

# *Reunión Regional sobre Clausura de Instalaciones que Utilizan Material Radiactivo*

**Proyecto de Cooperación Técnica del OIEA RLA/9/055**  
**Buenos Aires, Argentina**  
**27-31 Octubre 2008**

## **Desmantelamento e Descomissionamento de Instalações Nucleares no Brasil**

Lainetti, P. E. de O.  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares  
IPEN/CNEN-SP  
Comissão Nacional de Energia Nuclear

# Sumário da Apresentação

- **Informações gerais sobre o Brasil**
- **Política Nuclear Brasileira**
- **Cenário Nuclear no Brasil**
- **Principais Instalações Nucleares**
- **Projetos de Descomissionamento**
- **Descomissionamento da usina-piloto de Dissolução e Purificação de U**
- **Sistema Regulatório – Linhas gerais**

# República Federativa do Brasil



- 26 estados e o Distrito Federal
- Capital: Brasília
- Maior cidade: São Paulo
- Mais conhecida: Rio de Janeiro
- População: 189,612,814 habitantes (5°)
- Área: 8.514.876,599 km<sup>2</sup> (5°)
- PIB - \$1,835 trilhão de USD (9°)  
(base PPC, 2007) [FMI, CIA World Factbook]
- Setor Elétrico

Capacidade Instalada: 94 GW (2006)

- Hidro: 76,3%
- Óleo/gás: 21,6%
- Nuclear: 2,1%



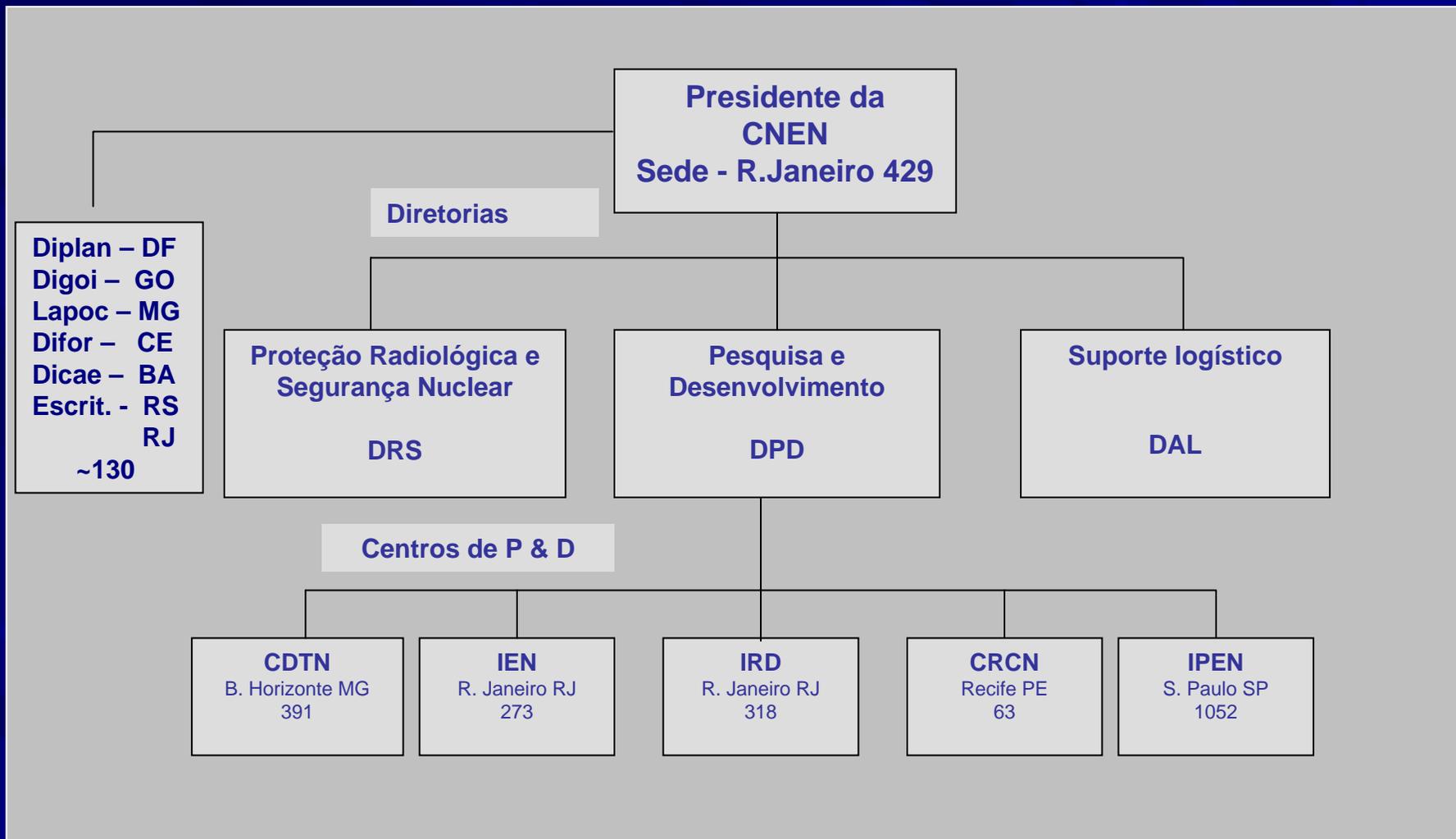
# Política Nuclear Brasileira

- Segundo a Constituição Brasileira: o Governo Federal tem a competência exclusiva sobre todas as atividades nucleares
- Monopólio inclui: prospecção, mineração, exploração dos minerais nucleares, operação das Usinas Nucleares, industrialização e comércio dos materiais nucleares, deposição segura dos rejeitos radiativos
- Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN: é o Órgão Regulatório responsável pela regulamentação, licenciamento e controle da utilização da energia nuclear, pela pesquisa e desenvolvimento, pela produção de radioisótopos e responsável pela deposição do rejeito radiativo

# Estrutura do Setor Nuclear



# Comissão Nacional de Energia Nuclear CNEN



# Cenário e Mercado Nuclear no Brasil

- Em comparação com os países desenvolvidos, o Brasil tem um programa nuclear modesto e recente
- Somente duas usinas nucleares, com 1,9 GWe de capacidade de geração (~2% do total)
- Angra-I (625 MWe) Angra-2 (1300 MWe), Angra-3 (similar a Angra-2, const. interrompida em 1991, operação em 2014)
- Quatro reatores de pesquisa: IEA-R1 5 MW, IPR-R1 250 kW, Argonauta IEN 1 kW, IPEN MB-01 100 W
- Empresas brasileiras da área nuclear: FCN / INB (combustível e mineração – "yellow cake"), Eletronuclear (geração de energia e engenharia), Nuclep (equipamento pesado), 15.000 indivíduos envolvidos em todas as atividades
- Reservas de urânio 310,000 t de  $U_3O_8$  (a baixos custos), sexto no mundo

# Instalações Nucleares e Radiativas no Brasil

- Número de instalações nucleares: ~ 15 (mineração de urânio, enriquecimento isotópico, fabricação de combustível na forma de EC para reatores de potência – pastilhas de  $\text{UO}_2$  – e de pesquisa – dispersões -, estocagem de materiais nucleares)
- Número de instalações radiativas : ~ 3383 (médicas, industriais, pesquisa, estocagem de rejeitos radiativos)
- Número de reatores: 2 de potência, 4 de pesquisa

# Principais Instalações Nucleares no Brasil

Centros de P&D da  
CNEN

Capacidade de Geração  
Elétrica Instalada 2006  
94.67 GWe (Nuc. 2%)

Duas usinas nucleares

Angra-I 650 MWe 1985 (com.op.)  
Angra-II 1300 MWe 2001 (com.op.)

Sexta reserva de U  
no mundo  
310,000 t U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> L.C.  
Caitité - Ba

Eletronuclear  
NUCLEP  
FCN INB



# Projetos de Descomissionamento no Brasil

- Descomissionamento da USAM (1993–98) Usina de Santo Amaro da INB
- Instalação para processamento de Terras Raras a partir de areias monazíticas de Buena-ES, construída nos 50'
- Situada em área densamente povoada em S. Paulo
- Plano de descomissionamento submetido à CNEN, que em 1999 declarou a área livre para uso irrestrito
- Em 2004 CETESB-SP requereu monitoração para produtos químicos



- Área demolida:  
13000 m<sup>2</sup>
- Volume de Solo removido:  
8250 m<sup>3</sup>

# **IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares**

- É uma instituição pertencente ao Governo do Estado de São Paulo, operado técnica e administrativamente pela Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN e é associado à Universidade de São Paulo com propósito de cursos de pós-graduação
- Criado em 1956 para realizar pesquisas nas aplicações pacíficas da energia nuclear, tem atualmente cerca de 1100 funcionários (~ 2000 in 1990)

## **Principais instalações e atividades:**

- 2 Reatores de pesquisa: IEA-R1m atingiu criticalidade em 1957 e foi reformado para operar a 5 MW e IPEN/MB-01 (Unidade Crítica);
- Dois Cíclotrons: 28 Mev e 30 Mev; dois aceleradores de elétrons de 1,5 Mev (aplicações industriais), Fonte de Co-60 para irradiação;
- Plantas piloto do Ciclo do Combustível (purificação de U, conversão a UF<sub>6</sub>, fabricação de combustíveis para reatores de pesquisa);
- Em conjunto com a Marinha Brasileira, desenvolveu o enriquecimento isotópico por ultracentrifugação
- IPEN produz radioisótopos para uso em terapia e diagnóstico, beneficiando > 3,500,000 pacientes/ano

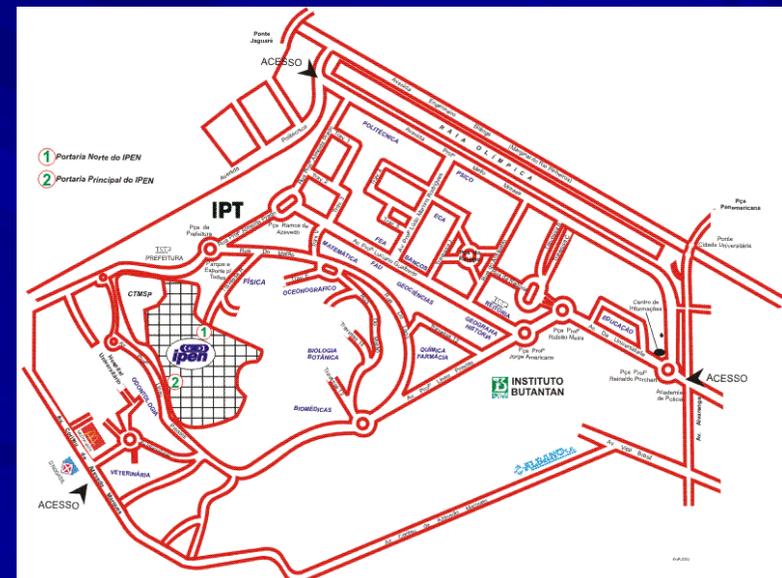
# Localização do IPEN e Reuso do Espaço

- Maioria das atividades de R&D no Ciclo do Combustível, no Brasil, foram realizadas no IPEN em escala de laboratório e planta-piloto
- Maioria das instalações foi construída nos anos 70' e 80'
- No começo dos anos 90', mudanças profundas no Programa Nuclear Brasileiro determinaram a interrupção da maioria das atividades e fechamento das instalações do Ciclo do Combustível

- IPEN está localizado em São Paulo no Campus da Universidade de São Paulo, com área de ~ 500,000 metros quadrados

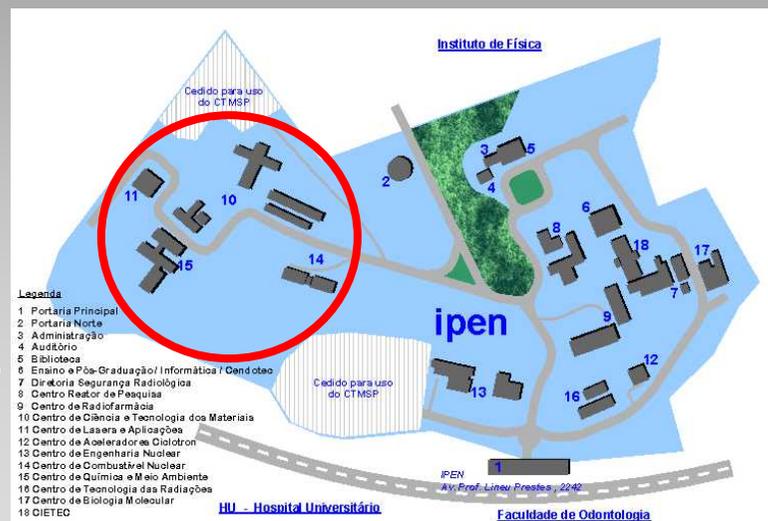
- Área valiosa e, atualmente, as vizinhanças são área muito populosa

- A localização é um aspecto importante na determinação do reuso do espaço e dos prédios das instalações do Ciclo do Combustível



# Descomissionamento Realizado e a Realizar

- **Prédio I - CQMA:**
  - Dissolução do DUA (*Yellow Cake* impuro)
  - Purificação do Nitrato de Urânio
- **Prédio II - CQMA:**
  - Precipitação DUA e Calcinação de DUA a UO<sub>3</sub>
  - Desnitração em Leito Fluidizado (NUH a UO<sub>3</sub>)
  - Produção de UF<sub>4</sub> – via Aquosa e Leito Móvel Unidades I e II
  - Dissolução de Sulfato de Tório e Purificação de Nitrato de Tório
- **Prédios III a V - PROCON:**
  - Produção de Flúor
  - Produção de UF<sub>6</sub>
  - Transferência de UF<sub>6</sub>
- **Prédio VI – CELESTE-I - CQMA:**
  - Laboratório de Reprocessamento
- **Usina Piloto de Produção de Pastilhas de UO<sub>2</sub> – P 5 CCTM**
- **Lab. de Caracterização isotópica - CL**



# Reutilização dos Prédios Descomissionados

- A decisão relativa ao reuso das diferentes instalações tem sido feita caso a caso
- Alguns programas governamentais estratégicos: Células a Combustível, Nanotecnologia, Biomateriais, Meio Ambiente, Polímeros, Lasers
- As antigas instalações e a área ocupada em local constituem um recurso útil e valioso
- As instalações podem ser completa ou parcialmente reutilizadas para uma variedade de propósitos e programas
- Além da completa liberação de algumas instalações como "*green areas*" (programas prioritários), alguns prédios serão utilizados para estocagem intermediária de equipamentos e rejeitos

# Principais Problemas no Descomissionamento das Instalações no IPEN

- Maioria das atividades de P&D do Ciclo do Combustível estão interrompidas desde 1992
- Ao longo deste período, incertezas quanto a uma eventual retomada do Programa criaram alguma hesitação quanto à decisão do desmantelamento

## Principais Problemas Associados ao D & D no IPEN

- Falta de recursos
- Falta de “expertise” em descomissionamento no IPEN
- Aposentadorias e dispersão do pessoal em outras atividades (antigos operadores)
- Falta de dados/desenhos confiáveis sobre as instalações (memória)
- Capacidade de armazenamento de rejeitos radioativos exaurida no IPEN

# Lições Aprendidas no Descomissionamento das Instalações no IPEN

- Principal problema foi a grande quantidade de rejeito radioativo de baixa atividade gerado nas operações
- Setores do IPEN, como a descontaminação e o tratamento / armazenamento de rejeitos radioativos, estão totalmente despreparados para tratar os grandes volumes de rejeitos gerados
- Muita controvérsia sobre os critérios de liberação
- Faltam ferramentas adequadas para o desmantelamento e para a descontaminação
- Faltam locais adequados para fragmentação e acondicionamento em tambores do rejeito radioativo
- Faltam locais para o armazenamento temporário dos rejeitos embalados
- Qualquer problema que impeça ou torne mais difícil a descontaminação é relevante