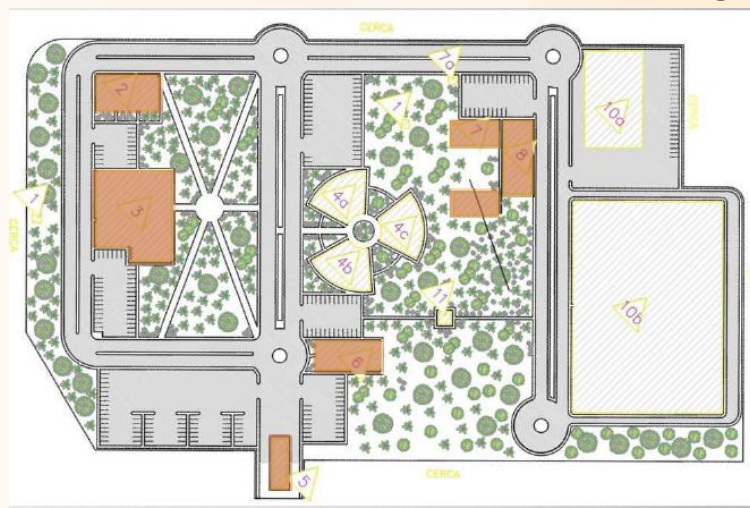
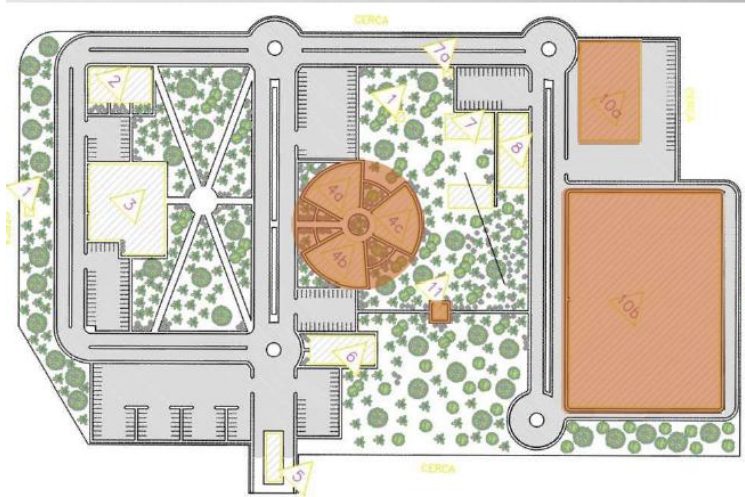


**Análise crítica pela
Coordenação do
Projeto CENTENA**



Planejamento da implantação do empreendimento

- Custo total (Custos diretos e indiretos, imprecisão e contingenciamento): R\$ 451 milhões
- Prazo de execução: 1.742 dias úteis (planejamento, projeto, licenciamento, construção e comissionamento da instalação)
- Três frentes de ataque coordenadas de construção das edificações






Financiamento do projeto

\$ Negociação em andamento com ETN para utilização do Fundo de Descomissionamento – aval TCU, setores jurídicos CNEN e ETN

 Minuta de Acordo de Cooperação em análise

 Custo de projeto e construção da infraestrutura para receber rejeitos CNA AAA: R\$ 345 milhões

✓ Início da deposição: último trimestre 2030



Próximas aquisições

Roçamento:

- Aguardando desmembramento e formalização do CDRUR

Cercamento:

- Aguardando roçamento

Levantamento topográfico

- Aguardando roçamento do terreno
- Solução alternativa com sensor Lidar



Próximas aquisições

Estudos hidrogeofísicos

- Em processo final de contratação

Estudos sismológicos

- Prospecção de mercado

Estudos ambientais

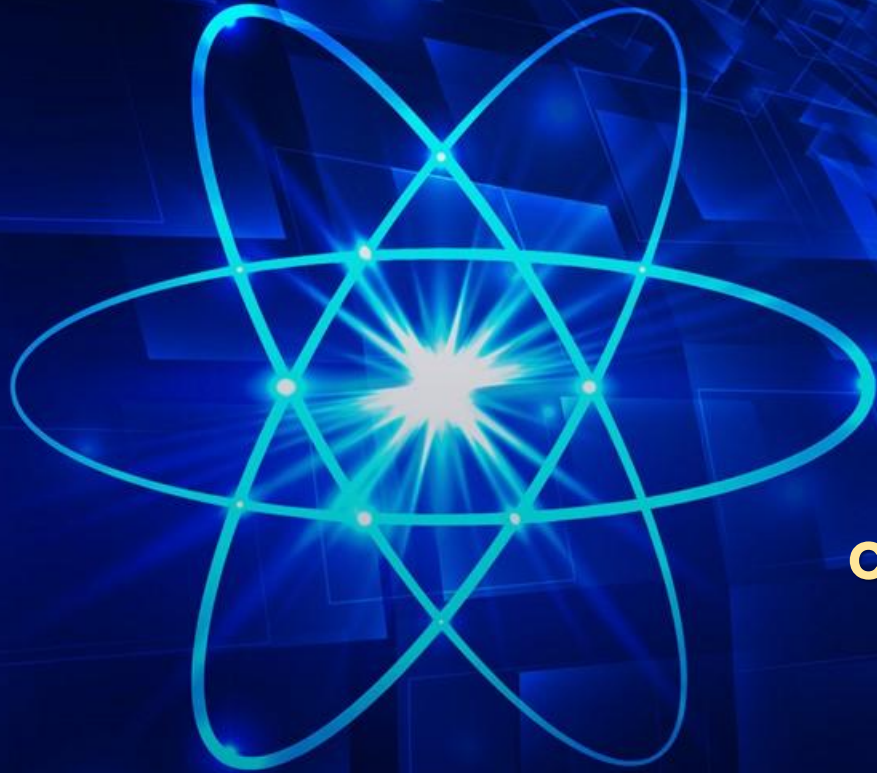
- Prospecção de mercado

Análise de água

- Serviço continuado,
- Em andamento

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



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO





Atividades de PD&I

Estudos socioeconômicos de Abadia de Goiás

Comunicação com o público

Desenvolvimento do contêiner de concreto

Estudo de barreiras naturais

Desenvolvimento dos procedimentos de operação do CENTENA

Caracterização de Local e Licenciamento Ambiental



Estudos socioeconômicos de Abadia de Goiás

Daniel Anderson Rodrigues

Engenharia Física/UFG

Colaborador voluntário

Início: Julho de 2024



Análise do impacto do CRCN-CO no desenvolvimento socioeconômico de Abadia de Goiás

Comissão Nacional de Energia Nuclear



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

Daniel Anderson Rodrigues

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

Jornalista pela Fafich/UFMG

Bolsista de Gestão Estratégica (BGE-DC)

Início: Setembro de 2024



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.



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.

CENTENA IPR-R1 é o único reator
nuclear de Minas Gerais



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.



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



Projeto CENTENA representa Brasil em painel da Semana Atômica Mundial 2025, na Rússia

CENTENA foi apresentado como a solução para o armazenamento definitivo dos rejeitos radioativos gerados no Brasil



CENTENA é tema de painel na NT2E 2025, evento internacional realizado no Rio de Janeiro

Coordenadora do Projeto CENTENA apresentou o painel "Cenário de Combustível Nuclear Usado e Gestão de Rejeitos"



Equipe da CNEN e do Projeto CENTENA visitam instalações de armazenamento de rejeito radioativo em Abadia de Goiás

Grupo foi acompanhado por representante do TCU e do poder executivo do município em visita ao CRCN-CO



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.
- Atualização do site do CENTENA: perguntas frequentes, texto de apresentação, legendas nos vídeos do projeto.



Redes Sociais



Instagram do CENTENA
@centena.cnen



Redes Sociais

The screenshot shows the LinkedIn profile of CENTENA. At the top is the profile picture, a blue square with a green circular pattern of dots and the word 'CENTENA' below it. To the right of the picture is a notification bell icon. Below the picture is the name 'CENTENA - Centro Tecnológico Nuclear e Ambiental' in bold, followed by the description 'Pesquisa e desenvolvimento científico · Belo Horizonte, Minas Gerais · 22 seguidores · 11-50 funcionários'. Below this are three buttons: 'Envie mensagem' (blue), 'Seguindo' (white with a blue checkmark), and a three-dot menu icon. A horizontal menu below these buttons has five items: 'Início' (highlighted with a green underline), 'Sobre', 'Publicações', 'Vagas', and 'Pessoas'. The main content area is titled 'Visão geral' and contains a paragraph of text.

CENTENA - Centro Tecnológico Nuclear e Ambiental
Pesquisa e desenvolvimento científico · Belo Horizonte, Minas Gerais · 22 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.



- 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 inicial 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.



Desenvolvimento do contêiner de concreto



Contêiner de Concreto para Utilização no Centena

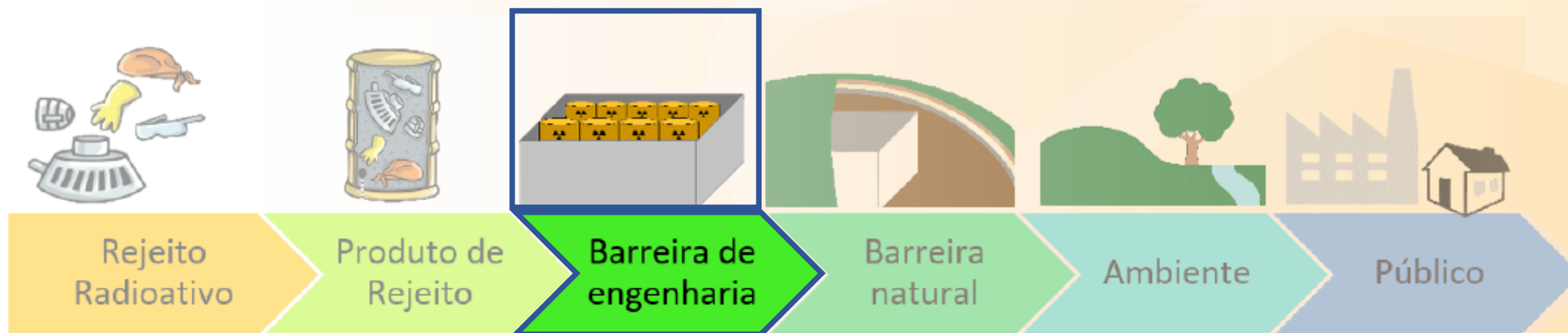
Jhenifer Souza

8º Período de Engenharia Química (UFMG)

Bolsista de Iniciação Científica (CDTN)

CNPq





OBJETIVO: Caracterizar e avaliar o concreto produzido para uso nos contêineres de concreto como barreira de engenharia no armazenamento de rejeitos radioativos no CENTENA.



Metodologia



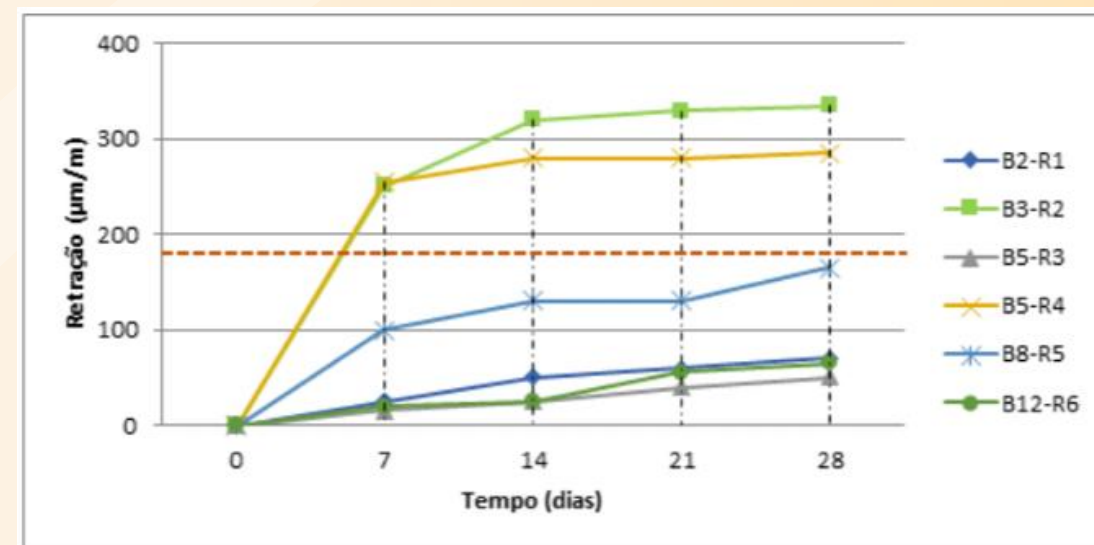
➤ Avaliação dos resultados de acordo com a norma CNEN NN 6.09:

- Resistência à compressão;
- Resistência à tração por flexão e por compressão diametral;
- Absorção de água, índice de vazios e massa específica seca.
- Retração;
- Perda de massa.



Resultados

- Espalhamento: **SF 1 (645 mm)**;
- Resistência à compressão: média **51,24 MPa**;
- Resistência à tração: **> 5 MPa**;
- Índice de vazios < **10%** e Absorção < **4%**
(Concreto classificado como durável);
- Massa específica: **2.370 kg/m³**
(Concreto classificado como normal);
- Não houve perda de massa durante os 28 dias de cura do concreto;
- Resultados do ensaio de retração:





Análise Estrutural do Contêiner de Concreto

Jamile Salim Fuina

Profa. do Curso de Engenharia Civil - Universidade FUMEC

Dra. Engenharia de Estruturas pela UFMG

Bolsista de Estudos Avançados – BEA – CNEN

Início: Abril de 2024



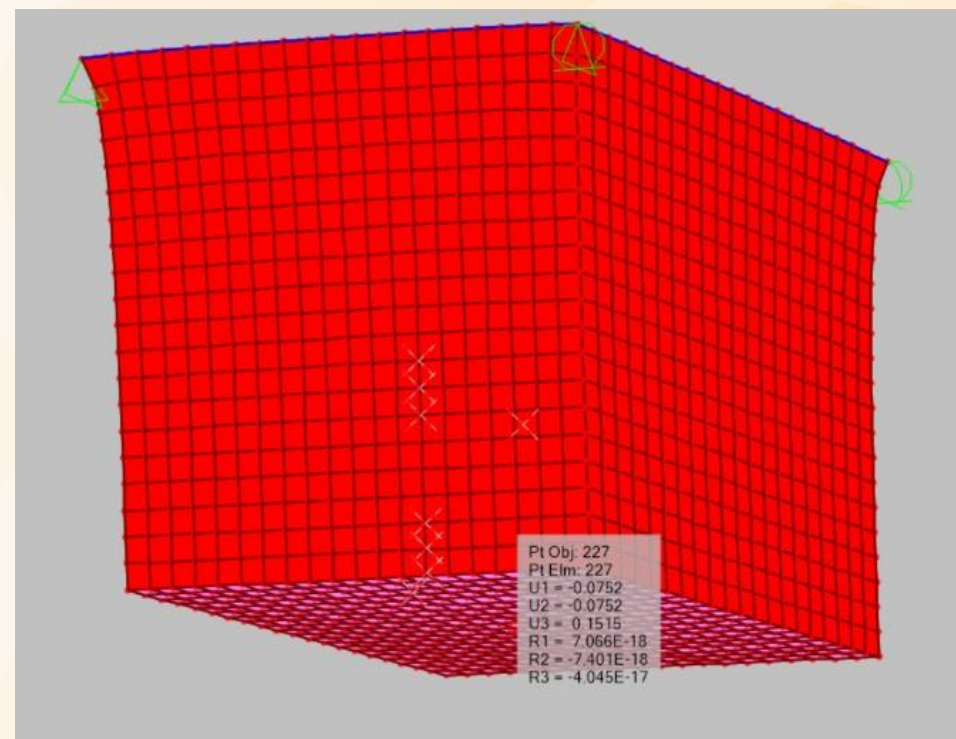
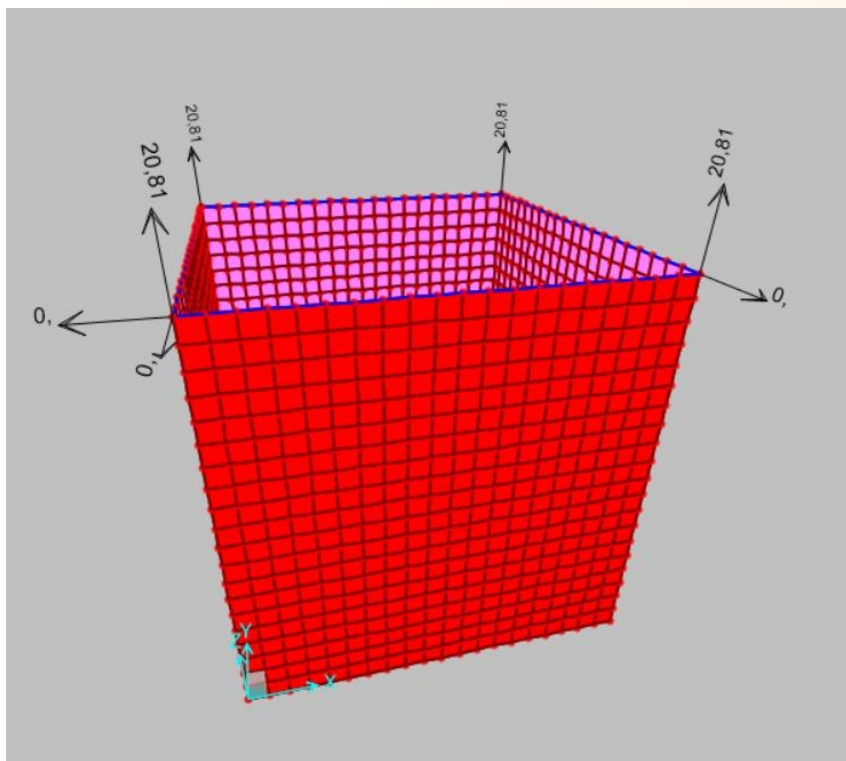


Relatório Geral do Contêiner de Concreto para Aplicação no CENTENA

- Requisitos normativos
- Análise Estrutural - quatro fases de carregamento (SAP2000)
- Dimensionamento das armaduras
- Fabricação de um protótipo em escala reduzida
- Ensaios experimentais (metodologia e resultados)
- Análise instrumental do concreto (MEV e DRX)



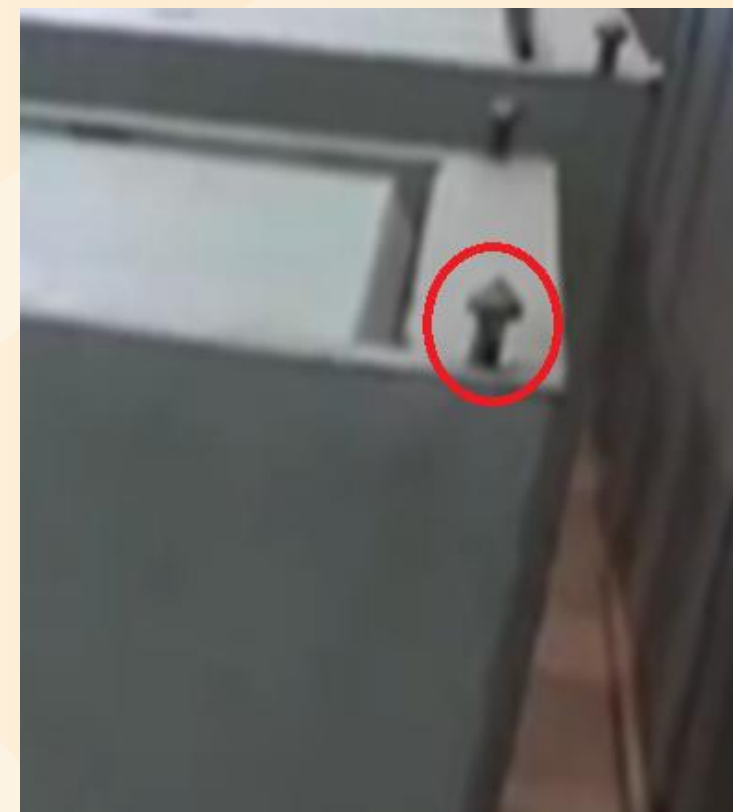
Simulação Numérica do Protótipo





Sistema de Içamento do Contêiner

- Sistema utilizado no Centro de Armazenamento de Rejeitos de El Cabril na Espanha.





GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO

Diagrama de um pino de ancoragem com as seguintes dimensões e descrições:

- 45**: Dimensão da cabeça do pino.
- 10**: Dimensão do trecho externo usinado.
- 50**: Dimensão do trecho com as arestas obliquas inserido na massa do concreto.
- 10**: Dimensão da base do pino.
- 10**: Dimensão da base do pino.
- 410**: Comprimento total do pino.
- 480**: Comprimento total do pino.
- 25**: Dimensão da base do pino.

Descrições:

- Cabeça do pino de içamento a ser fabricada e usinada.
- Trecho externo usinado para remoção das arestas obliquas.
- Trecho com as arestas obliquas inserido na massa do concreto, comprimento de ancoragem.

The drawing consists of two parts. The left part is a top view of a square container lid with a side length of 2390 mm. It features a 3x3 grid of circular openings. Four corner fasteners, labeled 'Pinos de Içamento', are shown. The right part is a circular detail labeled 'Detalhe 1', which shows a close-up of a fastener. The fastener has a diameter of 45 mm (Ø45) and is positioned at the center of a square area. The distance from the fastener to the nearest corner is 150 mm along both the horizontal and vertical axes. The distance from the fastener to the nearest edge is 106,06 mm along the 45-degree diagonal lines. The detail also shows a 75 mm dimension for the offset of the fastener from the corner.

Pinos de Içamento

Detalhe 1

2390

2390

Pinos de Içamento

Detalhe 1: Localização do pino

Medidas em milímetros

ABNT NBR 6118 (2023)
ABNT NBR 8800 (2024)



➤ Fabricação do pino de içamento





Estudo Físico-químico de Concreto

Isabella Gomes Unicamp/CDTN/CNEN

Doutoranda em Engenharia Química – Unicamp

Mestre em Ciência e Tecnologia das Radiações, Minerais e Materiais – CDTN

Engenheira Química – UniBH

Bolsa CAPES

Início: 2024





Objetivo e Metodologia

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

Concreto	Ensaio
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
	Lixiviação
	Permeabilidade ao nitrogênio

90 dias

360 dias

900 dias

180 dias

720 dias

Batelada A

25 minutos

Batelada B

12 minutos



Resultados

A

Espalhamento
SF 3 (776 mm)

Caixa L
HP 2 (0,96)

B

Espalhamento
SF 2 (705 mm)

Caixa L
HP 2 (0,96)

Ensaio na tração por compressão diametral	A	B
Resistência à tração	5,00 ± 0,35	4,69 ± 0,77
Deterioração por carbonatação	4,24 ± 0,27	4,34 ± 0,95

Ensaio na compressão	A	B
Resistência à compressão	45,33 ± 13,71	41,77 ± 4,03
Deterioração por íons de cloretos	35,50 ± 6,43	37,79 ± 10,63
Deterioração por íons sulfatos	30,55 ± 6,27	39,87 ± 11,55
Deterioração microbiológica (ácida)	42,91 ± 20,04	42,91 ± 20,04
Deterioração natural	46,24 ± 8,24	46,24 ± 8,24

Ensaio ainda não realizados		
Lixiviação	-	-
Permeabilidade ao nitrogênio	-	-

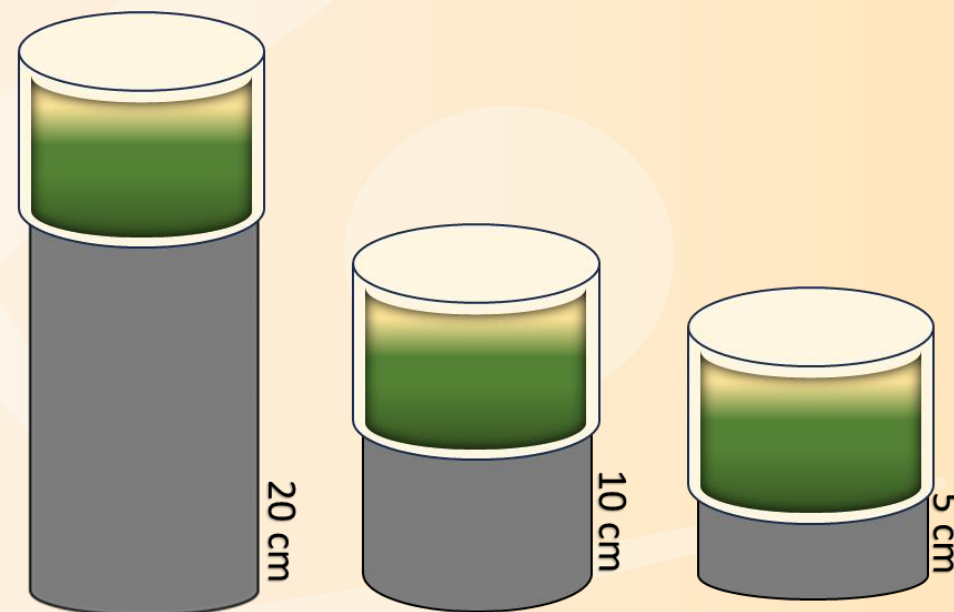


Ensaaios a serem realizados



Permeômetro de leito fixo

1 L de água + 0,74 g de cloreto de cézio
(CsCl) + gotas de fluoresceína



Representação esquemática do ensaio lixiviação



Considerações finais

O CAA proposto possui potencial para atingir os requisitos normativos, podendo, então, ser usado na confecção do concreto com armadura, para a construção do contêiner.

O traço do concreto será alterado para atingir os requisitos da Norma ANSN 6.09 e poder ser classificado como concreto autoadensável.

Os ensaios de durabilidade permitem verificar se o concreto mantém suas propriedades ao longo do tempo, garantindo a qualidade necessária.

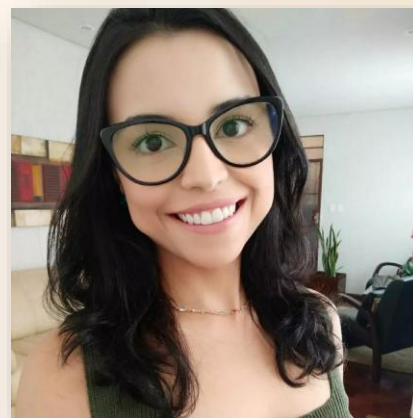
Pretende-se fabricar um protótipo em escala real com o concreto definido.



Estudo de barreiras naturais



ESTUDO DO SOLO DO LOCAL DO CENTENA E SUAS MISTURAS COM BENTONITA E O TRANSPORTE DE CÉSIO



Thais Braga Teixeira CDTN/CNEN
Engenheira Química
Mestre em Ciência e Tecnologia das Radiações,
Minerais e Materiais



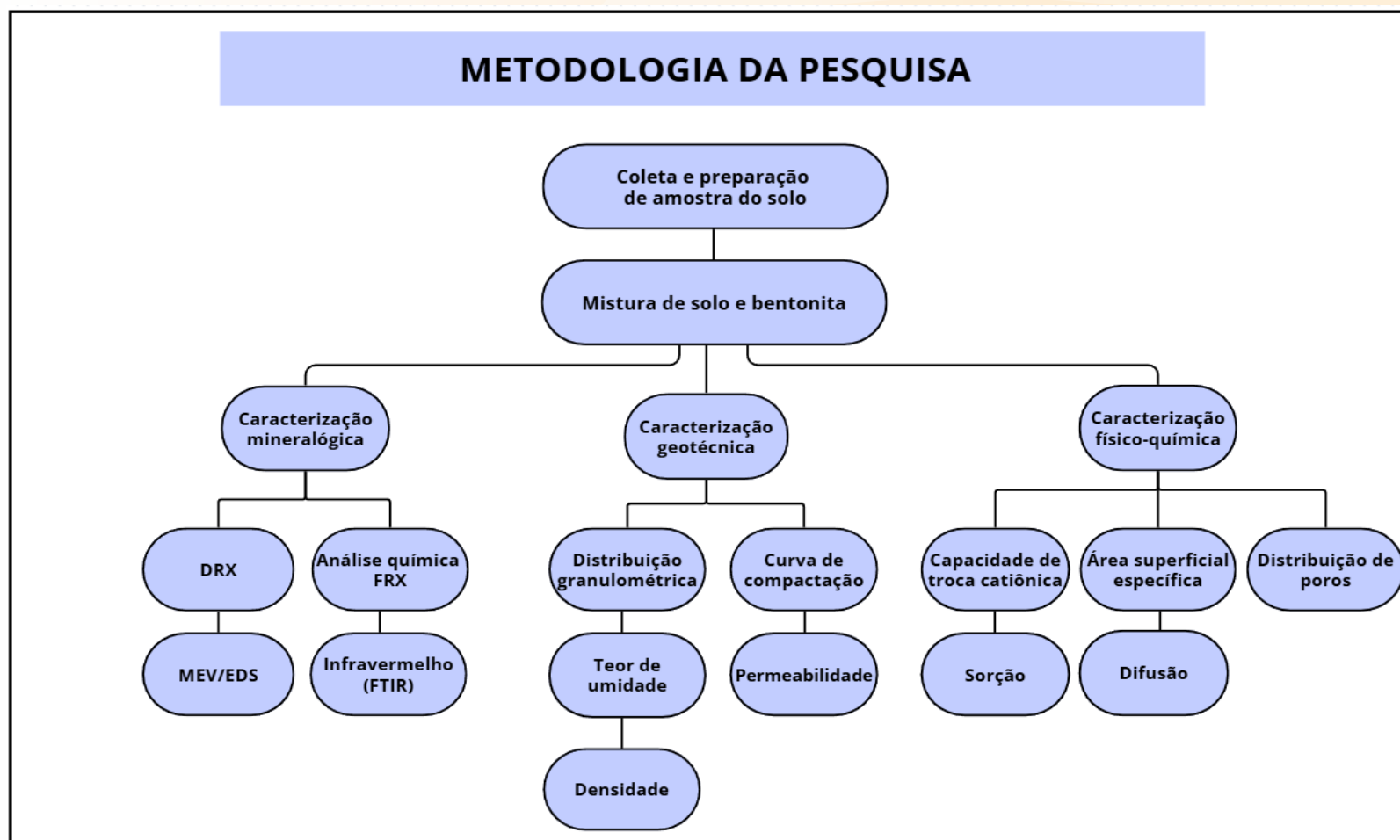
ESTUDO DO SOLO DO LOCAL DO CENTENA E SUAS MISTURAS COM BENTONITA E O TRANSPORTE DE CÉSIO

- Barreiras naturais – base e cobertura
- Uso do material do local e aditivos
- Contribuir com o Relatório de Local para depósitos finais de rejeitos radioativos da classe 2.1 e com o Relatório Preliminar de análise de segurança para depósitos finais, como previsto na norma CNEN NN 8.02



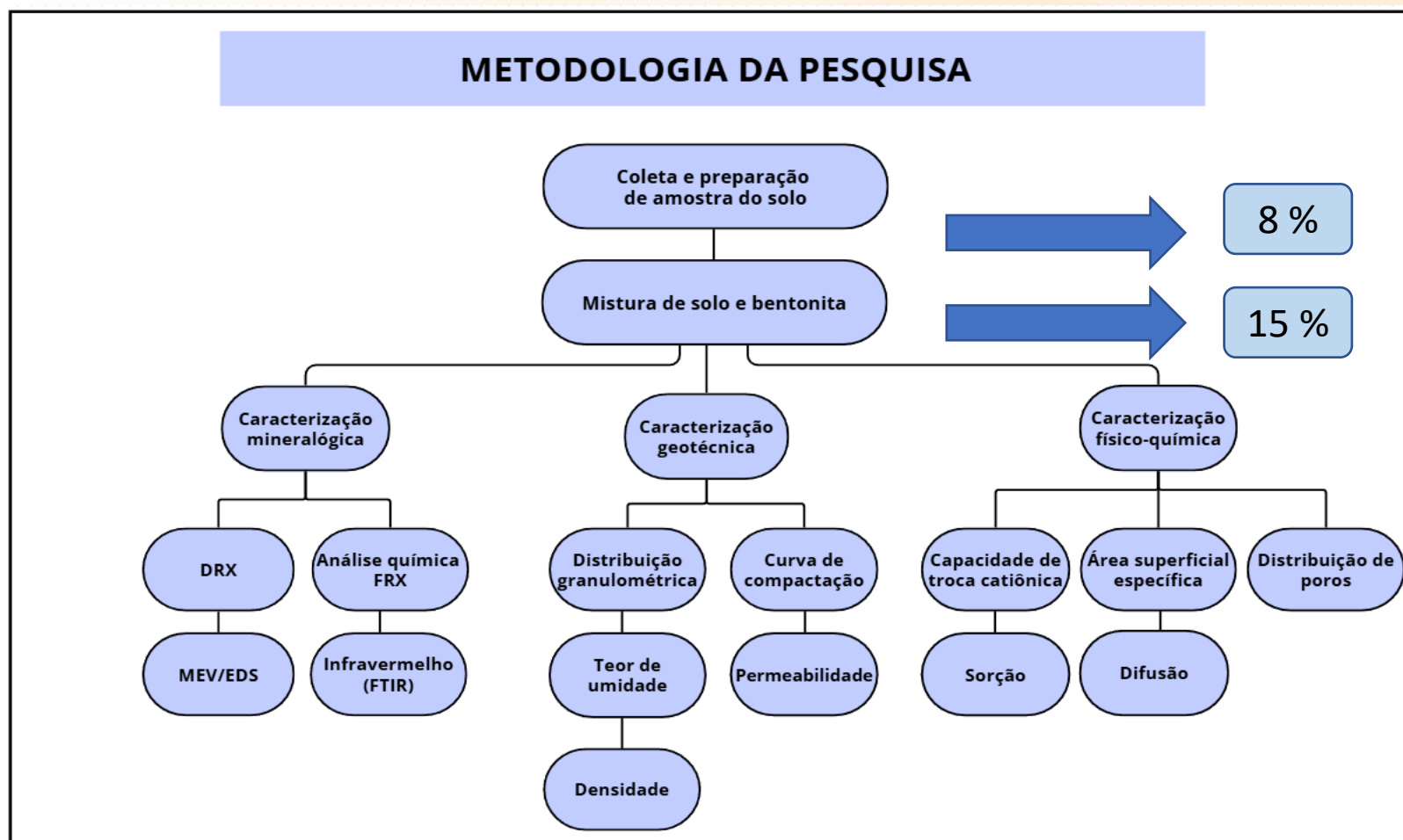


ESTUDO DO SOLO DO LOCAL DO CENTENA E SUAS MISTURAS COM BENTONITA E O TRANSPORTE DE CÉSIO





ESTUDO DO SOLO DO LOCAL DO CENTENA E SUAS MISTURAS COM BENTONITA E O TRANSPORTE DE CÉSIO





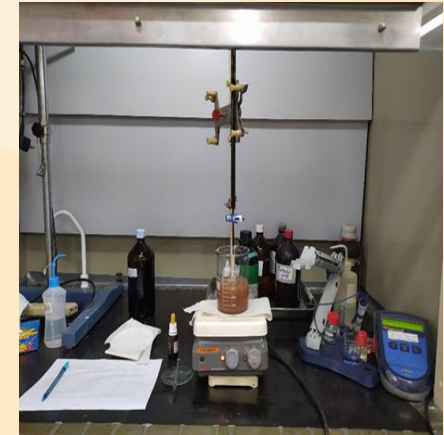
Coleta e preparação de amostra

Seguindo o manual de coleta de solos da FEAM

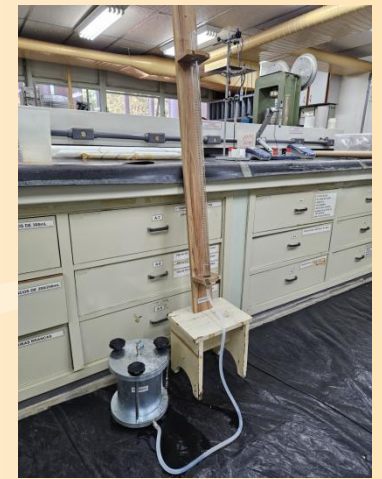




Ensaaios de Caracterização



Ensaaios de transporte





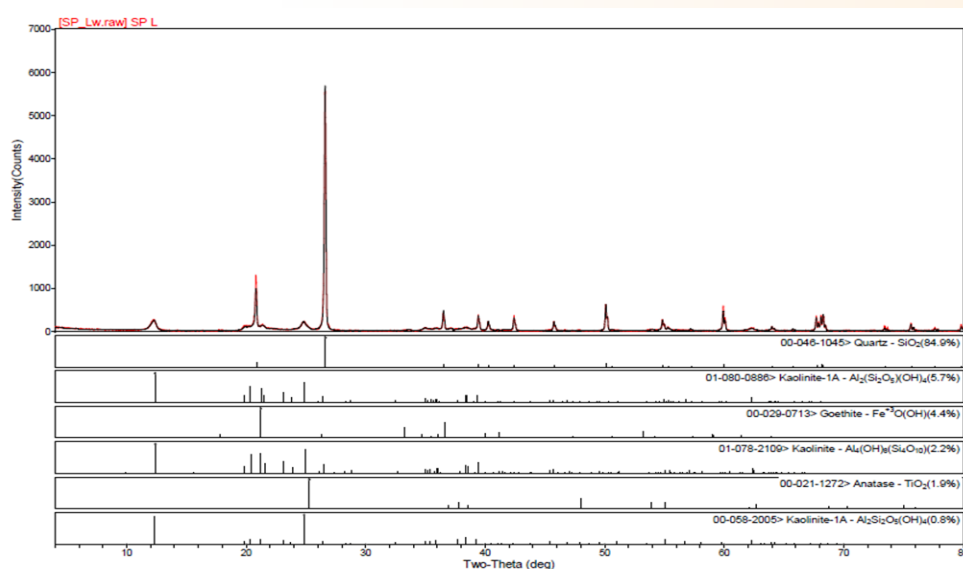
Resultados- Análise química

Elementos dosados	SC	SC8	SC15
Al ₂ O ₃ (%)	24,23	18,61	17,64
MgO(%)	0,43	0,62	1,08
SiO ₂ (%)	52,16	66,90	66,20
Fe ₂ O ₃ (%)	9,04	5,31	6,23

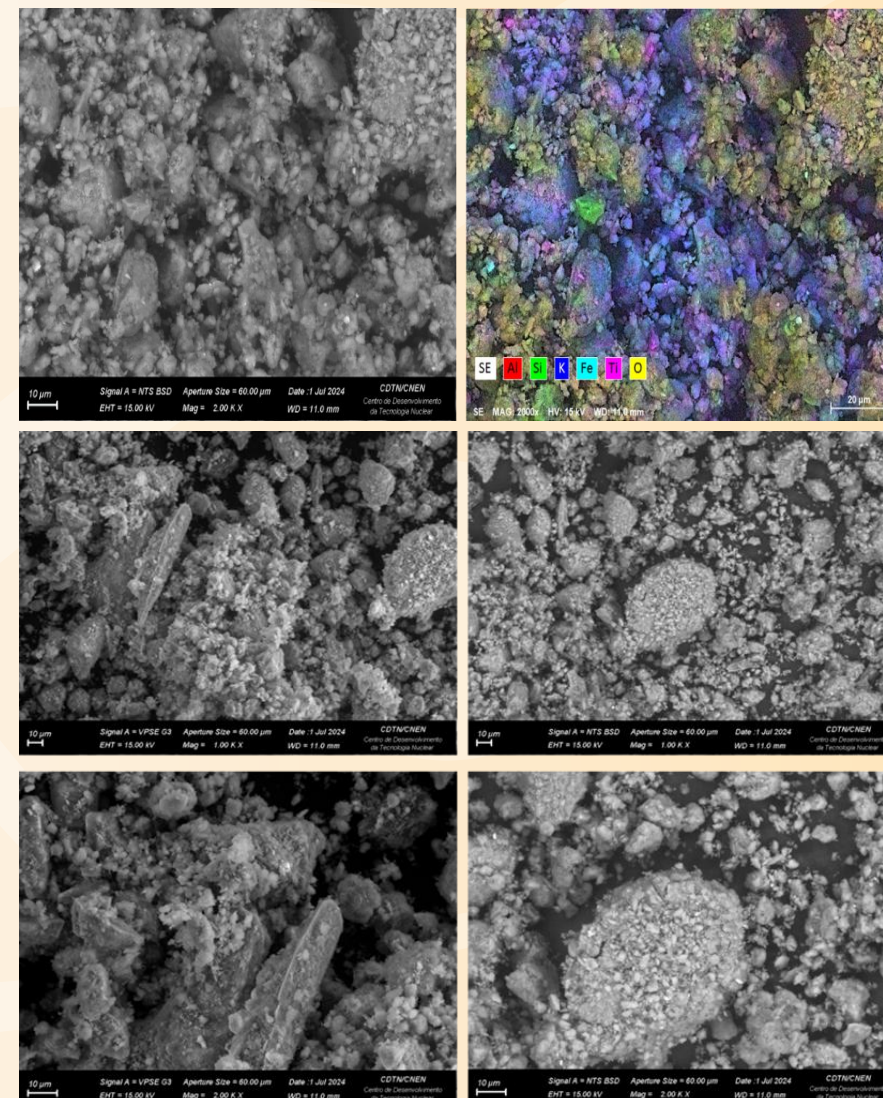
- Aumento de SiO₂ favorece a adsorção de íons ao ampliar superfícies reativas, melhorando a retenção de contaminantes.
- Aumento de MgO tende a melhorar a capacidade de retenção hídrica da mistura.



Resultados – Componentes do solo



- Quartzo, caulinita, goethita e anatasio
- Típicos de solos tropicais intemperizados e associados a formações de latossolos ou argissolos





Resultados

Solo puro



8%



15%





Estudo do Transporte de Contaminantes em Materiais Utilizados como Barreiras em Repositórios de Rejeitos Radioativos



KYARA LIMA CDTN/CNEN
6º período Eng. Metalúrgica – UFMG
Bolsista de Iniciação Científica
CNPq
Início: Setembro de 2025



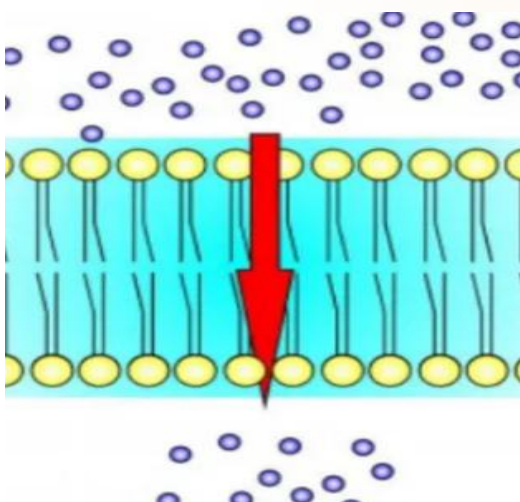
Estudo do Transporte do Césio

- Construção da base teórica sobre rejeitos radioativos, funcionamento do CENTENA e comportamento da bentonita nas misturas solo–argila.
- Análise de dissertações e teses do CDTN para compreender proporções de bentonita e mecanismos de transporte do césio.
- Comparação crítica de metodologias internacionais de difusão e permeabilidade, avaliando sua adequação às condições do nosso projeto.
- Estudo de normas relativas à gerência de rejeitos radioativos



Estudo do Transporte do Césio

- O transporte do césio nas barreiras ocorre principalmente por difusão, permeabilidade e sorção, mecanismos essenciais para prever sua migração.
- A difusão, descrita pela Lei de Fick, é dominante em meios de baixa permeabilidade e define o coeficiente de difusão efetiva.
- A sorção da bentonita aumenta o índice de retardamento do césio, tornando a barreira mais eficiente e segura.





Estudo do Transporte do Césio

- Acompanhamento contínuo da umidade dos solos utilizados no ensaio de equilíbrio em batelada, que já foi iniciado com algumas razões de solo.
- Avanço paralelo no estudo e definição das metodologias mais adequadas para os ensaios de difusão e permeabilidade da mistura solo-bentonita.
- Contribuição direta desses resultados para aprimorar a avaliação das barreiras do sistema de deposição de RR e fortalecer a segurança radiológica do CENTENA.





Métodos para determinação da CTC



Ana Julia Rios Cardoso
6º período Engenharia Química – UFMG
PIBIC – FAPEMIG



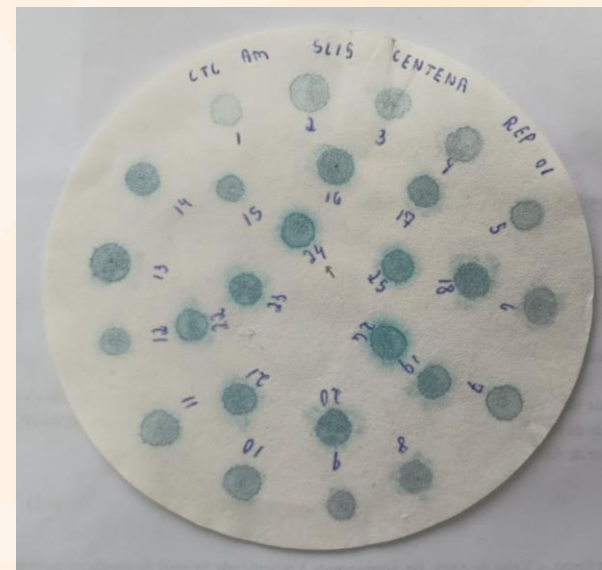
Introdução

- CTC é um parâmetro chave na caracterização de solos/argilas, diretamente ligado à mineralogia e à superfície específica;
- Método do azul de metileno: simples, rápido e reprodutível;
- Objetivo do estudo é avaliar a CTC de:
 - SLP, SL8 e SL15.



Metodologia

- Amostras em triplicata;
- Procedimento: 2,00 g de argila + 300 mL de água; ajustar pH 2,5–3,8 com H_2SO_4 0,1 N; agitar 10 a 15 min;
- Ponto final: halo azul clara no papel filtro após adições sucessivas de solução de azul de metileno;
- Usar incrementos de $\approx 0,1$ mL para maior precisão do ponto de saturação;
- Cálculo e precisão: $\text{CTC} = \text{CAM} \times \text{VAM} \times 1000 / m_a$; precisão do método $\pm 2,5$ mmol/kg.





Resultados e Discussão

- Solos lateríticos típicos têm CTC baixa (3–6 meq/100 g); solos com minerais 2:1 exibem CTC elevada;
- Evidências adicionais em solos subtropicais mostram grande variação de CTC associada à presença de determinadas mineralogias.

Amostra	Peso médio da Bentonita dispersa em água (g)	Volume médio de AM gasto na titulação (mL)	CTC média (mmol/kg)
SLP	2,02	6,4	31,64
SL8	2,01	20,6	102,7
SL15	2	26,8	134,17



Conclusões e Aplicações

- Mineralogia determina a CTC: caulinita/óxidos → baixa; minerais 2:1 (montmorilonita) → alta.
- Adição de bentonita transforma o comportamento do solo, elevando reatividade e capacidade de adsorção.
- Retenção de radionuclídeos por adsorção, reduzindo mobilidade e risco ambiental.
- Outros métodos de determinação da CTC estão sendo estudados como o uso de KCl, por exemplo.



Desenvolvimento dos procedimentos de operação do CENTENA



Desenvolvimento dos procedimentos de operação do CENTENA



Daisy Mary Marchezini Santos

Doutora em C&T das Radiações, Minerais e Materiais /CDTN
Química – Universidade de Itaúna
Bolsista de Estudos Avançados – BEA (CNEN)
Início: Abril de 2023



Raul Wille Rogerio Rodrigues Ribeiro

Graduando em Química Bacharelado – UFMG
Bolsista de Iniciação Científica – IC (FAPEMIG)
Início: Agosto de 2025



Procedimentos de Laboratório

Objetivos

Apoiar a GRR e equipes de laboratório para demandas do projeto CENTENA.

- Elaboração dos Procedimentos Operacionais dos Laboratórios da UCE;
- Especificação de equipamentos;
- Elaboração dos documentos do SGQ do CENTENA;
- Apresentação de trabalhos, criação de textos técnico-científicos e documentos que deem suporte ao Projeto.



Procedimentos de Laboratório

TRABALHOS DESENVOLVIDOS

Descrição das áreas da Unidade de Caracterização de Embalados (UCE)

- Conclusão do documento PG-UCE-01 – “Descrição das atividades da UCE”






Procedimentos de Laboratório

TRABALHOS DESENVOLVIDOS

Descrição das áreas da Unidade de Caracterização de Embalados (UCE)

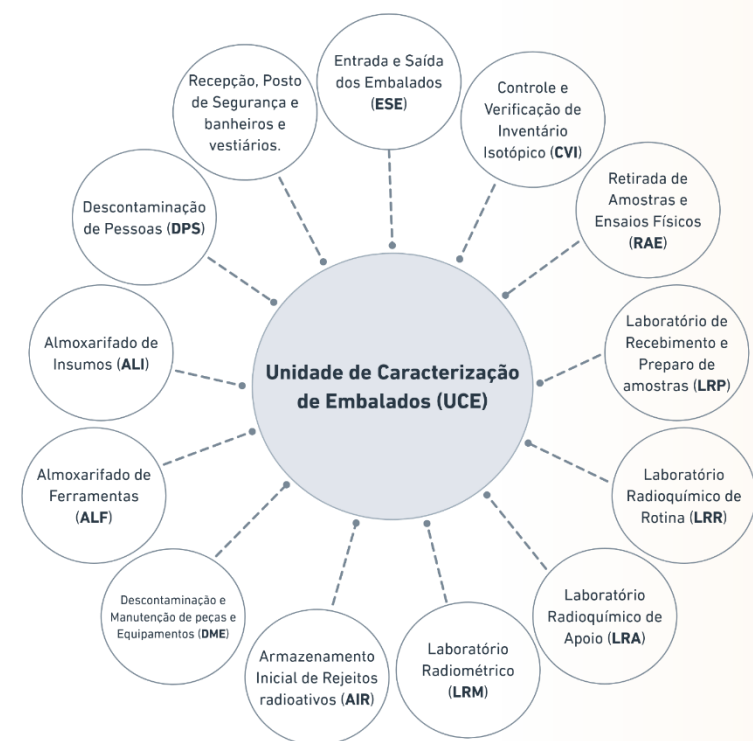
- Conclusão do documento PG-UCE-01 – “Descrição das atividades da UCE”
- Fluxo dos embalados
- Descrição de cada área da UCE:
 - Descrição das atividades
 - Procedimentos necessários
 - Materiais e Equipamentos
 - Recursos Humanos

Centro Tecnológico Nuclear e Ambiental		
 CENTENA CENTRO TECNOLÓGICO NUCLEAR E AMBIENTAL	Descrição das atividades da Unidade de Caracterização de Embalados (UCE)	UCE PG 01 Rev. 00
6 DESCRIÇÃO DO PROCESSO		
6.1 Fluxo dos Embalados		
6.1.1 Descrição		
A caracterização dos embalados, de caráter comprobatório para validar as informações do inventário radioisotópico fornecido pelos geradores, iniciará na área “Controle e Verificação do inventário Isotópico – CVI”, onde será feita a verificação do embal		
6.4 Área de Controle e Verificação do inventário Isotópico – CVI		
A área de Controle e Verificação do inventário Isotópico (CVI) é destinada para a determinação do conteúdo isotópico do embalado por espectrometria gama.		
A área da CVI deve ser livre de obstruções e de fácil limpeza e descontaminação. O piso deve ser resistente à abrasão. Há necessidade de blindagem, saída de emergência e bancada com acesso à microcomputador.		
6.4.1 Descrição das atividades da CVI		
O embalado recebido na ESE é encaminhado, por meio de uma empilhadeira elétrica, para a plataforma elevatória da área CVI. Nesta plataforma o embalado é caracterizado por espectrometria gama, determinando-se seu conteúdo isotópico. A seguir o embalado é posicionado mecanicamente na esteira rolante de acesso à célula		

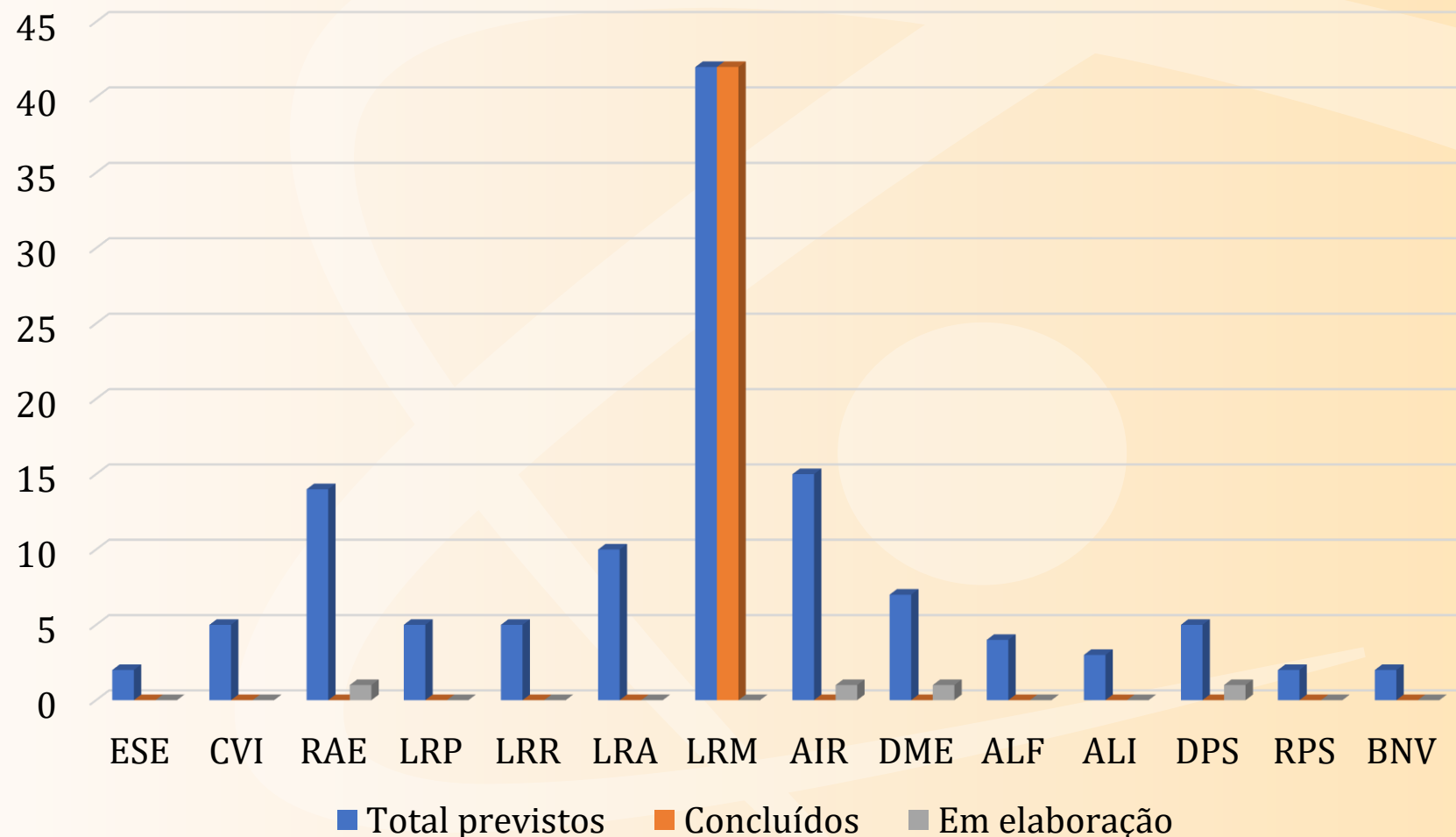


Procedimentos de Laboratório – TRABALHOS DESENVOLVIDOS

Elaboração dos Procedimentos Operacionais



Elaboração de Procedimentos Operacionais por área da UCE.





Procedimentos de Laboratório – TRABALHOS DESENVOLVIDOS

Especificação dos Equipamentos da UCE

- Revisão do documento PG-UCE-03 – “Informações detalhadas da Unidade de Caracterização de Embalados (UCE)”
 - Descrição do projeto conceitual detalhando a estrutura da UCE e os principais equipamentos previstos.
 - Apoio:
 - Tenax Consultoria.
 - Principais equipamentos radioquímicos e radiométricos:
 - Eduardo (Sciofix) – orçamentos
 - Júlio Marumo (IPEN) – especificações.

Área da UCE	Identificação do Equipamento	Quant. Prevista
Recepção e Ponto de Controle	Monitores de TV	2
	Bebedouro	1
	Microcomputador	1
	Portal para detectar contaminação	1
Banheiros e Vestiários	Chuveiro/Ducha	3
Laboratório de Descontaminação de Pessoas	Chuveiro/Ducha	1
	Lavatório portátil para cabelo	1
	Secador de cabelo	1
Laboratório Radiométrico	Espectrômetro alfa	1
	Espectrômetro gama alta energia	1
	Espectrômetro gama baixa energia	1
	Espectrômetro gama in situ (Falcon)	1
Laboratório de Recebimento de Amostras	Almoxarifado de Insumos	
	Espectrômetro alfa	
	Contador por cintilação líquida	
	Espectrômetro óptico ICP-OES	
Laboratório de Caracterização de Embalados	Oxidizer (para carbono-14 e trítio)*	
	Contador alfa total	

Identificação do Equipamento	Especificações (modelo e marca)
Modelo do detector: HPGe GX2518 Marca: Canberra	
Espectrômetro gama	Multicanal Modelo: DSA1000 Marca: Canberra
Espectrômetro gama in situ (Falcon)	Modelo do detector: F5000-20 Marca: Canberra
	Modelo: Alpha Analista Marca: Canberra
	Fonte de alimentação para eletrodeposição Modelo: PS-5000 Marca: ICEL Manaus 0-32V 0-3A (Medtherm)
	Modelo: 300 SL Marca: Hidex
	Modelo: Óptima 7000 DV Marca: PerkinElmer
	Modelo: 307 Marca: PerkinElmer
	Modelo: Sac-4 Marca: Eberline



Procedimentos de Laboratório – outras atividades

Demandas de laboratório para o PMRA

- Definições dos principais equipamentos e análises para elaboração do Programa de Monitoração Radiológica e Ambiental (PMRA).



Procedimentos de Laboratório – Iniciação Científica

CNEN
NN 8.01

Norma CNEN NN 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



Ministério da
Ciência, Tecnologia
e Inovação

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
ISO/IEC
17025

Terceira edição
19.12.2017

Requisitos gerais para a competência de
laboratórios de ensaio e calibração

General requirements for the competence of testing and calibration
laboratories

ICS 03.120.20

ISBN 978-85-07-07368-0



Número de referência
ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017
32 páginas

© ISO/IEC 2017 - © ABNT 2017

CNEN
NN 1.16

Norma CNEN NN 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



Ministério da
Ciência, Tecnologia
e Inovação

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
ISO
9001

Terceira edição
30.09.2015
Válida a partir de
30.10.2015

Sistemas de gestão da qualidade — Requisitos
Quality management systems — Requirements

ICS 03.120.10

ISBN 978-85-07-05801-4



Número de referência
ABNT NBR ISO 9001:2015
32 páginas

© ISO 2015 - © ABNT 2015

CNEN
NN 8.02

Norma CNEN NN 8.02
Resolução CNEN 168/14
Abril / 2014

LICENCIAMENTO DE DEPÓSITOS DE REJEITOS
RADIOATIVOS DE BAIXO E MÉDIO NÍVEIS DE RADIAÇÃO

Resolução CNEN 168/14
Publicação: DOU 14.05.2014

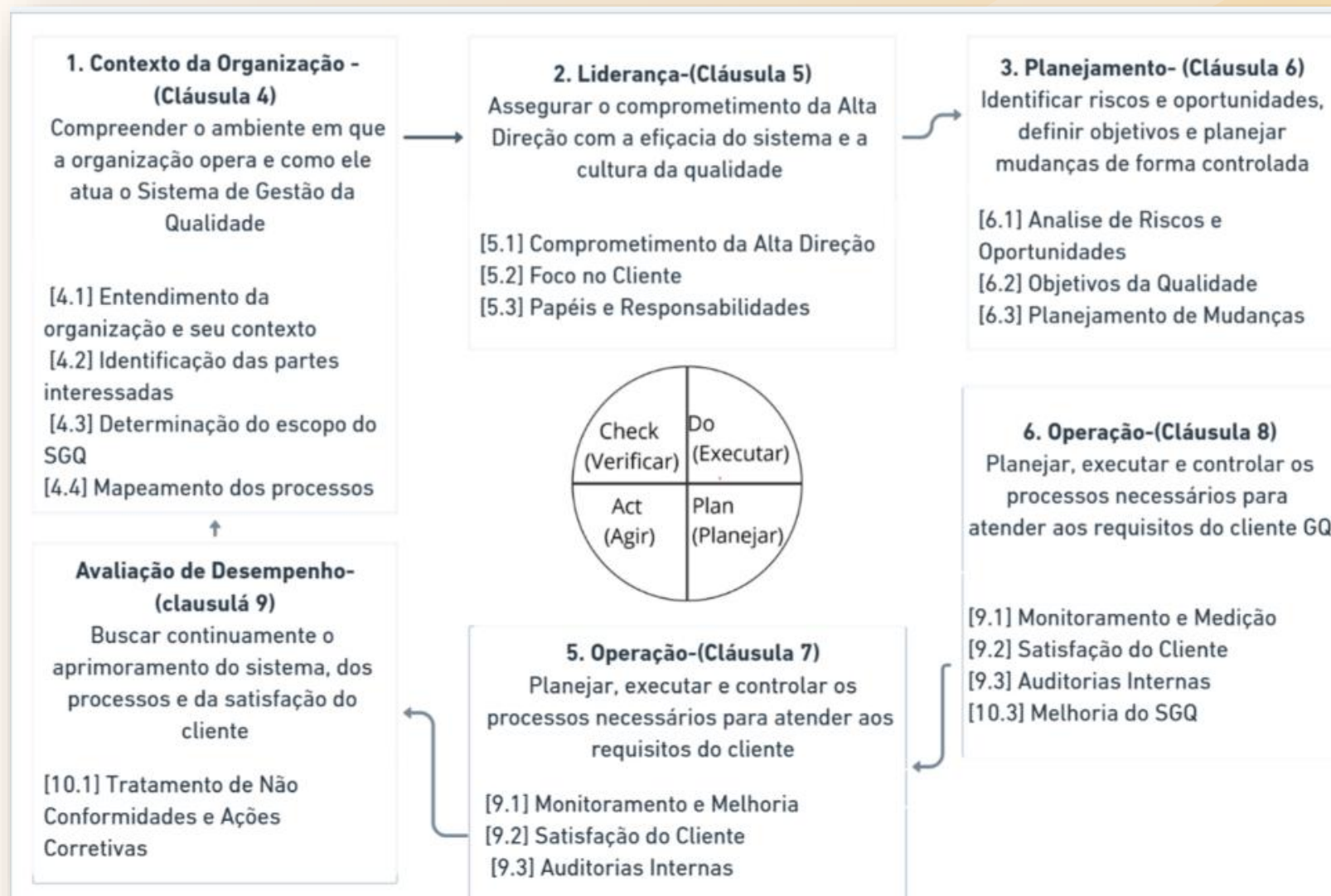


Ministério da
Ciência, Tecnologia
e Inovação



Procedimentos de Laboratório – Iniciação Científica

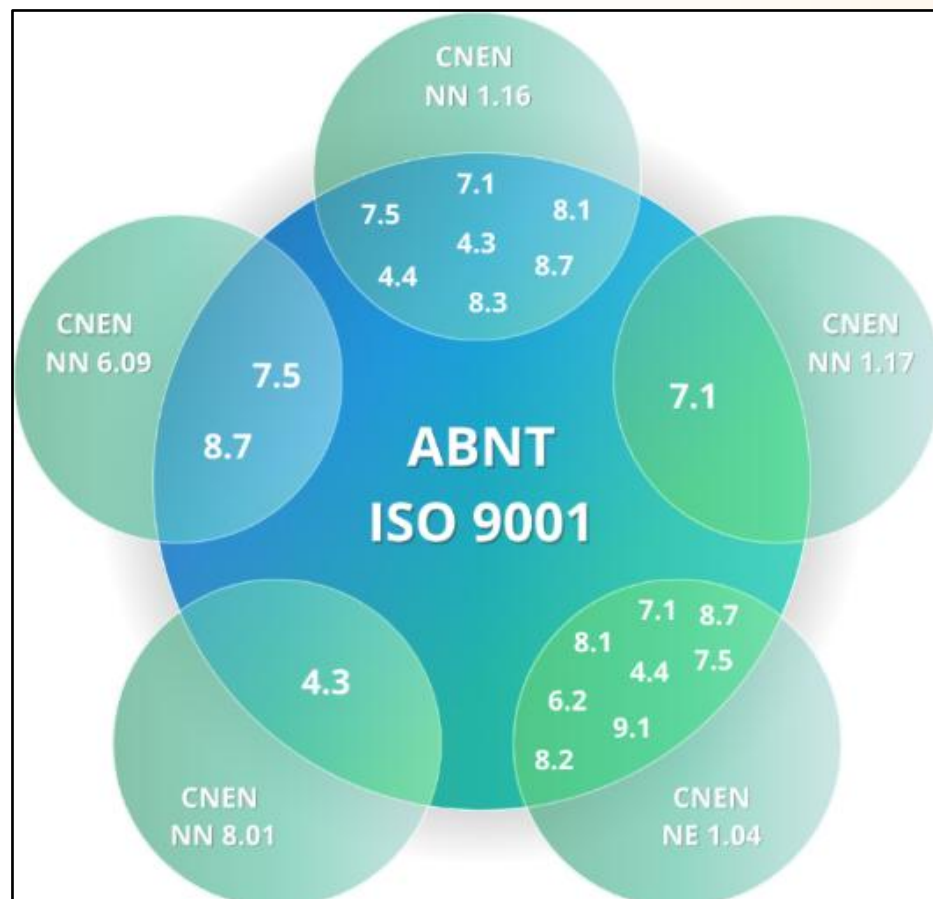
Sistema de Gestão da Qualidade - SGQ





Procedimentos de Laboratório – Iniciação Científica

Revisão Bibliográfica



Fonte: A. L. L. Crespo 2024

CNEN NE 1.04: Licenciamento de instalações nucleares

CNEN NN 1.16: Garantia da qualidade para a segurança de usinas nucleoeletricas e outras instalações

CNEN NN 1.17: Qualificação de pessoal e certificação para ensaios não destrutivos em itens de instalações nucleares

CNEN NN 6.09: Critérios de aceitação para deposição de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação

CNEN NN 8.01 Gerência de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação



Procedimentos de Laboratório – Iniciação Científica

Relatório de Local – CNEN NN 8.02

Geografia

Demografia

Geomorfologia

Meteorologia e
Climatologia

Geologia

Hidrologia

Sismologia

Ecologia



Procedimentos de Laboratório – Iniciação Científica

Relatório de Local – CNEN NN 8.02: Perfis dos profissionais





Caracterização de Local e Licenciamento Ambiental



Rogério Tadeu de Souza

Doutor em Geologia – UFMG
Mestre em Geologia – UFPR
Engenharia de Minas – UFMG
Bolsista de Estudos Avançados – BEA (CNEN)
Início: Abril de 2023



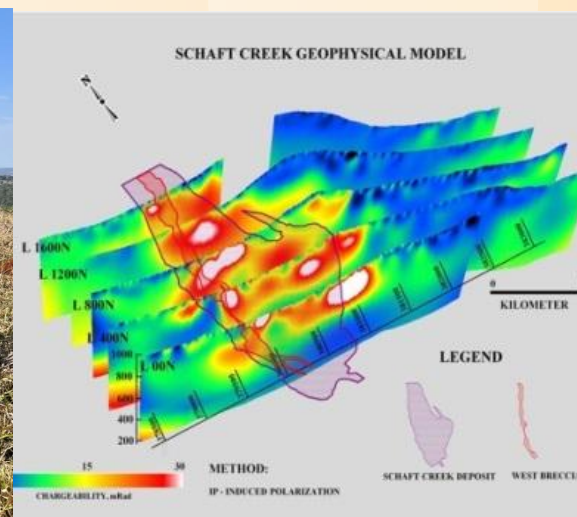
Objetivo

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



Atividades desenvolvidas

- Participação de várias reuniões sobre o Projeto, inclusive com a emissão do TR-IBAMA final para o licenciamento do CENTENA, pela empresa contratada;
- Atualização do cronograma físico-financeiro do Projeto;
- 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;
- Contratação de laboratório e execução da segunda campanha de monitoramento de água subterrânea;
- Remoção de estação meteorológica situada no Serro/MG e implantação na área do CENTENA.





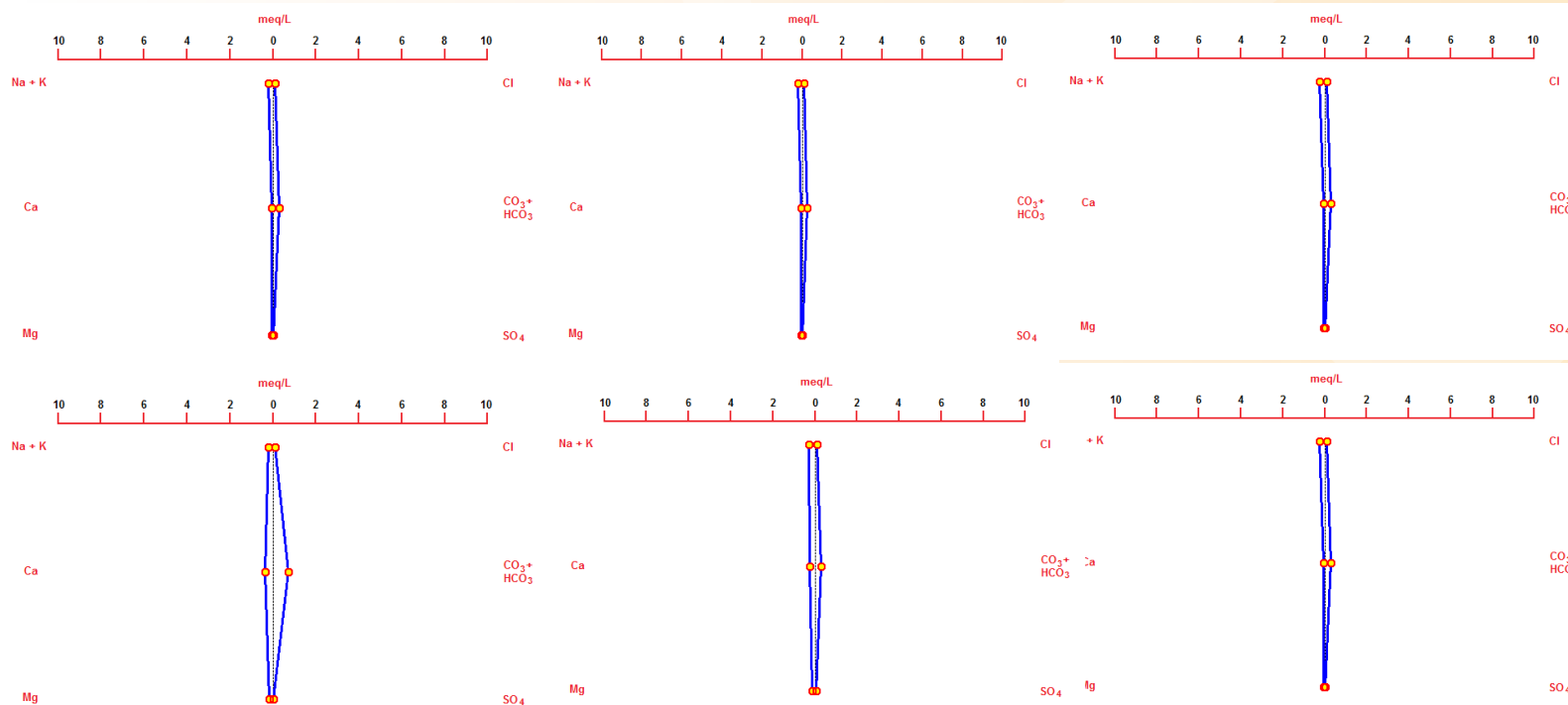
Trabalhos de campo

- Março e outubro
- Objetivo: monitoramento de água subterrânea.

Set/2024

Mar/2025

Set/2025





Trabalhos de campo

- Junho 2025
- Objetivo: levantamento de orçamento para “limpeza” do terreno.





Trabalhos de campo

- Julho 2025
- Objetivo: remoção da estação meteorológica do Serro/MG, manutenção para a instalação na área do CENTENA.





Próximos Passos

- Instalação da estação meteorológica na área do CENTENA (semana de 15 a 19/12/2025).
- Contratar a empresa que elaborará o estudo ambiental.
- Execução dos serviços contratados/em processo de compras.
- Manter monitoramento de água subterrânea.
- Instalar portaria.



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 topográfico e geofísicos;
- Abertura de poços de sondagem e coleta de amostras;
- Caracterização e estudos ambientais.

Fora do Local

- Anúncio do local;
- Contrato de 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;
- Avaliação do protótipo do contêiner por meio de ensaios diversos;
- Organizar a confecção de outro protótipo para simular o acondicionamento dos embalados de rejeitos e realizar os testes;
- Estudos de outros concretos a serem utilizados no sistema de deposição;
- Estudos de migração de radionuclídeos nas diversas barreiras.



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



Equipe



Comissão Nacional
de Energia Nuclear

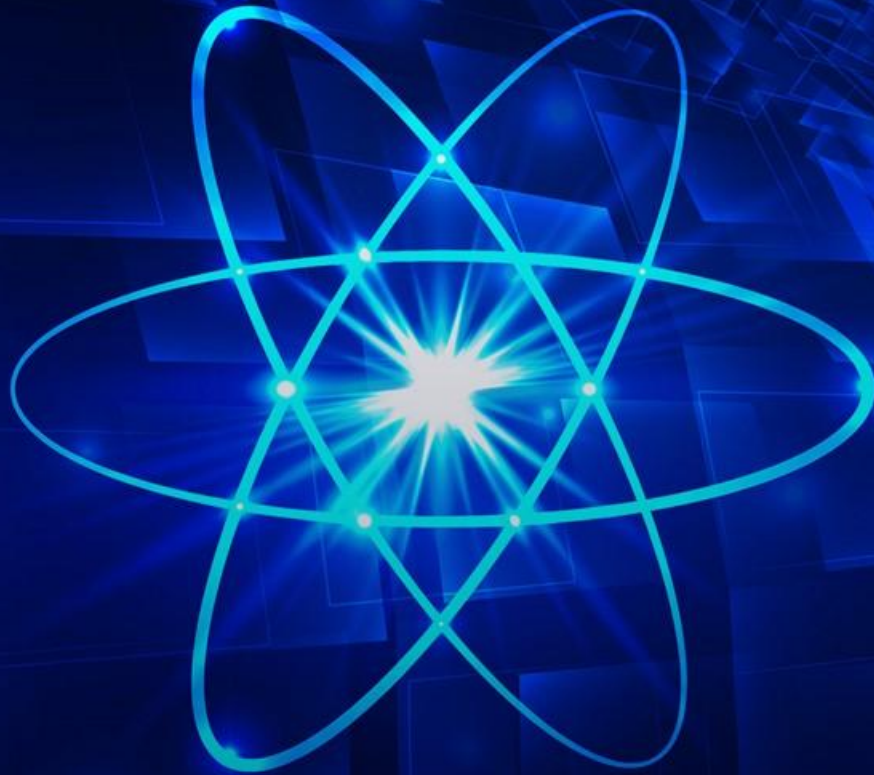
Obrigada!

CDTN/CNEN

Clédola Cássia O. de Tello

E-mail: tellocc@cdtn.br

Contato: (31)3439-9586



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

