

Panorama do Setor Nuclear Brasileiro para Geração Elétrica



**2014-LAS-ANS Symposium on
Small Modular Reactors for Nuclear Power**
Rio de Janeiro, 21-24 July 2014

Luiz Soares
Diretor Técnico
ELETRONUCLEAR



Tópicos

➤ **Cenário Atual**

- Usinas em Operação: Angra 1 e Angra 2
- Usina em Construção: Angra 3

➤ **Cenário Futuro**

- Plano Nacional de Energia 2030
- Conceito de Site para Novas usinas
- Seleção de Tecnologia para Novas Usinas
- Critérios de Seleção de Sites
- Atlas Brasileiro de Sites Potenciais para Novas Usinas

➤ **Novas Prioridades**

- Unidade de Armazenamento Complementar Combustível Irrradiado
- Laboratório de Estudos Térmicos
- Descomissionamento de Usinas Nucleares
- Capacitação e Formação de Pessoal

Panorama do Setor Nuclear Brasileiro para Geração de Energia Elétrica: Cenário Atual

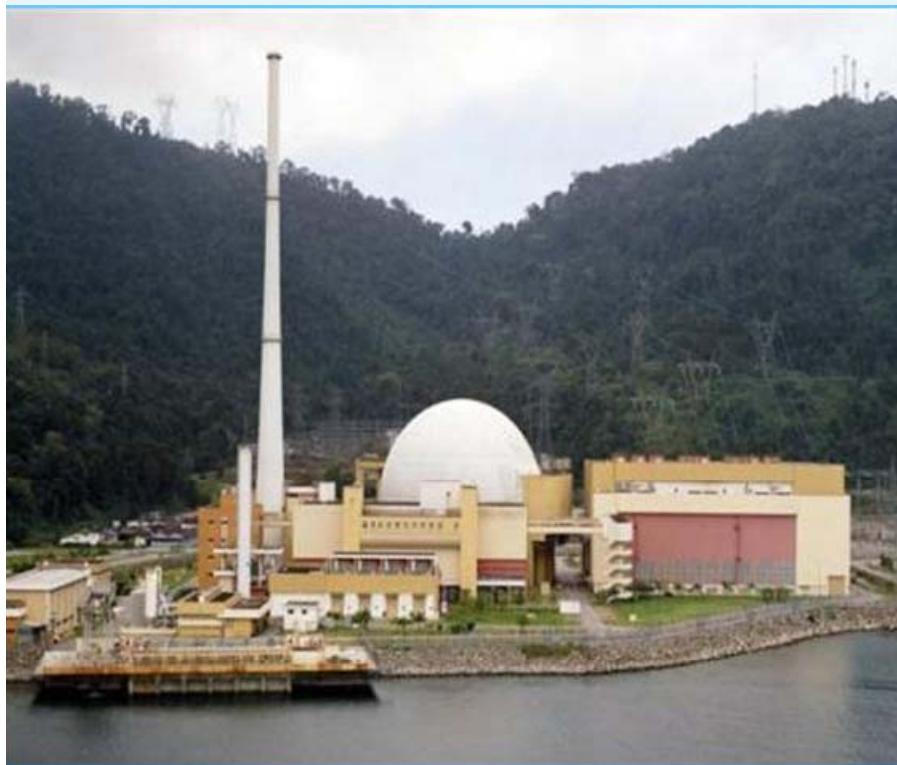


ANGRA 1



- **1970:** Expedidas especificações técnicas
8 convites (3 desistências / 5 concorrentes)
Reatores de diferentes tecnologias
- **1971:** Julgamento das propostas
Vencedora: Westinghouse
- **Modelo:** PWR / 657 MW
Reator a Água Leve Pressurizada
- **1972:** Assinatura do Contrato
Turn Key
- **Início Construção:** 1972
- **Atrasos na Construção:** Aspectos técnicos, administrativos, políticos e financeiros
- **Início Operação:** Janeiro-1985
- **Fator de Disponibilidade:**
 - Antes da Troca dos GV's (2001 a 2009): **71,4%**
 - Após a Troca dos GV's (2010 a 2013): **87,9%**

ANGRA 2



- **Modalidade:** Transf. Tecnologia
Acordo Nuclear Brasil / Alemanha
- **Modelo:** PWR / 1309 MW
Reator a Água leve Pressurizada
1º Aumento de Potência: 1.350 MW
2º Aumento de Potência: 1.405 MW
- **Tecnologia:** Siemens - Alemanha
- **Início Construção:** Junho-1977
- **Obras Interrompidas:**
Aspectos Financeiros e Políticos
- **Reinício da Implantação:** 1997
- **Início Operação:** Janeiro-2001
- **Fator Disponibilidade:** 85,9%
(2001 a 2013)



Contexto Geral do Empreendimento

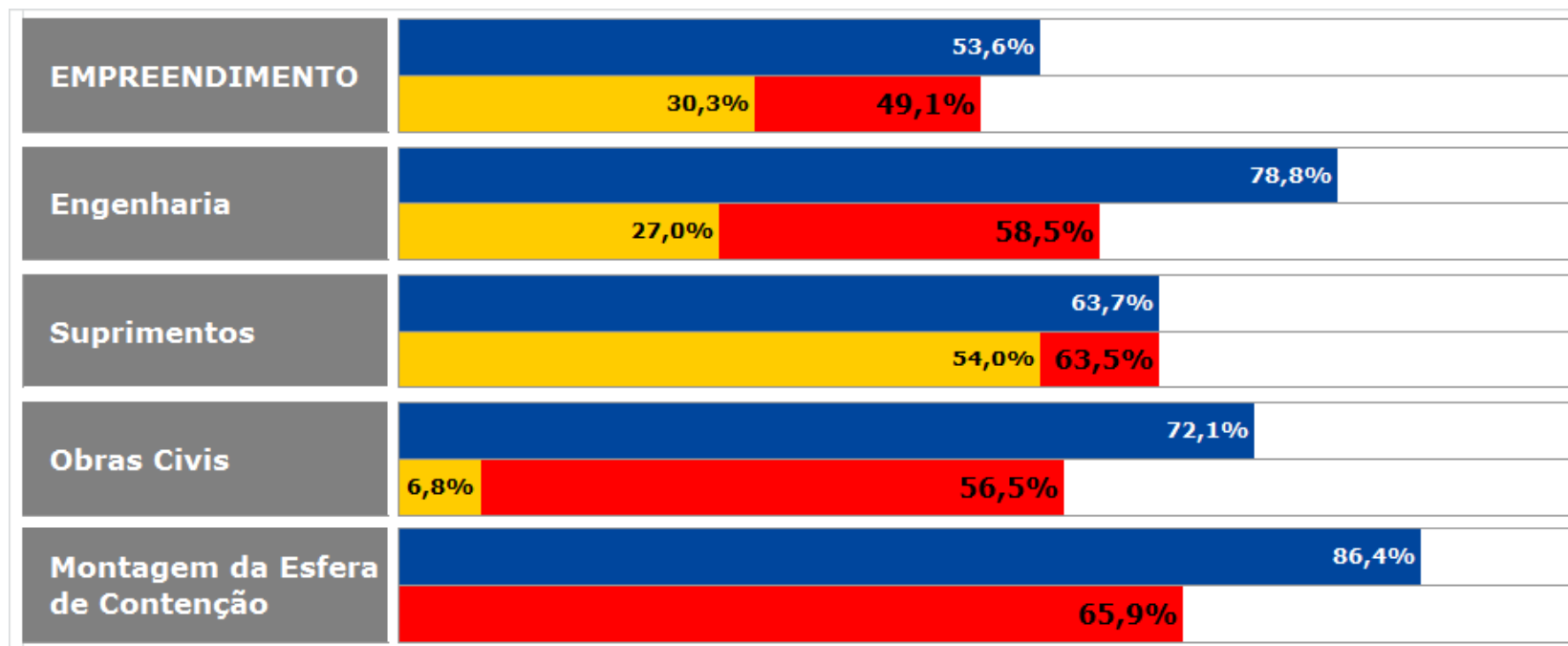
- **Situação dos Contratos existentes**
- **Base Normativa**
- **Licença Ambiental**
- **Processo decisório e instâncias de Controle**
- **Licenciamento Nuclear**
- **Instrumentação Digital**
- **Fornecedores Nacionais e Internacionais**




Angra 3: Vista Geral do Canteiro de Obras



Avanços Físicos do Empreendimento

Situação em 30-Junho-2014: Progresso Físico Global = 49,1%



LEGENDA	
	Avanço Planejado Acumulado até Junho-2014 (base para medição: Cronograma Executivo Geral - CEG Rev.2)
	Avanço Realizado Acumulado até a retomada do empreendimento (2009)
	Avanço Realizado Acumulado até Junho-2014

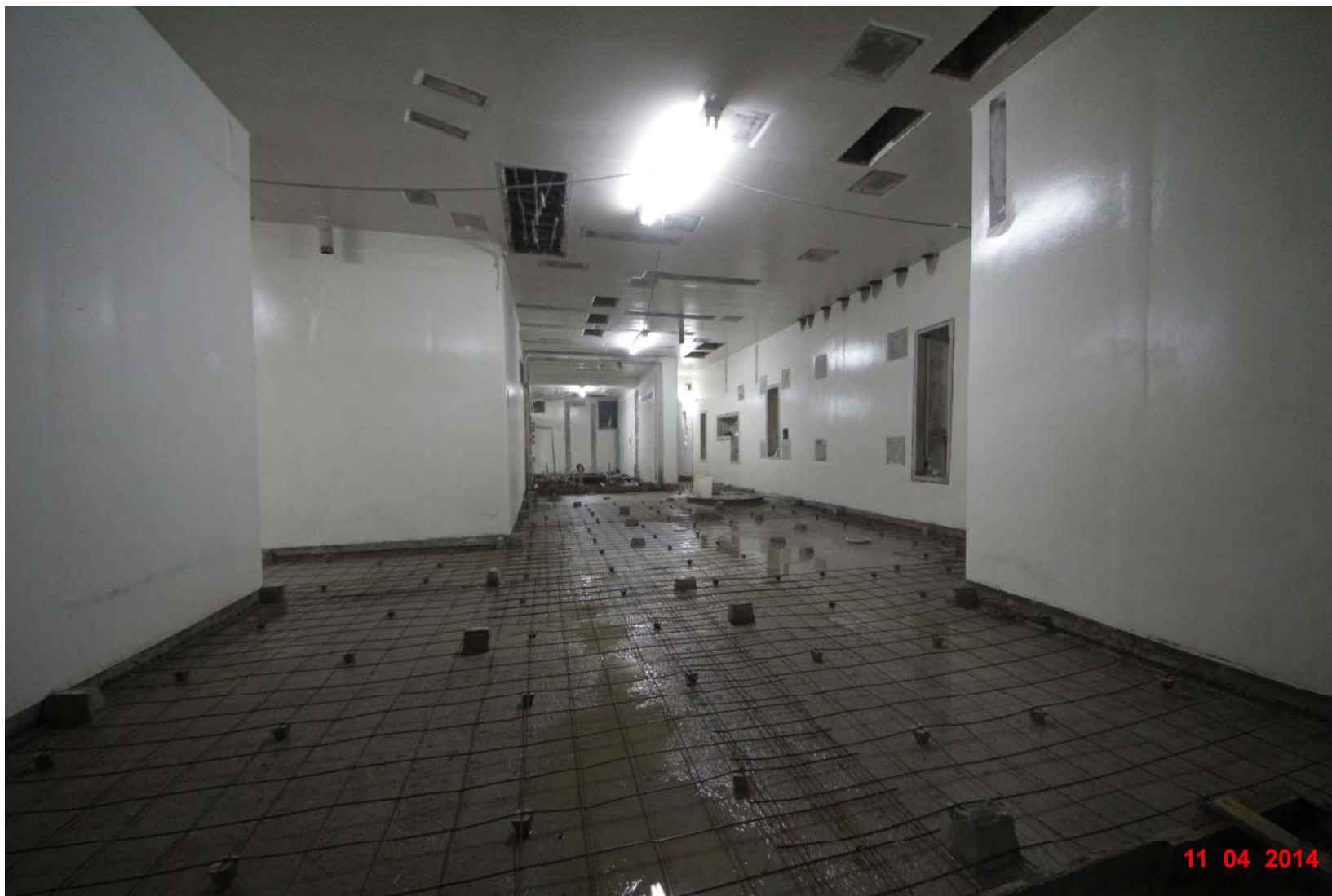
UJB - Edifício do Reator - *Annulus*: Serviços de Acabamento (exemplo)





Cenário Atual: Implantação de Angra 3 (cont.)

UKA - Edifício Auxiliar do Reator: Serviços de Acabamento (exemplo)



Panorama do Setor Nuclear Brasileiro para Geração de Energia Elétrica: Cenário Futuro



Geração Nucleoelétrica no Brasil PNE - Plano Nacional de Energia 2030



Expansão da Oferta no Período 2015-2030
(Valores em MW)

Fonte	CASO BASE					CASO 1	CASO 2
	N	NE	SE / CO	S	TOTAL		
Conservação ¹	?	?	?	?	12.000 ¹	12.000 ¹	12.000 ¹
Hidrelétrica	43.720	580	8.860	4.140	57.300	67.500	64.700
Gás Natural	0	3.500	4.000	500	8.000	15.500	13.500
Carvão	0	0	0	3.500	3.500	4.000	5.500
Nuclear	0	2.000	2.000	0	4.000	6.000	8.000
PCH	0	500	4.000	1.500	6.000	8.000	8.000
Eólica	0	2.200	0	1.100	3.300	3.300	3.300
Biomassa	0	950	3.300	500	4.750	4.750	4.750
Resíduos Urbanos	0	300	700	300	1.300	1.300	1.300
T O T A L	45.520	10.630	31.260	12.740	100.150	122.350	121.050

(1) 53 TWh (aprox. 15% do consumo atual) = Potência de cerca de 12.000 MW (hidrelétrica) ou 7.800 MW (nuclear)

Fonte: PNE 2030 / EPE-MME, Nov-2007 / Tabelas 8.27 (Pág.234) e 8.31 (Pág.239)

Nordeste
2.000 MW

Sudeste
2.000 MW

Central Nuclear no Nordeste



Usinas Nucleares Pós Angra 3 Conceito para o Site

Centrais com até 6 plantas
1.000 MW
(implantadas 2 a 2)

Ganhos de Escala
Tendência Mundial

- projeto
- licenciamento
- infra-estrutura
- construção
- operação
- manutenção
- gestão de rejeitos

- Redução do prazo de construção
- Redução do investimento para implantação



ULCHIN
5.900 MW
Coréia



GRAVELINES
5.700 MW
França



ZAPORIZHZHYA
6.000 MW
Ucrânia

Geração Nucleoelétrica no Brasil: Usinas Pós Angra 3

- **Sistemas de segurança passiva**
- **Vida útil: 60 anos**
- **Construção modular / Menor quantidade de equipamentos**
- **Ciclos operacionais mais longos / Paradas para reabastecimento mais curta**

PWR ~ 1.000 MW

<p>WESTINGHOUSE / TOSHIBA</p> <p>AP 1000</p> <p>USA JAPÃO</p>	
<p>AREVA / MITSUBISHI</p> <p>ATMEA 1</p> <p>FRANÇA JAPÃO</p>	
<p>ROSENERGOATOM</p> <p>VVER 1000</p> <p>RUSSIA</p>	

PWR > 1.000 MW

<p>Click to download detailed version.</p>	<p>MITSUBISHI</p> <p>US-APWR</p> <p>1.700 MW</p>
	<p>AREVA</p> <p>EPR</p> <p>1.700 MW</p>
	<p>KHNP</p> <p>APR</p> <p>1.400 MW</p>

Critérios de Seleção de Locais

Estudos Preliminares

- Metodologia EPRI - EUA
- Convênio COPPE/ UFRJ: 2008
- Cooperação EPE: 11-Ago-2010

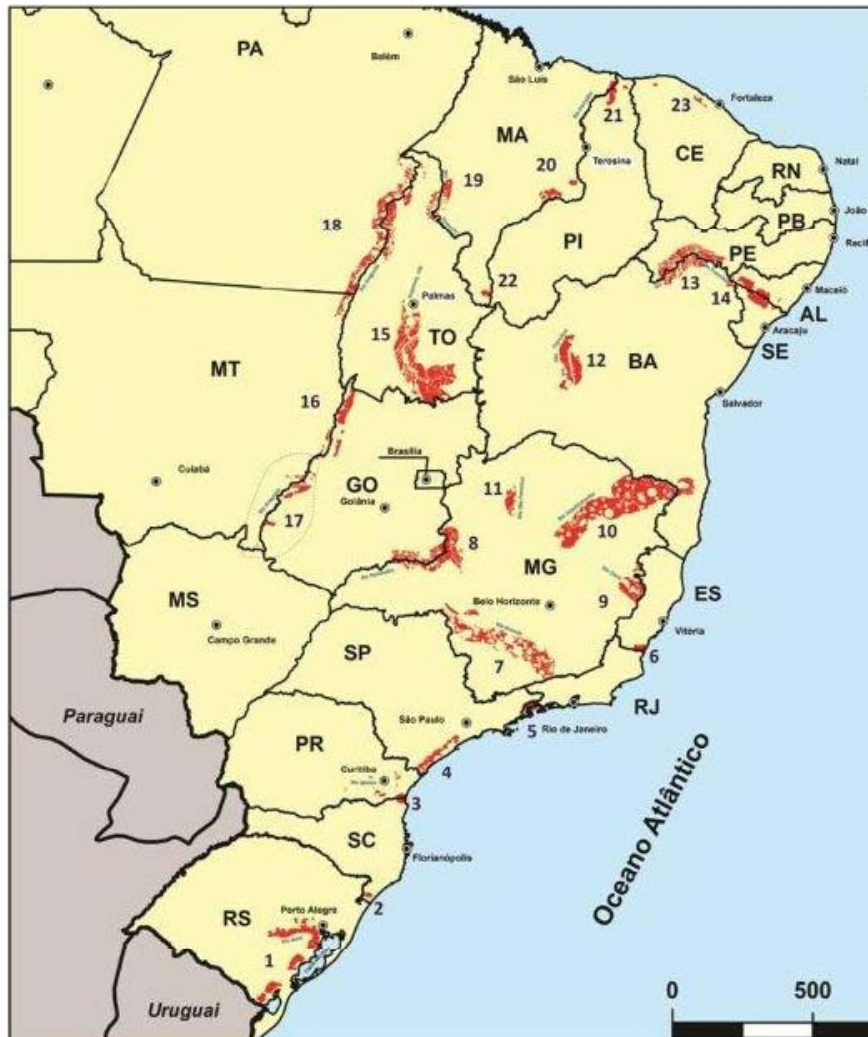


Alguns Critérios de Seleção de Locais

- Suprimento de água de refrigeração
- Populações / Indústrias já existentes
- Áreas de Preservação Ambiental
- Áreas alagadas / Aquíferos
- Movimentos vibratórios do solo
- Acessibilidade dos locais
- Linhas de Transmissão já existentes
- Outros (políticos / econômicos / etc./ etc...)



Atlas Brasileiro de Sites Potenciais para Centrais Nucleares: 40 Áreas Seleccionadas



Nordeste



Sudeste

Panorama do Setor Nuclear Brasileiro para Geração de Energia Elétrica: Novas Prioridades





Com a maturidade do setor, algumas atividades ganharam prioridade:

- **Unidade de Armazenamento Complementar de Combustíveis Irrradiados**
- **Laboratório de Estudos Térmicos**
- **Descomissionamento**
- **Capacitação e Formação de Pessoal**

Unidade de Armazenamento Complementar de Combustíveis Irrradiados: UFC

➤ **Objetivo:**

Liberar espaço de estocagem no interior das piscinas de combustível usado, a fim de manter a continuidade de operação das Usinas.

➤ **Definição:**

Instalação complementar às piscinas de combustíveis usados, que permitirá o armazenamento dos elementos combustíveis irradiados ao longo da vida útil das usinas, estimada em 60 anos.

➤ **Início Operação:**

Final de 2017



Laboratório de Estudos Térmicos: LET

➤ **Objetivo:**

Desenvolver alternativa, a ser proposta à CNEN, de armazenamento intermediário viável e seguro, de longo prazo, dos elementos combustíveis irradiados.

➤ **Definição:**

Laboratório para execução de estudos e testes para a implantação de uma instalação de armazenamento a seco de elementos combustíveis irradiados.





Descomissionamento de Usinas Nucleares

➤ **Objetivo:**

Remover permanentemente uma instalação nuclear do serviço, reduzindo o material radioativo no site licenciado para níveis que permitam rescindir a licença emitida pela CNEN.

➤ **Ações:**

A ELETRONUCLEAR está se preparando para atender aos requisitos da Resolução CNEN 133 de 08 de novembro de 2012, que prevê inicialmente a apresentação do Plano Preliminar de Descomissionamento pela operadora.

Para o desenvolvimento deste Plano, a empresa estabeleceu contrato com uma Universidade Nacional para apoio ao desenvolvimento do Plano e absorção da tecnologia, de forma a manter o conhecimento no país, juntamente com uma Consultoria Internacional com experiência na matéria.

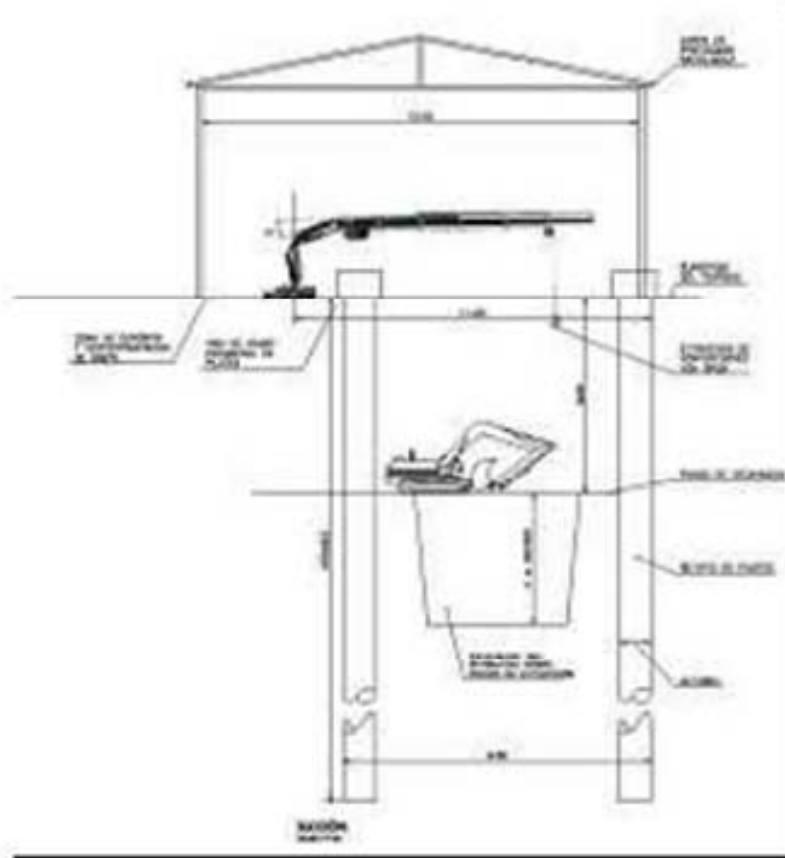
Descomissionamento de Usinas Nucleares

Desmantelamento: UMA - Prédio da Turbina (exemplo)



Descomissionamento de Usinas Nucleares

Recuperação do Site: **Exemplo**





Capacitação e Formação de Pessoal

- **Tempo de serviço médio elevado.**
- **Alterações previdenciárias.**
- **Descontinuidade em programas de formação.**
- **Competição, com outras indústrias, por técnicos especializados.**



Capacitação e Formação de Pessoal: Áreas de Especialização

- Projeto mecânico
- Projeto elétrico
- Projeto de instrumentação, controle e proteção
- Projeto de ventilação
- Projeto do turbo gerador
- Projeto do layout da usina
- Engenharia de suprimentos
- Métodos de projeto
- Análise estrutural
- Segurança nuclear
- Radioproteção e blindagem
- Projeto do núcleo
- Garantia de qualidade
- Projeto químico
- Tecnologia de materiais e soldagem
- Tecnologias de ensaios não destrutivos
- Engenharia de suporte a operação
- Controle de configuração
- Proteção contra incêndio
- Montagem eletromecânica e de instrumentação
- Comissionamento
- Licenciamento nuclear
- Licenciamento ambiental
- Operação
- Manutenção
- Gerenciamento de paradas
- Gerenciamento de rejeitos radioativos
- Combustível nuclear
- Plano de emergência
- Proteção física
- Segurança industrial
- Comercialização de energia
- Experiência operacional interna e externa
- Legislação nuclear nacional e internacional



Panorama Setor Nuclear Brasileiro para Geração Elétrica



Obrigado
Isoares@eletronuclear.gov.br