

O Gerenciamento de Resíduos Radioativos na Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto



Roberto C. A. Travassos
ELETROBRAS ELETRONUCLEAR
Diretoria de Planejamento,
Gestão e Meio Ambiente - DG

Baixa Atividade
Material descartável
usado na manutenção

Média Atividade
Resinas de purificação
de fluidos de processo

Resíduos Radioativos

Baixa e Média Atividade

Combustível Usado

Não é Rejeito
Material Reciclável
Energia Aproveitável

Armazenamento
Inicial
(Eletronuclear)

Angra 1: CGR
Centro de Gerenciamento de Rejeitos (na C.N.)

Angra 2: KPE
Sistema de Armazenamento de Rejeitos (interior Usina)

PCU
Piscinas de Armazenamento Comb. Usado (interior Usinas)

UFC
Unidade de Armazenamento Complementar de Combustível Usado

Armazenamento Intermediário (CNEN)

DICOMBUS
Armazenamento de Longo Prazo

LET
Laboratório de Estudos Térmicos

Armazenamento Final (CNEN)

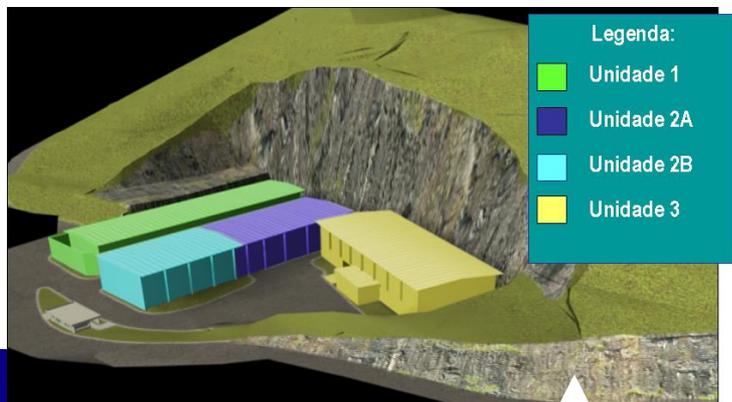
RF
Repositório Final

URC
Reciclagem Combustível

DFAA
Depósito Final Alta Atividade

CGR - Centro de Gerenciamento de Rejeitos: 7.087 Embalados

Tambores / Liners / CX-M / CX-B25





Estimativas referentes aos Esgotamentos das PCUs

Usina	Capacidade de armazenamento das PCUs (ECIs)	Elementos combustíveis no núcleo do reator (ECIs)	Esgotamento previsto das PCUs (ano)
Angra 1	1.252	121	Final de 2020 (1)
Angra 2	1.084	193	Meados de 2020 (2)

Status das Estimativas:
(1) Abril-2014
(2) Julho-2014

Material reciclável não é “lixo” nem resíduo *96% do combustível usado é reciclável*

Composição média de um elemento combustível PWR

1 elemento combustível novo ~ 500 kg de urânio “fresco”
material reciclável

Resíduo
 (“lixo”)



*Após
uso*

Urânio
475 to 480 kg
(94 to 96%)

UOX
combustível

Plutônio
5 kg
(1%)

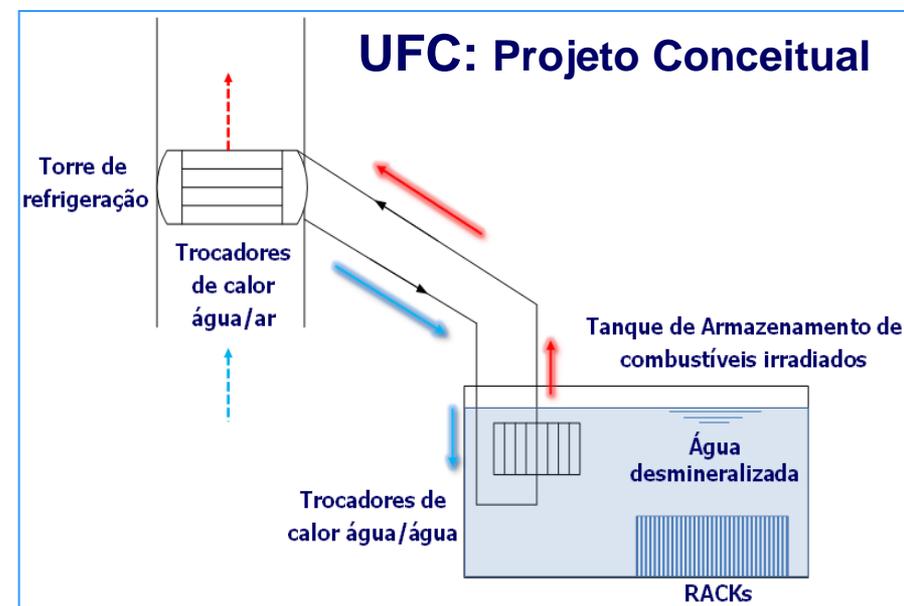
MOX
combustível

Produtos de Fissão
15 to 20 kg
(3 to 5%)

resíduos de
alta atividade

UFC: Unidade de Armazenamento Inicial Complementar de Combustíveis Irrradiados

- **Projeto de Referência:** UTN Goesgen-Suíça
- **Tipo de Armazenamento:** Úmido
- **Conceito:** Sistema Passivo de Remoção de Calor da Água por Convecção Natural
- **Revestimento do Tanque:** Aço Inox
- **Dimensões:** 70 x 35 x 39 m (c x l x h)
- **Capacidade:** 2.400 ECIs por Etapa
- **Estratégia:** Implantação em 2 Etapas
- **Investimento Total:** R\$ 595 milhões
- **Início de Operação:** Janeiro-2019



UFC: Localização / Etapas do Projeto



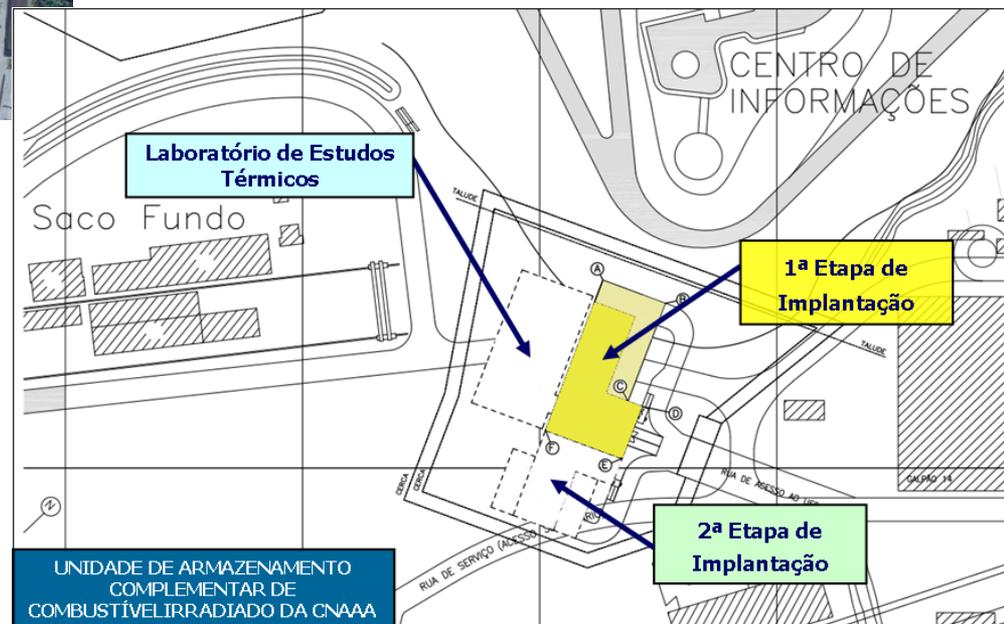
Angra 1

Altura: ~ 4 m
Diam. Vareta: ... 9,14 mm
Massa: 584 Kg



Angra 2 (Angra 3)

Altura: ~ 5 m
Diam. Vareta: ... 10,75 mm
Massa: 843 Kg



➤ Licenciamento Ambiental

- **RAS: Bourcheid / Submetido ao IBAMA em Jun-2014 / Aprovado pelo IBAMA**
- **Licença Prévia: 2 Reuniões Públicas programadas / Nov-2014 (Angra dos Reis e Paraty)**

➤ Licenciamento Nuclear

- **Licença do Local: RL e documentação pertinente já submetidos à apreciação da CNEN**
- **RPAS: Em preparação pela Eletronuclear / Submissão à CNEN em Set-2014**

➤ Suporte Técnico à Engenharia do Proprietário

- **AF Consult - Suíça: Contratada / Atividades em curso**

➤ Modelos Numéricos e Físicos do Sistema de Remoção de Calor

- **Univ. Dresden e COPPETEC: Processo de contratação em andamento**

➤ Projeto Básico

- **Eletronuclear e AF Consult: Em desenvolvimento**

➤ Contratação de EPC

- **Documentação Técnica e Comercial em preparação: Projeto Executivo / Construção Civil / Fornecimentos / Montagem / Comissionamento**

LET: Laboratório de Estudos Térmicos

➤ Objetivo

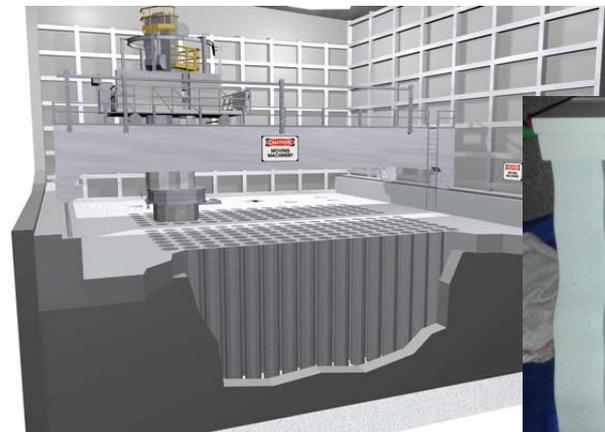
- Pesquisas / Estudos / Testes
- Desenvolver alternativa, **a ser proposta à CNEN**, de armazenamento intermediário de longo prazo para ECIs.
- Construção futura de uma **Instalação a Seco** de Longo Prazo de ECIs.

➤ Escopo

- Recebimento de ECIs
- Encapsulamento de ECIs
- Armazenamento de ECIs em células de estocagem a seco.

➤ Custo Estimado

- **R\$ 482 milhões**



MODULAR VAULT DRY STORE SYSTEM
1 loop de refrigeração



ALTERNATIVE VAULT DRY STORE SYSTEM
2 loops de refrigeração

Projeto PEM
COPPE/UFRJ

➤ Metodologia e Condições de Contorno

- Modelos de ECIs: **escala 1:1**
- Fase Inicial: **Não utilização de material nuclear.**
- Simulações Iniciais: **Utilização de resistências elétricas para simular o calor a remover.**
- Simulações Avançadas: **Condicionados ao sucesso dos resultados alcançados nas simulações iniciais com elétricas resistências, ECIs reais poderão vir a ser utilizados.**

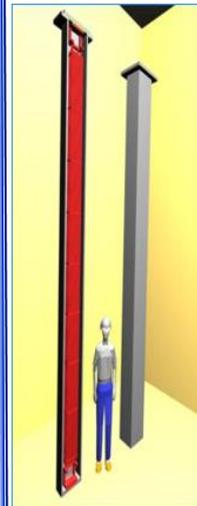
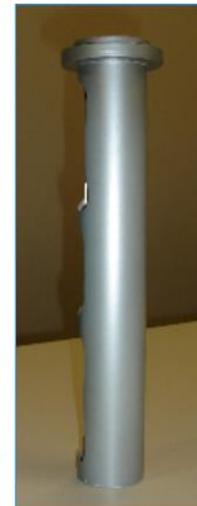
➤ Estudos de Validação de Processos

- Funcionalidade
- Proteção Radiológica
- Remoção de Calor Residual
- Durabilidade
- Estabilidade
- Recuperabilidade Combustível Irradiado
- Proteção ao Meio Ambiente
- Proteção à Saúde: Trabalhador e Público

Cápsula
Cilíndrica



Cápsula
Quadrada



➤ Etapas da Implantação

• Estudos Iniciais de Viabilidade e Desenvolvimento de Protótipos

- Ambiente Virtual de Operação: **ITUC-PUC/RJ**
- Desenvolvimento de Mecanismos de Movimentação e Manuseio de ECIs: **ITUC-PUC/RJ**
- Desenvolvimento do Sistema de Remoção do Calor Residual dos ECIs: **COPPE-UFRJ**
- Qualificação Materiais Cápsula Armazenamento: **Depto de Eng. Metalúrgica e de Materiais POLI-USP**
- Especificações de Soldagem / Critérios de Usinagem / Inspeção de Juntas Soldadas: **POLI-USP**

• Licenciamento Ambiental

- EIA e RIMA ou RAS – Relatório Ambiental Simplificado: **Licitação Nacional**
- LP – Licença Prévia / LI – Licença de Instalação

• Licenciamento Nuclear

- RL - Relatório de Local: **Eletronuclear**
- RPAS – Relatório Preliminar de Análise de Segurança: **Eletronuclear**
- RFAS – Relatório Final de Análise de Segurança: **Eletronuclear**
- LL – Licença do Local / LC – Licença de Construção
- AUMAM – Autorização para Utilização de Material Nuclear
- AOI – Autorização para Operação Inicial
- AOP – Autorização para Operação Permanente

➤ **Etapas da Implantação** (Cont.)

- **Licenciamento junto à PMAR**
 - **Elaboração do Projeto Legal: Licitação Nacional**
 - **AUOS - Autorização de Uso e Ocupação do Solo**
- **Elaboração de Projetos de Engenharia**
 - **Projeto Conceitual**
 - **Projeto Básico**
 - **Projeto Executivo**
- **Construção Civil**
 - **Desmonte em Rocha**
 - **Contenção e Estabilização de Encostas**
 - **Reaterro das Cavas de Fundação**
 - **Infraestrutura no entorno do local / vias de acesso / redes de água e esgoto / etc.**
- **Montagem Eletromecânica**
- **Comissionamento e Testes**

Eletronuclear
EPC (Licitação Internacional)

Obrigado

travass@eletronuclear.gov.br

