



ENERGIA NUCLEAR

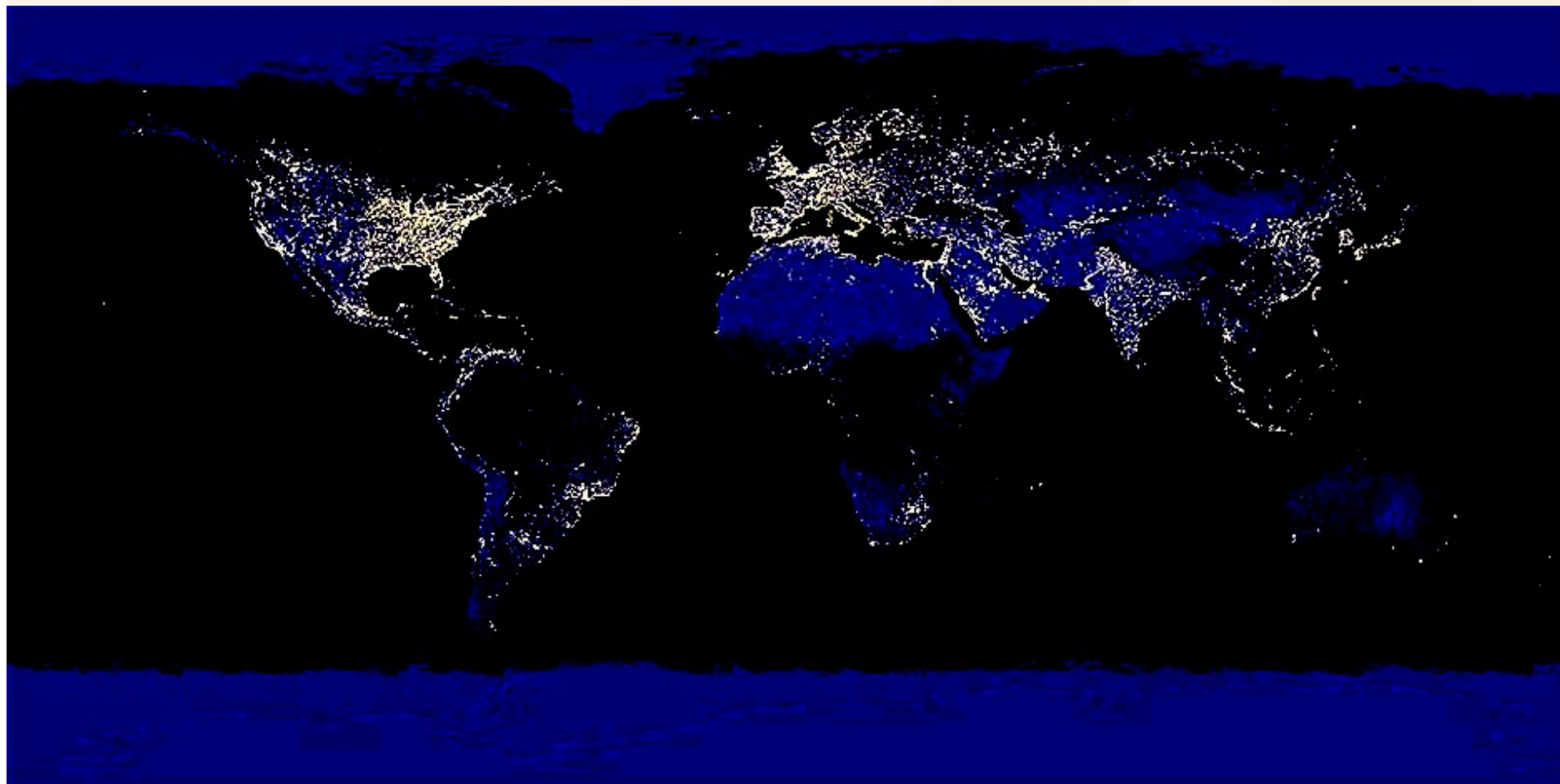
INFORMAÇÕES GERAIS

Comissão Nacional de Energia Nuclear

Ministério da
Ciência e Tecnologia



Fotografias da Terra obtidas por satélite durante a noite mostrando a distribuição da iluminação elétrica mundial

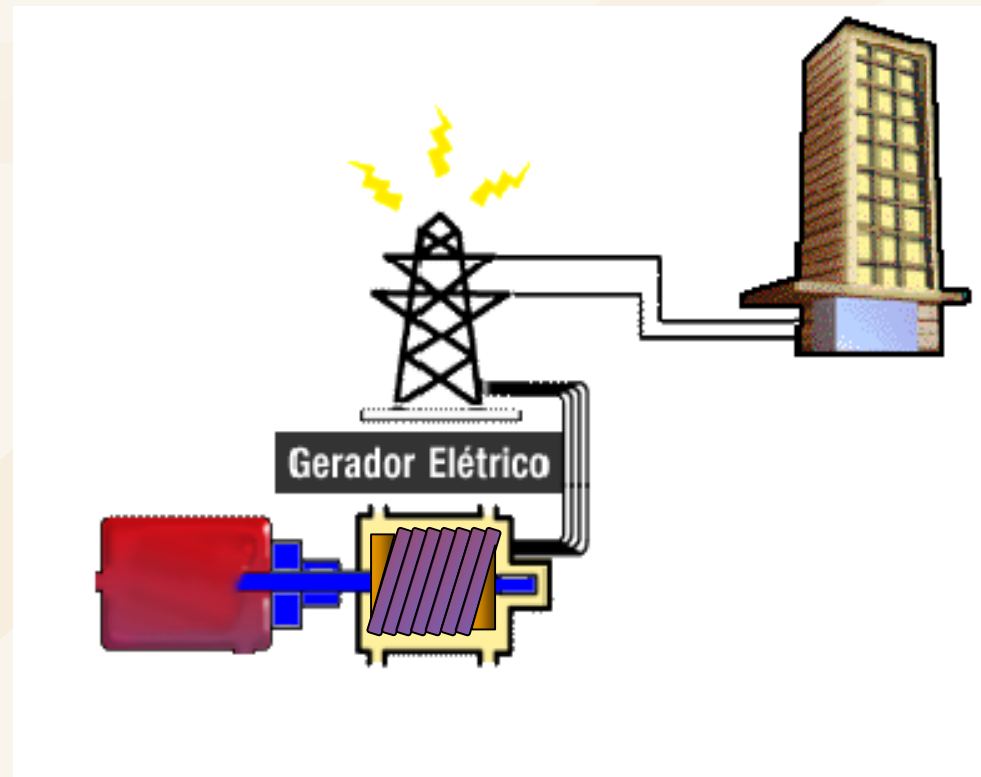


ENERGIA ELÉTRICA

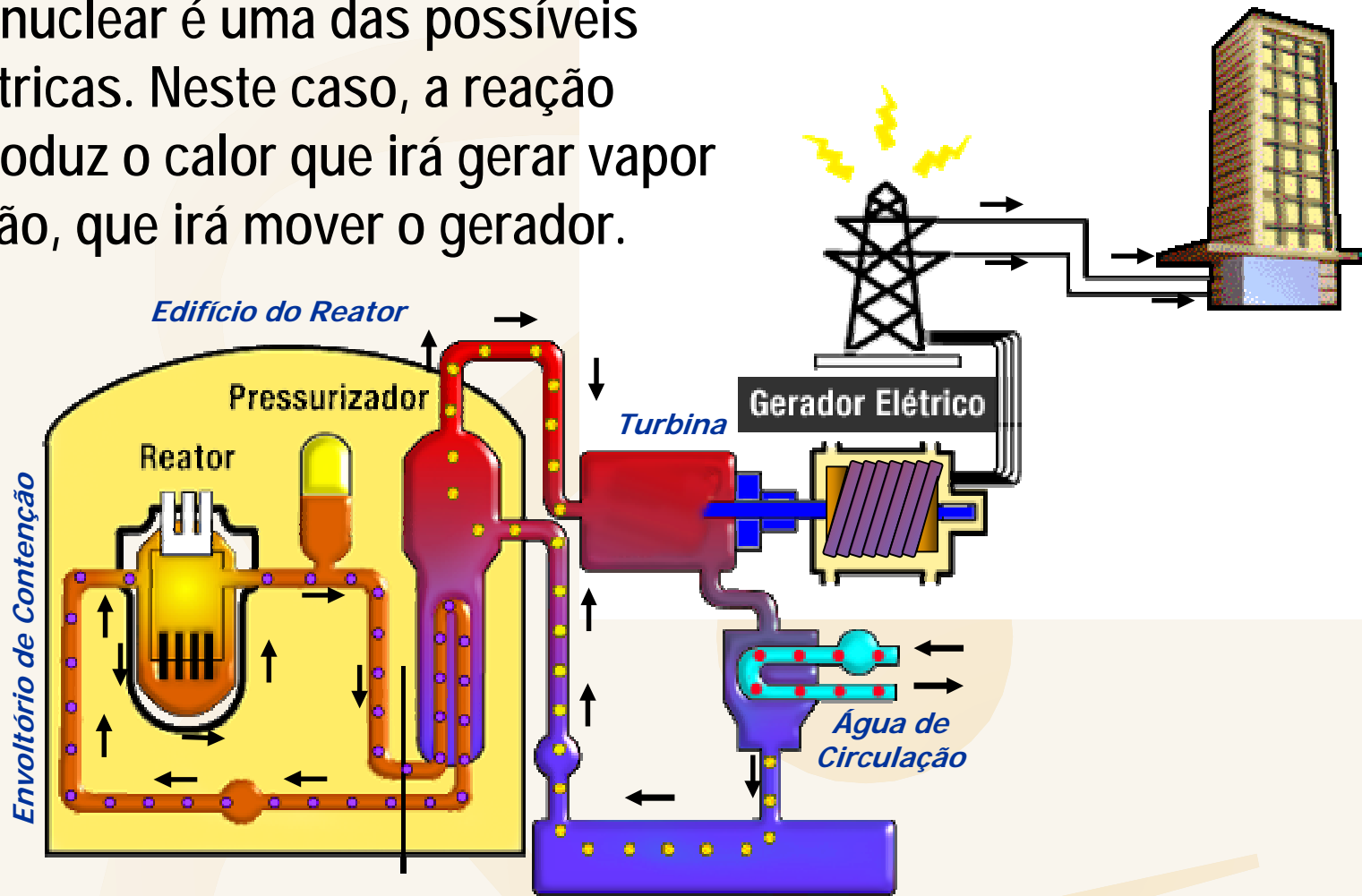
COMO GERAR?

É necessária outra fonte de energia que movimente um gerador (dínamo), o equipamento que produz energia elétrica a partir do movimento.

Essa outra fonte de energia pode ser por exemplo a água em movimento (hidro-elétrica) , o vento (eólica) ou calor gerando vapor sob pressão (térmica)

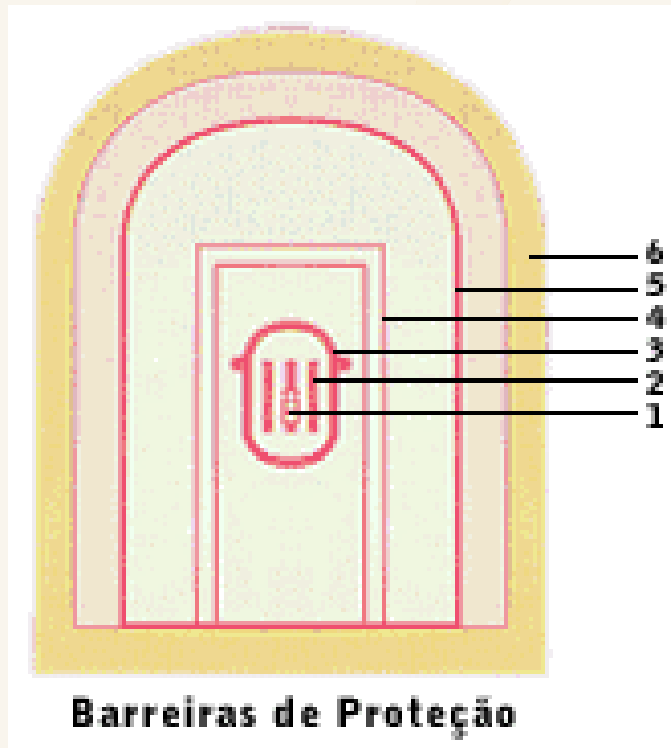


A energia nuclear é uma das possíveis termo-elétricas. Neste caso, a reação nuclear produz o calor que irá gerar vapor sob pressão, que irá mover o gerador.



Reator de Água pressurizada (PWR)

SEGURANÇA DE REATORES

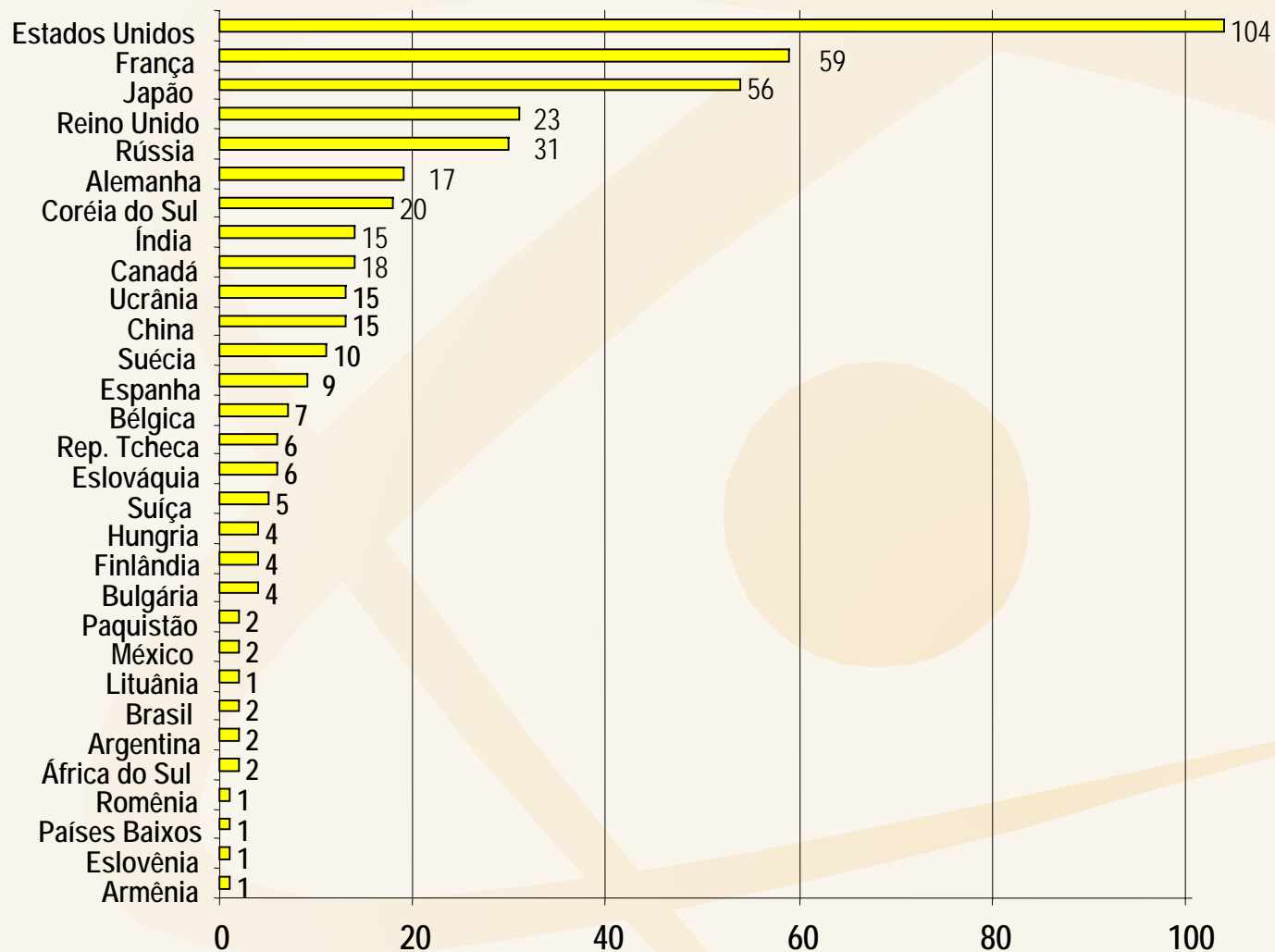


THREE MILE ISLAND – falha humana - acidente sem fatalidades

CHERNOBYL – falha humana- 56 fatalidades diretas e entre 15 e 30 mil esperadas devido a efeitos de médio e longo prazo. Reator com concepção diferente dos PWR ocidentais, sem edifício de contenção. Cenário impossível nos PWR.

SEGURANÇA – Qualquer falha em qualquer reator em países membros da AIEA implica em modificações compulsórias nos demais, exigidas pelos órgãos de controle nacionais.

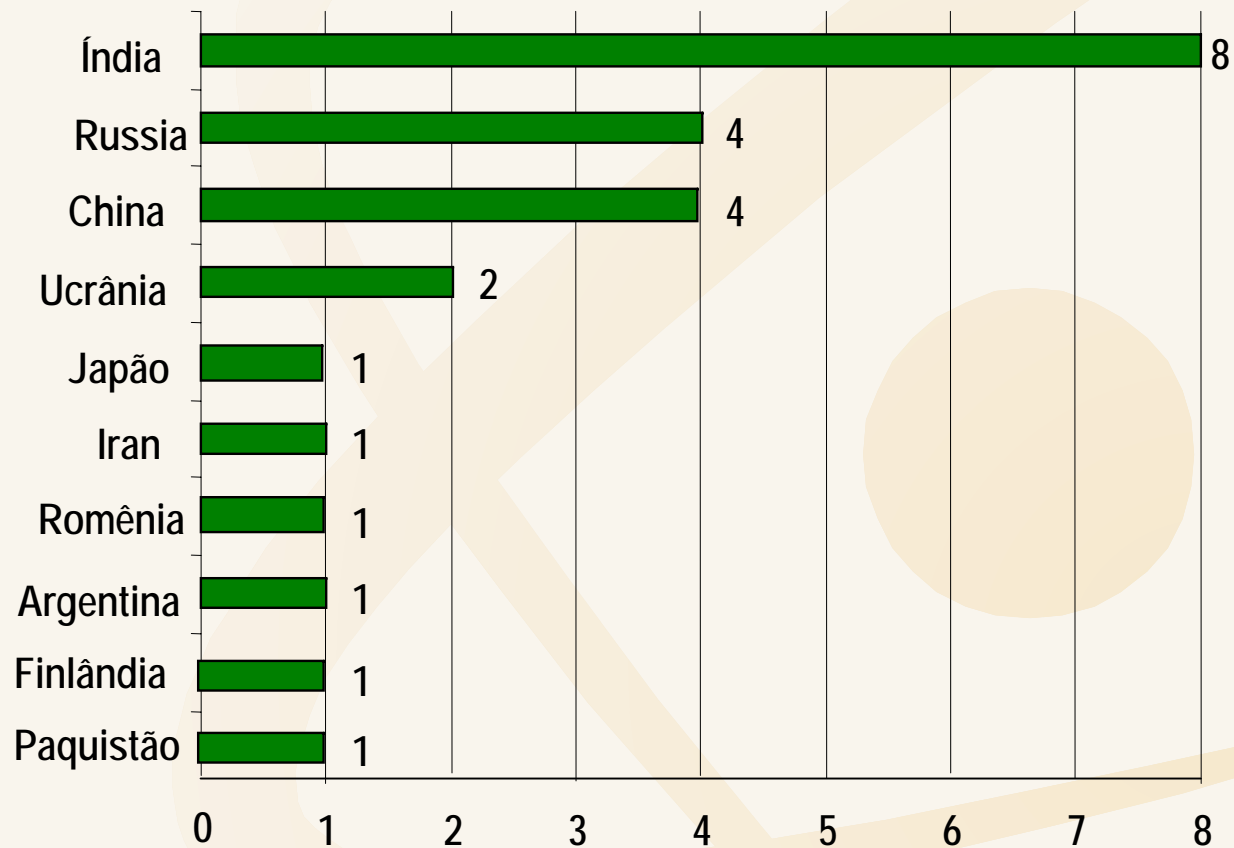
Dezembro de 2005: 443 Usinas nucleares em operação no mundo



FINAL DA DÉCADA 90: RENASCENÇA

A descoberta dos danos à camada de ozônio, o protocolo de Kioto, a mudança de posição de ambientalistas de renome como James Lovelock, autor da teoria de Gaia, e a disparada do preço do petróleo mudaram bastante esse cenário. Hoje se fala na Renascença da área nuclear.

24 Usinas nucleares em construção no mundo em 2005 (29 em licenciamento nos EUA)



Fonte: AIEA, 2006

AÇÕES EM CURSO PARA RETOMADA DOS PROJETOS

- Extensão da vida útil das unidades
- Redução de custos
- Investimentos em novas tecnologias
- Simplificação do licenciamento
- Novas tecnologias para gerenciamento dos rejeitos

O LICENCIAMENTO DE PROJETOS NA ÁREA NUCLEO-ELÉTRICA

- Licenciamento e controle nuclear (no Brasil, CNEN)
 - Revisão de todo o projeto
 - Revisão de processos e procedimentos
 - Incorporação de correções geradas por eventos em reatores em outros países
- Licenciamento ambiental (no Brasil, IBAMA)
 - Parte em cooperação com CNEN

O BRASIL

Ministério da
Ciência e Tecnologia



CNEN

NECESSIDADE DE DIVERSIFICAÇÃO DE NOSSA MATRIZ ENERGÉTICA

- O Brasil tem uma enorme riqueza em termos de potencial hidroelétrico.
- Entre as razões para diversificação estão os períodos anuais de seca.
- Energias alternativas como a eólica e a solar ainda não se mostraram viáveis para geração de energia em escala.

BRASIL

- O Brasil, graças a investimentos no passado, desenvolveu tecnologias próprias e hoje está incluído no rol dos 10 países que dominam a tecnologia nuclear, não só para produção de energia elétrica, mas em todos os campos de aplicação, inclusive médico e industrial. É também um dos 3 países do mundo que dominam toda a tecnologia do ciclo de combustível e também possuem urânio.
- Entretanto, pela ausência de adoção de uma POLÍTICA DE ESTADO por governos passados recentes, a área nuclear pode estar em vias de perder a competência adquirida.

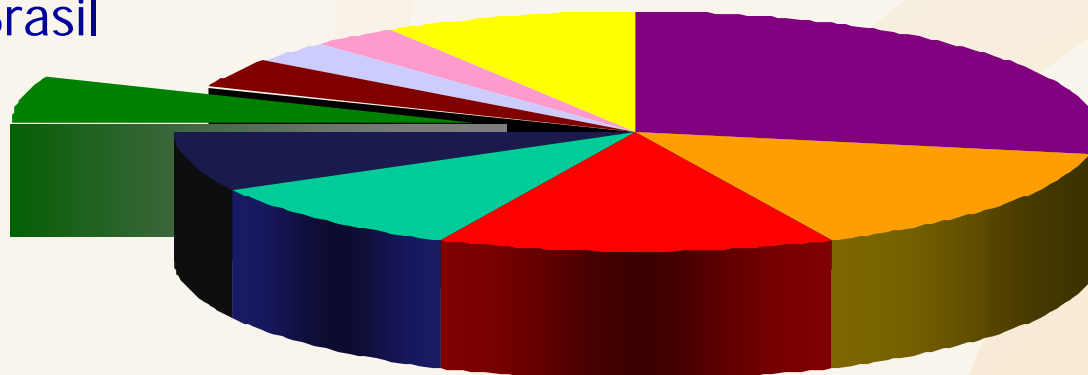
BRASIL

O Brasil, adotou como tecnologia de reatores, os reatores a água leve pressurizada (PWR), que usam como combustível urânio enriquecido até **3,5%** .

O nível de enriquecimento para a aplicação bélica deve ser **maior que 90%**.

Reservas de Urânio Conhecidas

Brasil

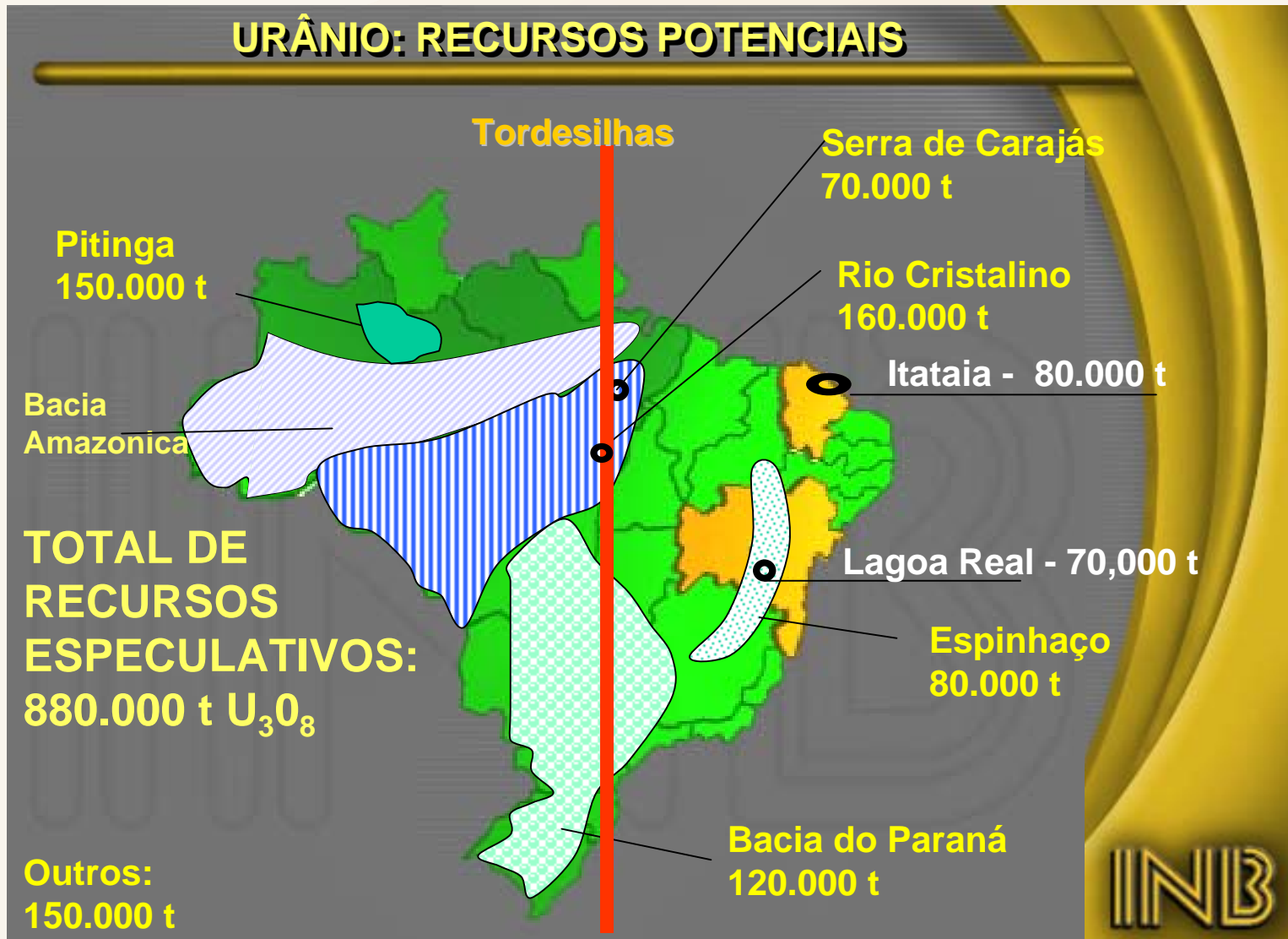


- Austrália = 28%
- Cazaquistão = 15%
- Canadá = 14%
- África do Sul = 10%
- Namíbia = 8%
- Brasil = 6%
- Rússia = 4%
- EUA = 3%
- Uzbequistão = 3%
- Resto = 9%

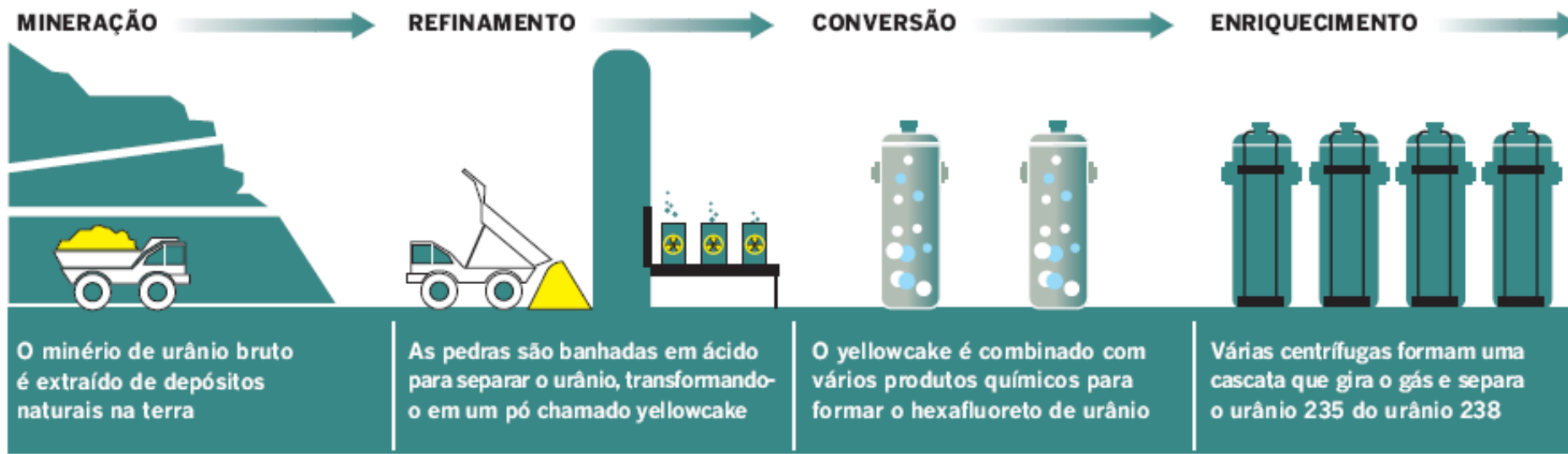
Brasil : A reserva conhecida de Urânio no Brasil é de 309.000 toneladas, sendo a 6ª reserva mundial. Essa reserva corresponde a apenas 30% do território prospectado, apenas até 100 m de profundidade e seria suficiente para operar Angra I, II e III por mais 520 anos.

Fonte: OECD NEA & IAEA, 2001

Reservas de Urânio Estimadas



CICLO DO COMBUSTÍVEL NUCLEAR



Mineração

Instalada e produzindo
Caetité, BA
INB

Refinamento

Instalada e produzindo
Caetité, BA
INB

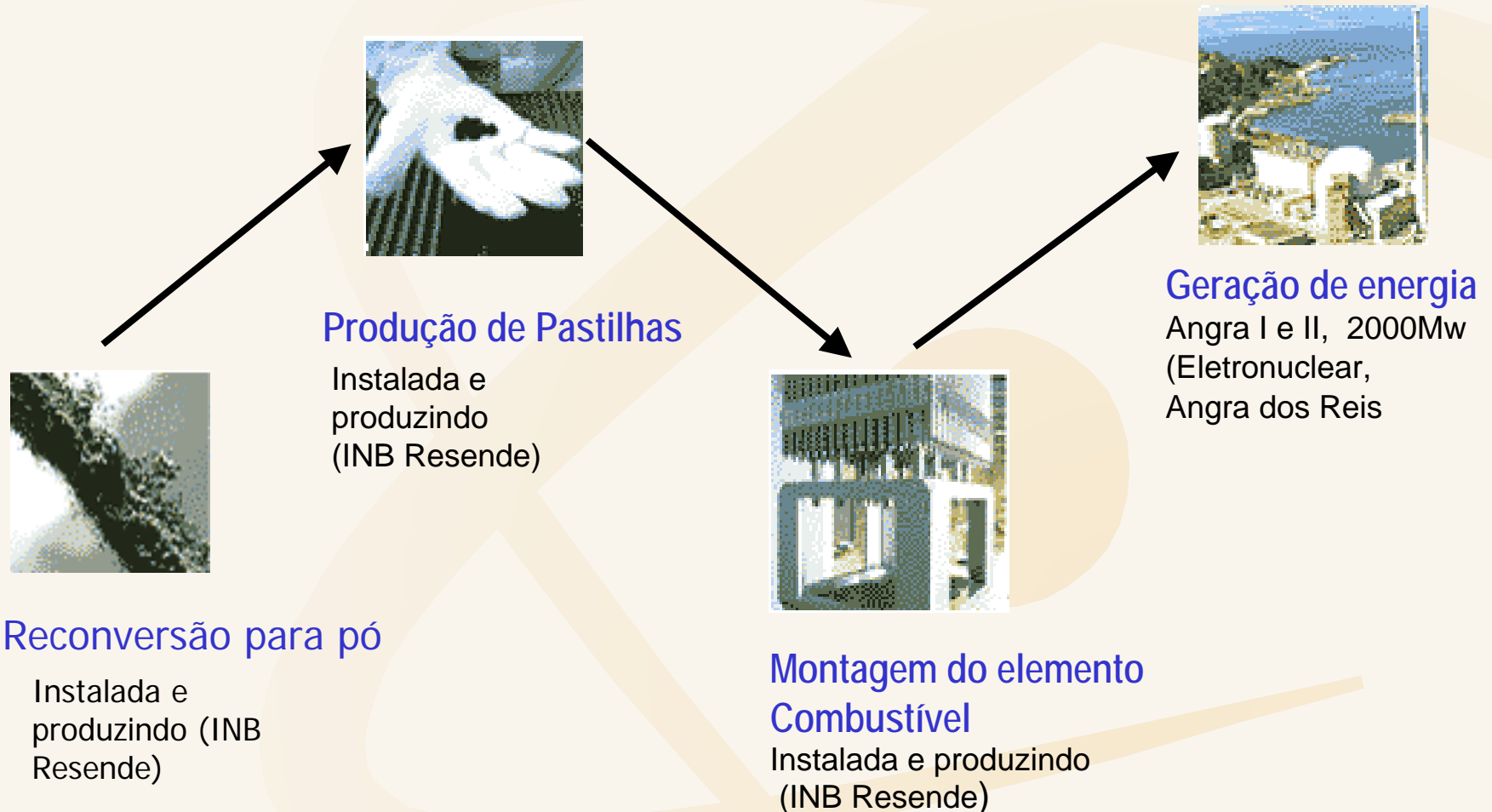
Conversão para gás

Canadá (Cameco)
Planta piloto em fase de construção em
ARAMAR

Enriquecimento

Europa (Urenco)
Em fase de instalação
Resende, RJ
INB

CICLO DO COMBUSTÍVEL NUCLEAR



Energia Nuclear e o Meio Ambiente

Ministério da
Ciência e Tecnologia



CNEN

Equivalência Energética

A estocagem da energia elétrica é feita na fonte



10 g de urânio 235
equivalem a



700 kg de óleo

ou



1200 kg de carvão

Como estocar a energia eólica ou solar?

Emissões de gases por Centrais Térmicas

Emissão de CO₂ por kWh de energia elétrica gerada



Considerando emissão TOTAL,
inclusive na fabricação do aço para
construção dos equipamentos.

Fundador do Greenpeace defende energia nuclear

Para Patrick Moore, ambientalistas ainda vivem a mentalidade da Guerra Fria

Energia atômica, combinada a fontes renováveis, é a única forma de garantir suprimento mundial, diz ambientalista

JANAINA LAGE
DA SUCURSAL DORIO

Patrick Moore, um dos fundadores do Greenpeace, é hoje um dos principais defensores da energia nuclear. Em 1991, fundou uma consultoria, a

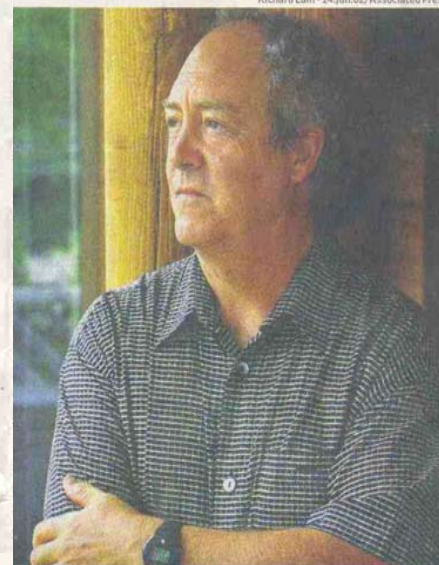
co da energia nuclear do uso militar de armas nucleares.

FOLHA - No Brasil, o governo está bastante próximo de retomar o projeto nuclear, mas há resistência entre ambientalistas e o Ministério do Meio Ambiente. Por que os ambientalistas em geral ainda resistem ao uso dessa fonte de energia?

MOORE - É uma infelicidade. Acredito que eles ainda estão presos a uma mentalidade da Guerra Fria. O movimento pacifista é focado em guerras e armas e incluíram a energia nu-

FOLHA - Qual é a sua avaliação sobre o desmatamento na Amazônia?

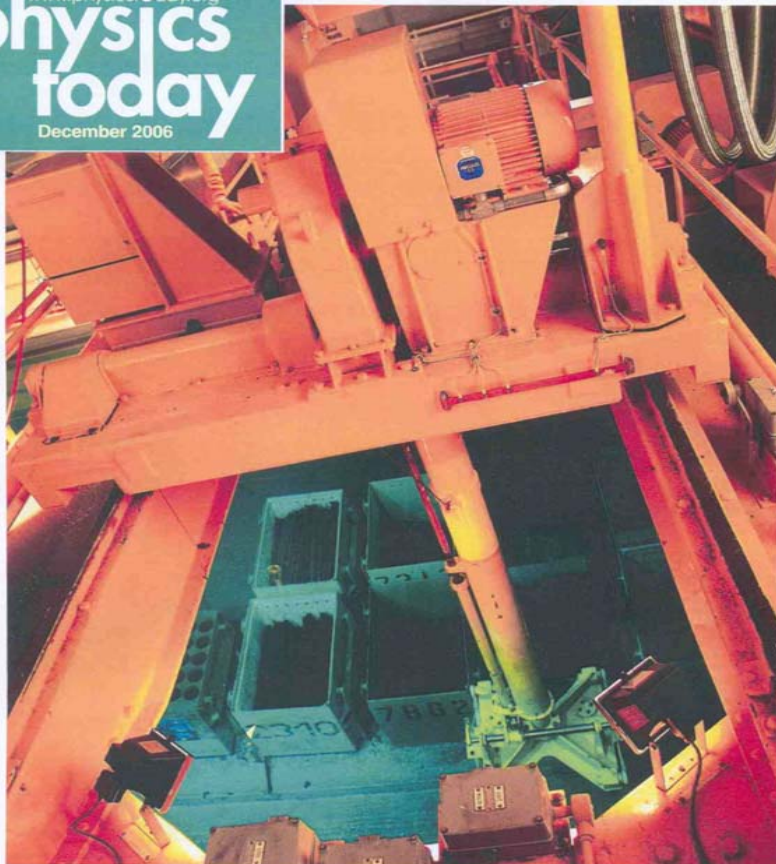
MOORE - É muito hipócrita que pessoas da Ásia e da América do Norte apontem o dedo para o Brasil sobre desmatamento, porque o fato é que a Amazônia tem mais de sua floresta original do que os EUA e a Europa. As pessoas gostam de pensar que elas não fazem desmatamento onde vivem, mas toda a agricultura nos EUA e em cidades da Europa são sinais de desmatamento. Antes eram locais



Patrick Moore, um dos fundadores do Greenpeace

A QUESTÃO DOS REJEITOS DE ALTA ATIVIDADE (ELEMENTOS COMBUSTÍVEIS USADOS)

www.physicstoday.org
**physics
today**
December 2006



Options for spent
nuclear fuel

DEZEMBRO 2006

1931-2006
AMERICAN
INSTITUTE
OF PHYSICS
75 Years of Service

O armazenamento do combustível nuclear usado hoje é um dos principais focos das pesquisas ligadas à área de produção eletro nuclear.

Ministério da
Ciência e Tecnologia



CNEN

GERÊNCIA DE REJEITOS

- Todas as formas de produção de energia elétrica produzem rejeitos e/ou interferem com o meio ambiente.
- O problema de estocagem do combustível usado não tem no mundo solução **DEFINITIVA** economicamente viável (para período de **MILHÃO DE ANO**, sem vigilância e monitoração!), devendo cada país buscar uma solução adequada que contemple a segurança do indivíduo e do ambiente, garantindo o **acesso à informação e participação do público envolvido.**

GERÊNCIA DE REJEITOS

- Isso ocorre com a estocagem de resíduos de quase todos os processos industriais.
- A única tecnologia que EQUACIONOU o problema a médio prazo (**centenas de anos**) e armazena TODOS seus rejeitos, é a nuclear, a qual continua investindo fortemente na busca de soluções definitivas (garantia de milhão de anos!).
- Cabe ao Estado tomar medidas para garantir o uso seguro de qualquer tecnologia.
- Na área nuclear, essa função é exercida pela CNEN.

GERÊNCIA DE REJEITOS

- 40 anos de operação de uma usina nuclear produzem cerca de 1.000 m³ de combustível irradiado (piscina de 20x20x5 m)
- outras usinas equivalentes produzem milhões de metros cúbicos de rejeitos

TIPOS DE DEPÓSITOS PARA OS REJEITOS (padrão em todo o mundo. No Brasil, Lei n. 10.308 de 20/11/2001)

Inicial – responsável : operador – sem limite de tempo

Intermediário – responsável no Brasil: CNEN - (opcional)
sem limite de tempo

Final – responsável no Brasil : CNEN – definitivo, sem
possibilidade de reprocessamento

Não existe limite de tempo para estocagem em cada tipo de depósito, mas eles devem ser seguros, tanto do ponto de vista radiológico como físico, existindo normas que regem e estabelecem o padrão de segurança, durante todo o tempo de armazenamento.

GERÊNCIA DE REJEITOS DE ALTA ATIVIDADE

No mundo...

- 1- Decisão sobre reprocessamento: implica em armazenamento inicial e intermediário (quando passível de reprocessamento) ou definitivo (caso contrário).
- 2- Países com reprocessamento: EUA, França e Inglaterra; países que optaram por armazenamento final: Suécia e Finlândia.
- 3- Para construir-se depósitos finais ou intermediários é fundamental ter um planejamento de longo prazo que indique o tamanho do parque nuclear para que se possa planejar o armazenamento.
- 4- Em nenhum país existe ainda depósito final em plena operação. Os rejeitos de alta atividade são hoje estocados em depósitos intermediários de superfície e aguardam decisão ou construção dos depósitos finais.

GERÊNCIA DE REJEITOS DE ALTA ATIVIDADE

No mundo...

- Em todo o mundo, piscinas na própria usina ou no sítio da Central, são usadas para um resfriamento inicial e podem estocar seguramente o combustível usado por toda a vida útil da usina.
- Não existe nenhum registro de acidente com rejeitos de alta atividade no mundo

GERÊNCIA DE REJEITOS DE BAIXA E MÉDIA ATIVIDADE No Brasil...

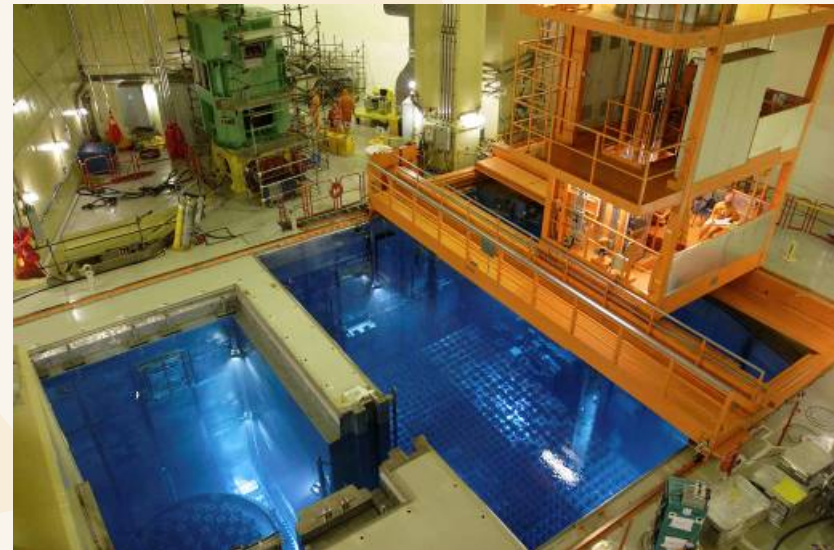
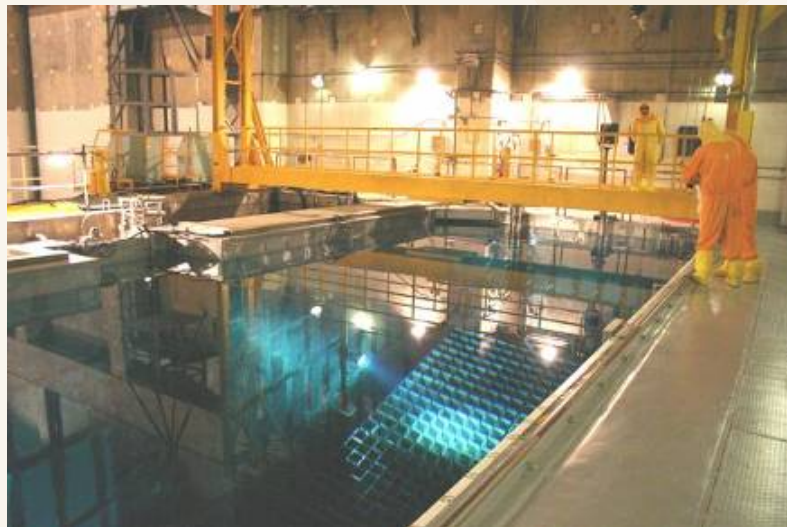
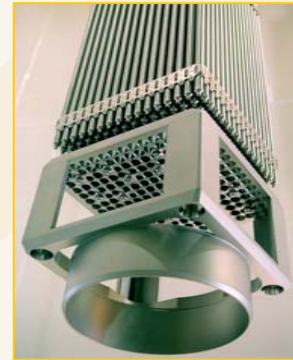
Depósito Inicial, em fase de ampliação



Depósito Final, em fase de estudo de local

GERÊNCIA DE REJEITOS DE ALTA ATIVIDADE No Brasil...

Depósito inicial em
piscina no interior da
unidade



GERÊNCIA DE REJEITOS

No Brasil...

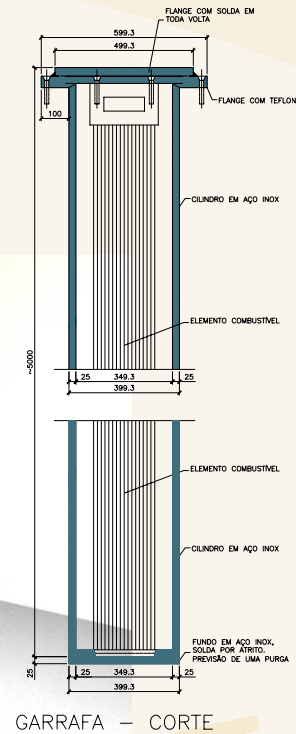
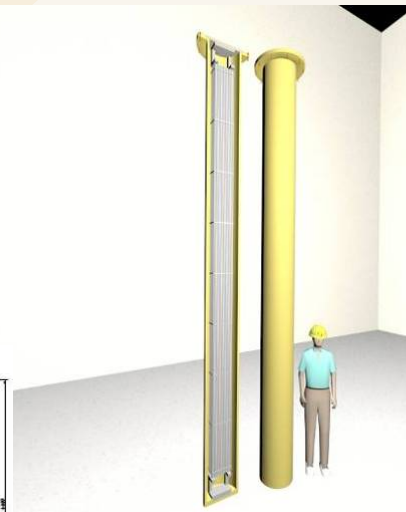
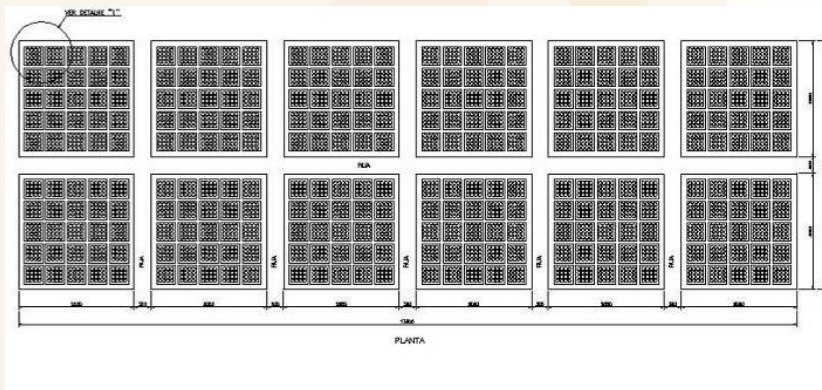
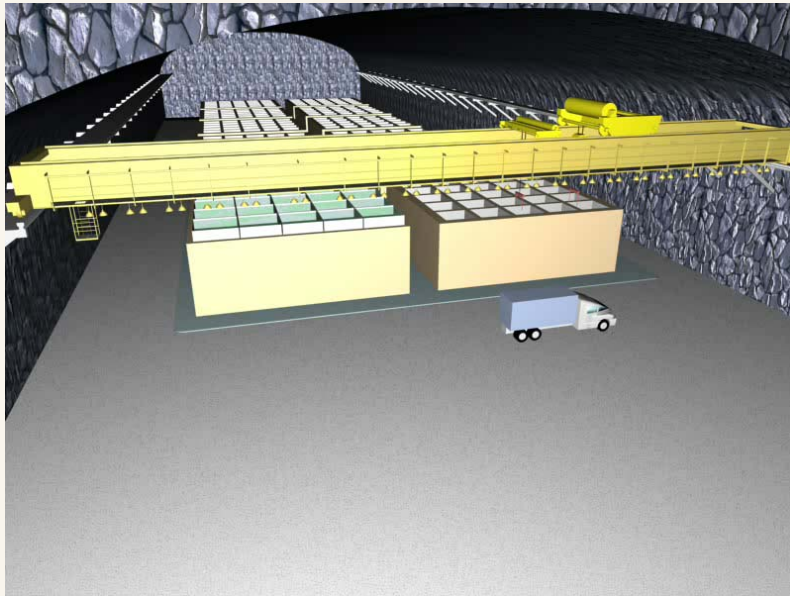
- O Brasil dispõe de reservatórios primários (piscinas) para Angra 1 e 2.
- O projeto de Angra 3 também contempla uma piscina
- A Eletronuclear planeja construir uma piscina adicional que garanta a estocagem por toda a vida útil das três usinas ou mesmo períodos maiores.
- Uma cooperação em vigor entre a CNEN e a Eletronuclear estuda futuras alternativas para a construção de um depósito intermediário.

GERÊNCIA DE REJEITOS

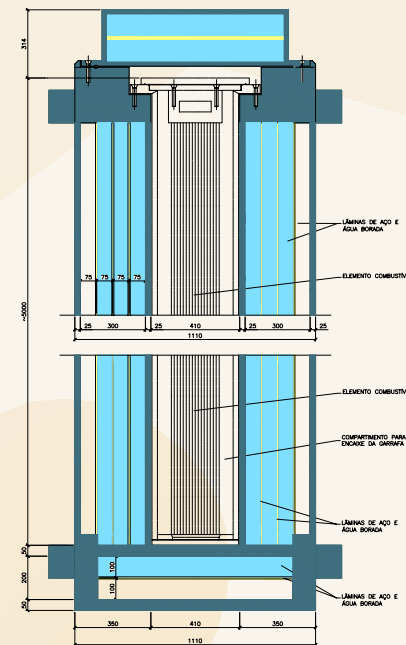
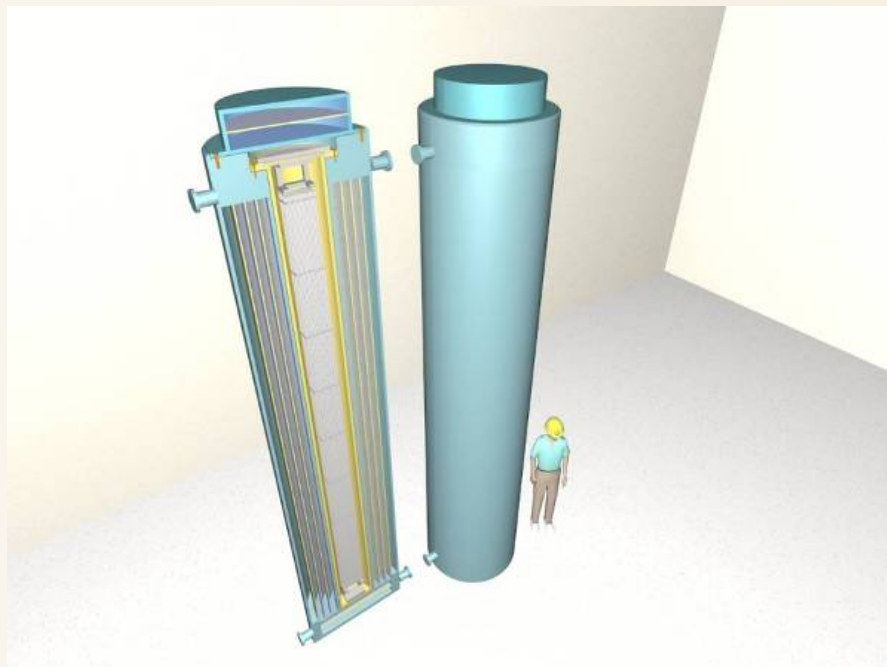
No Brasil...O futuro

A CNEN está desenvolvendo em parceria com a Eletronuclear um protótipo da célula do depósito intermediário/final que deverá estar construído até 2013 (antes do término de Angra 3). Essa tecnologia é garantida por centenas de anos mas acreditamos que possa ser garantida por mais de 500 anos, o que será demonstrado com os estudos a serem realizados com o protótipo .

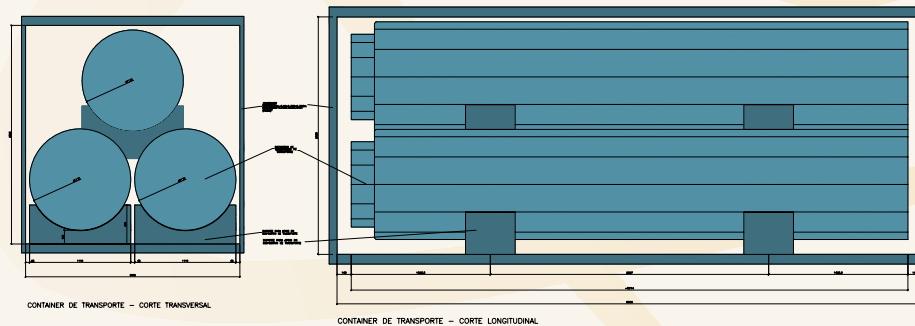
Projeto para o depósito temporário para rejeitos de alta intensidade



Projeto para o container de transporte



DISPOSITIVO DE TRANSPORTE – CORTE



A retomada das atividades nuclear no Brasil, significam desenvolvimento e exigem reforço de :

- Áreas regulatórias de licenciamento e controle
- Redimensionamento e desenvolvimento de ações na área do ciclo de combustível com o objetivo de atingir a autosuficiência
- Capacitação e treinamento de recursos humanos
- Atividades de pesquisa
- Divulgação e discussão pública



www.cnen.gov.br

Ministério da
Ciência e Tecnologia



Cnen