

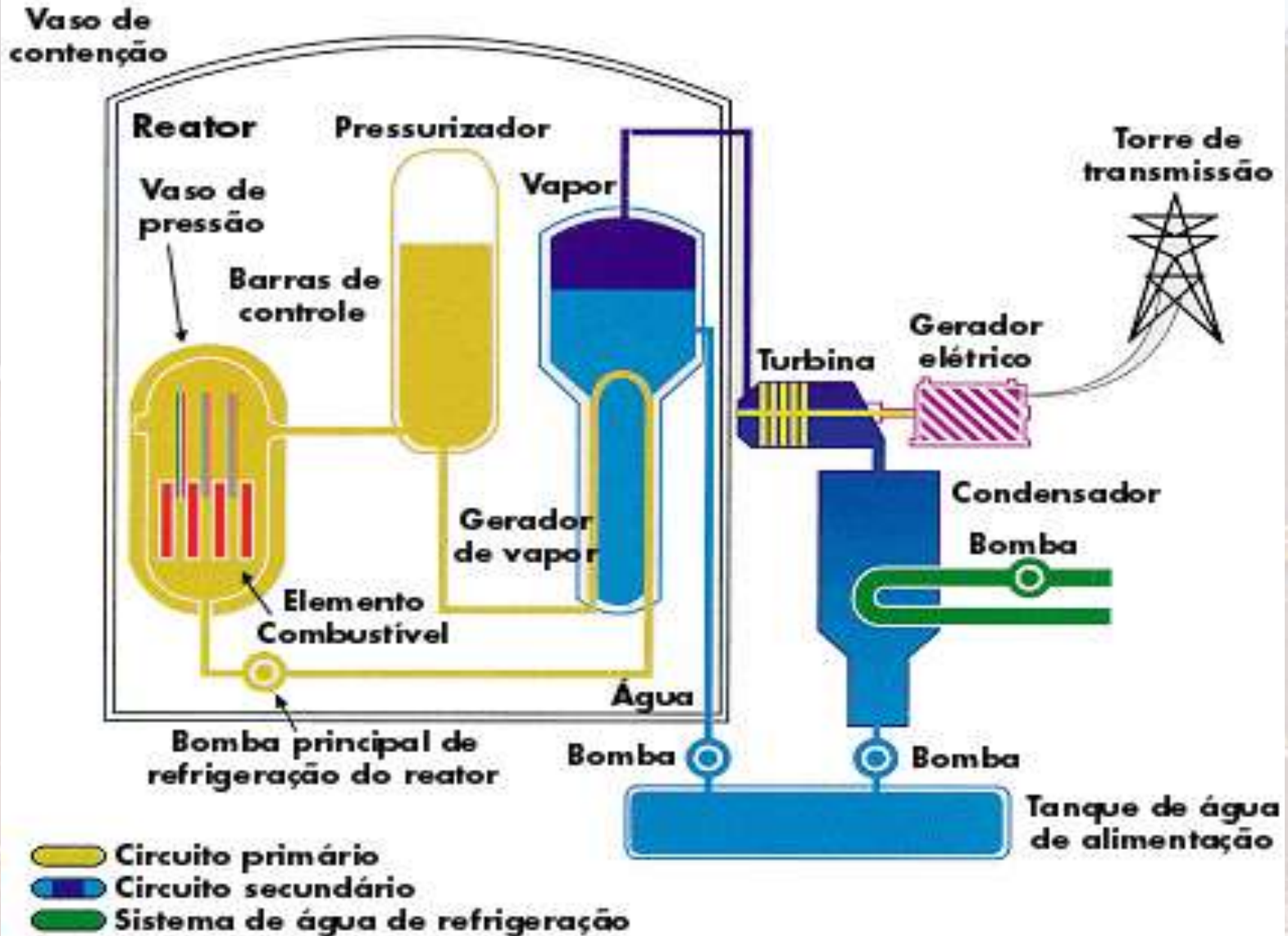


"A ENERGIA NUCLEAR NO BRASIL E NO MUNDO"

Gunter de Moura Angelkorte
Físico – M.Sc. Engenharia Nuclear

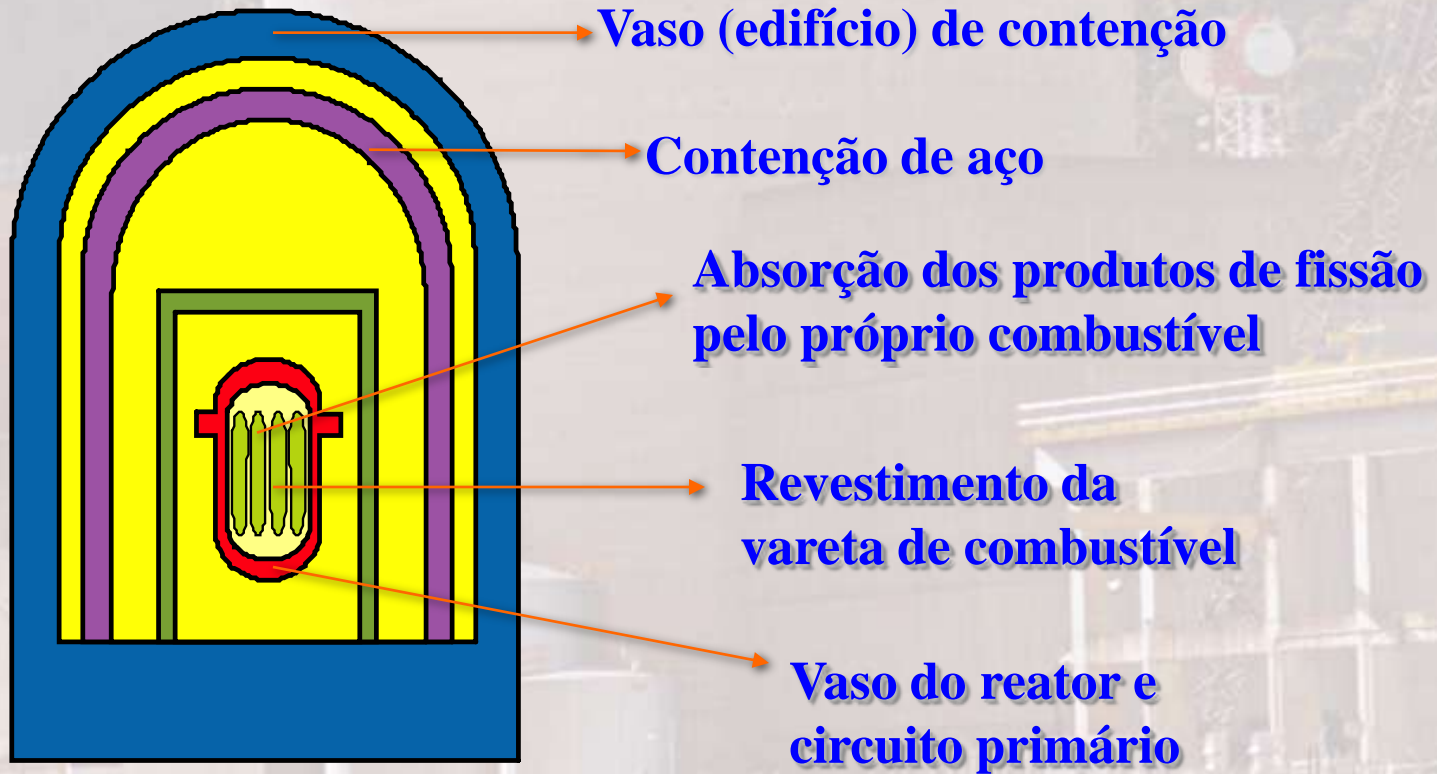


FUNCIONAMENTO DE UMA USINA NUCLEAR

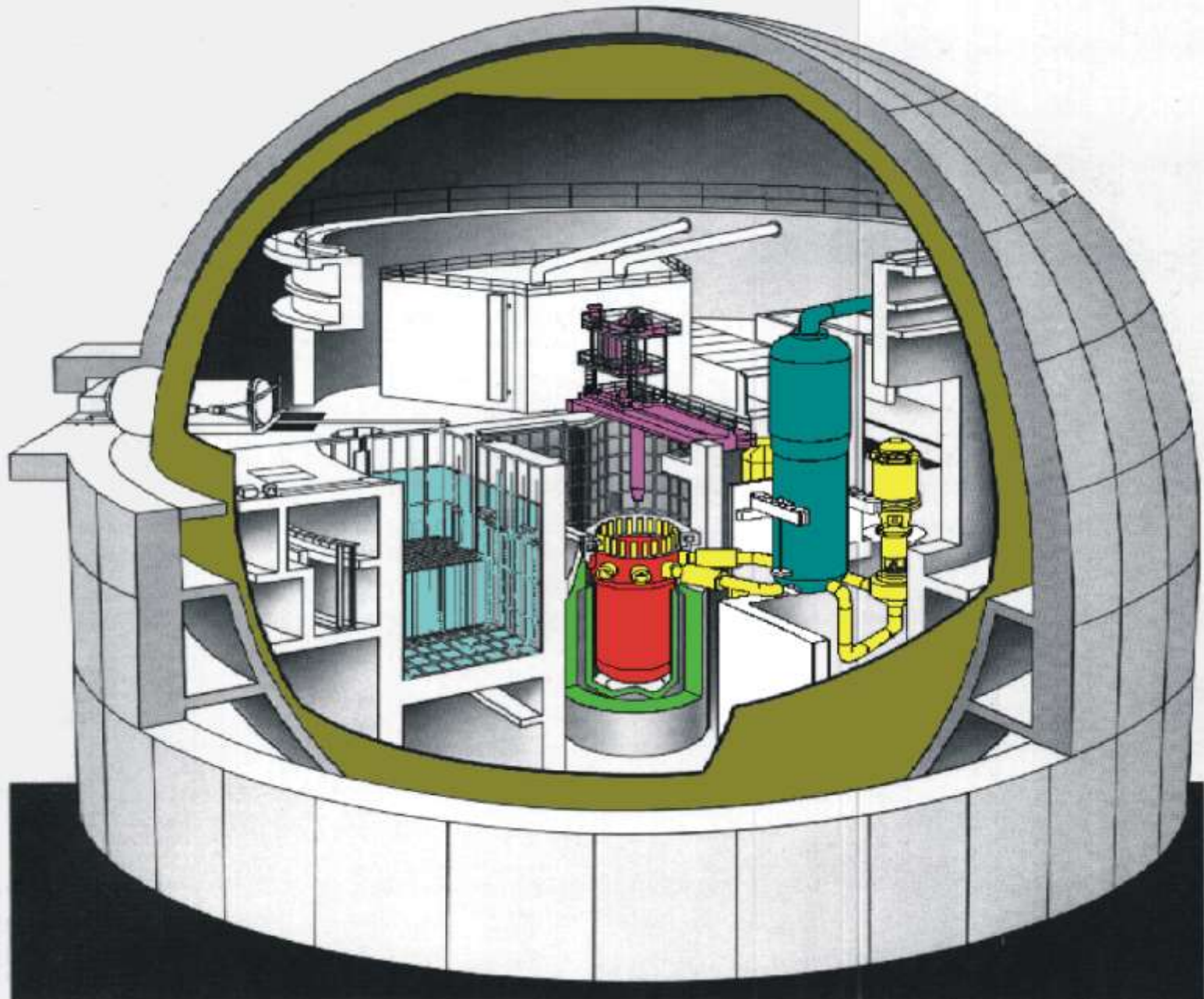




BARREIRAS FÍSICAS MÚLTIPLAS CONTRA A LIBERAÇÃO DE PRODUTOS RADIOATIVOS



PRÉDIO DA CONTENÇÃO DE ANGRA 2





A ENERGIA NUCLEAR NO BRASIL





ESTRUTURA DO SETOR NUCLEOELÉTRICO NO BRASIL

ELETROBRÁS

Coordenação do Programa Elétrico / Financiamento

CNEN

Licenciamento

INB

Fornecimento de Combustível

ELETRONUCLEAR



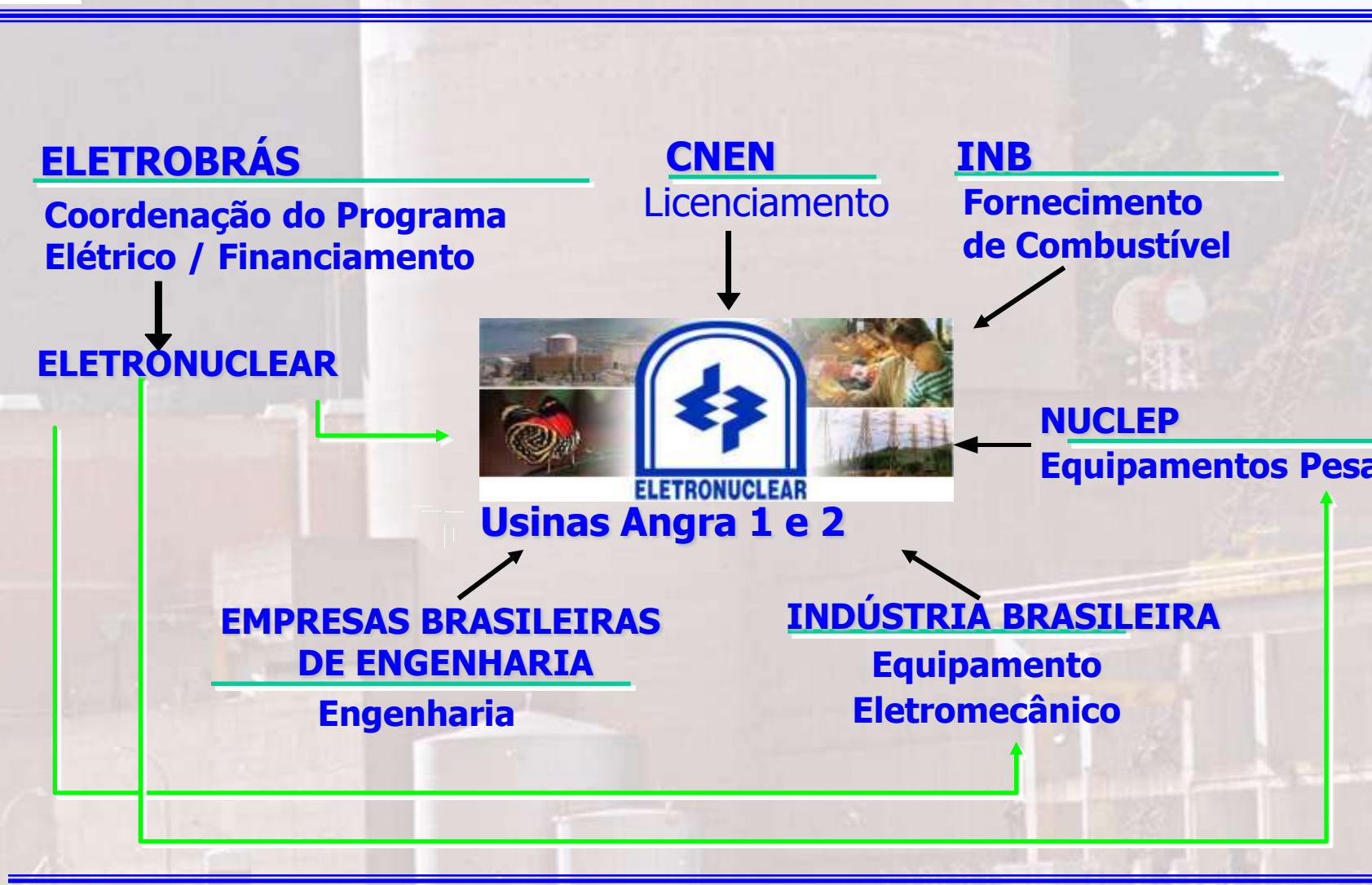
Usinas Angra 1 e 2

NUCLEP

Equipamentos Pesados

EMPRESAS BRASILEIRAS DE ENGENHARIA
Engenharia

INDÚSTRIA BRASILEIRA
Equipamento Eletromecânico





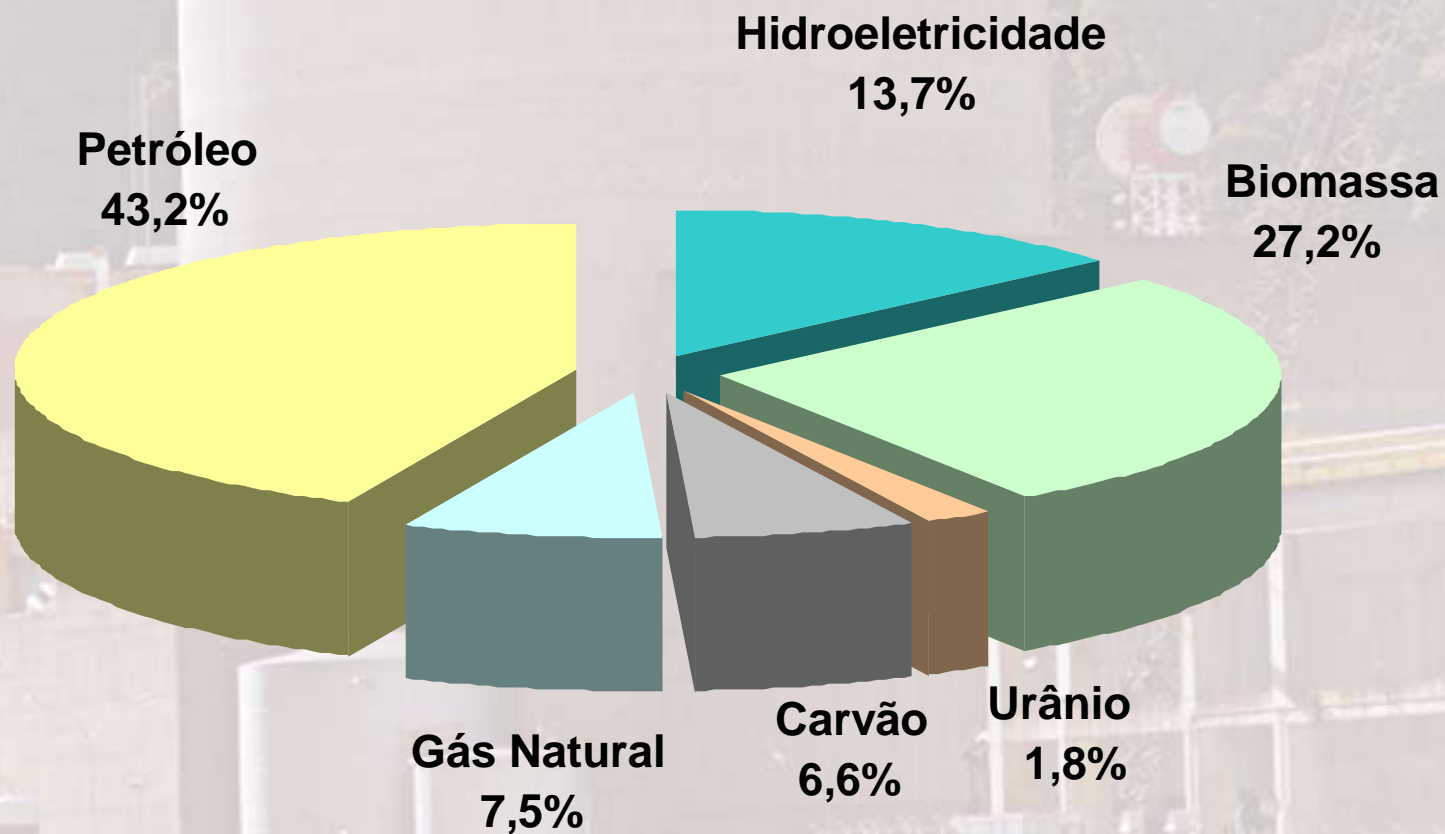
PRAIA DE ITAORNA

Localização





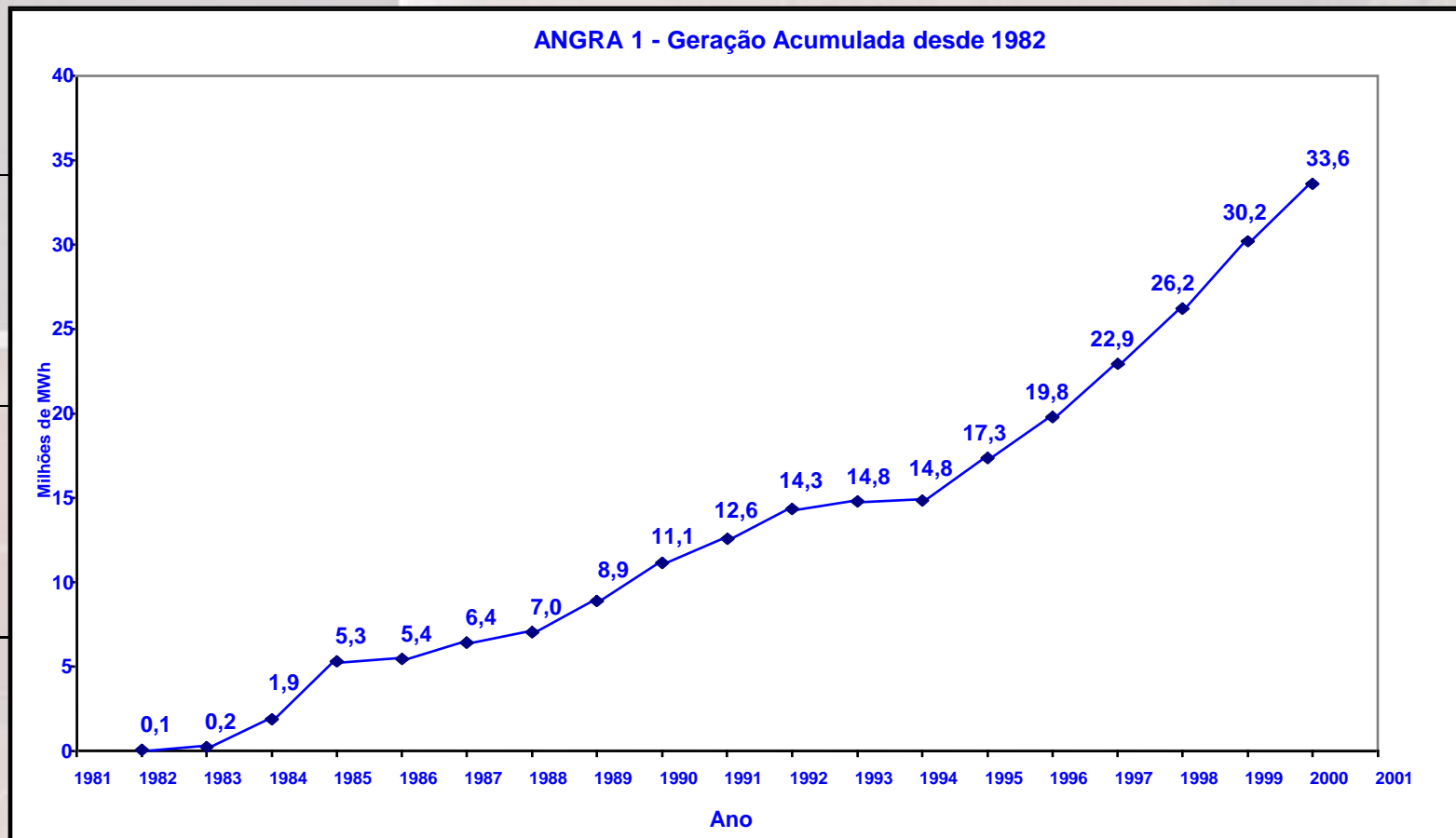
Matriz Energética Brasileira



Fonte : MME (31/05/2003)



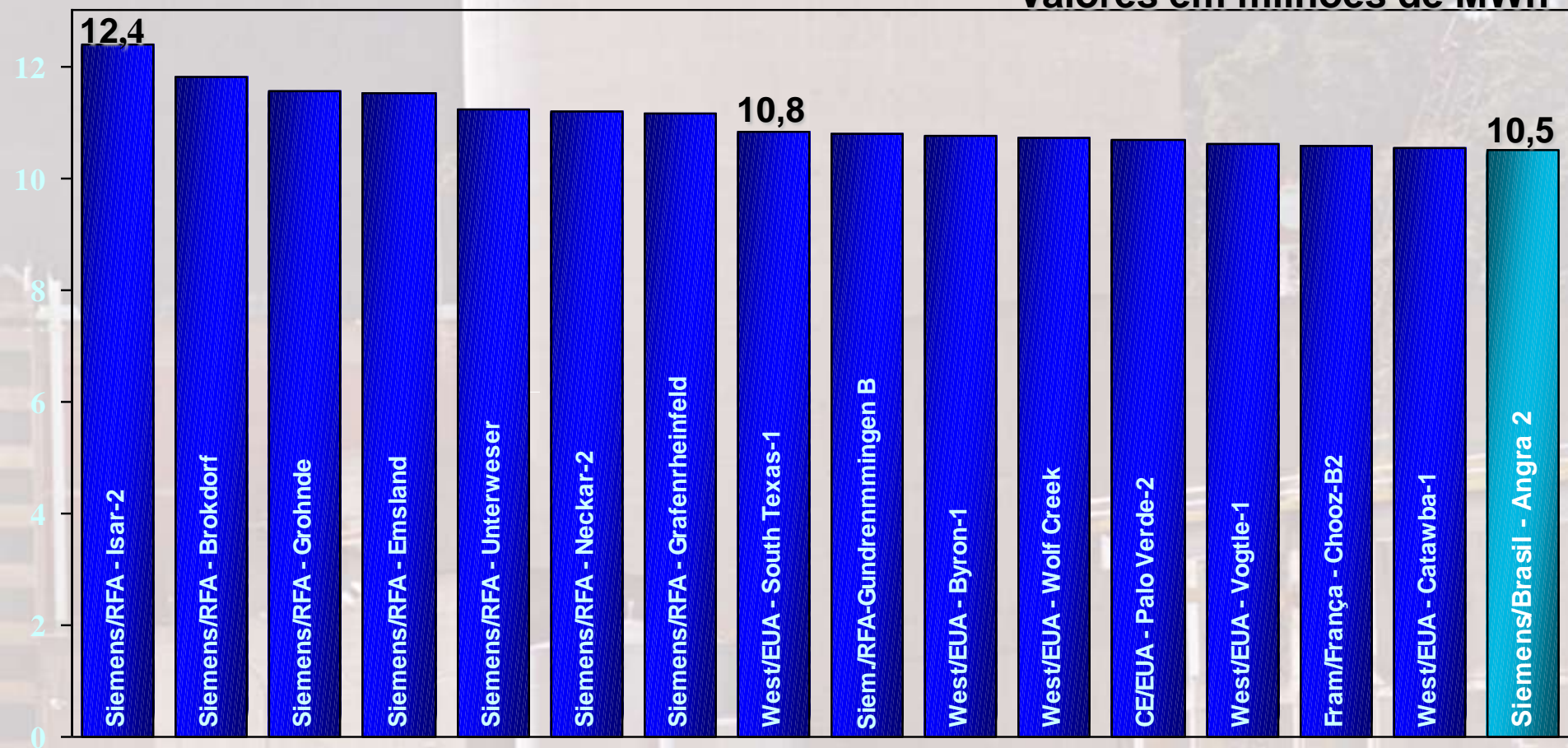
ANGRA 1 - BALANÇO ENERGÉTICO - (ATÉ 31/12/2001)





USINAS NUCLEARES - MAIORES GERADORAS DE ENERGIA ELÉTRICA EM 2001

Valores em milhões de MWh





USINAS NUCLEARES - COMPETITIVAS

USINA	TIPO DE COMBUSTÍVEL	SUBSISTEMA	CUSTO (R\$/MWh)
CUIABA G CC	GAS	SE	6,40
ANGRA 2	NUCLEAR	SE	9,23
ANGRA 1	NUCLEAR	SE	10,50
CELPVAV	GAS	SE	35,91
PARACAMBI	GAS	SE	35,91
TERMOCORUMBA	GAS	SE	35,91
TERMOPE	GAS	NE	40,00
ARGENTINA I	GAS	S	46,18
ARGENTINA 2A	GAS	S	48,24
ARGENTINA 2B	GAS	S	48,24
ST.CRUZ NOVA	GAS	SE	54,36
FORTALEZA	GAS	NE	58,24
TERMOACU	GAS	NE	60,00
ARGENTINA 2C	GAS	S	65,82
FAFEN	GAS	NE	71,26
IBIRITERMO	GAS	SE	77,46
NORTEFLU	GAS	SE	78,00
P.MEDICI A	CARVAO	S	78,08
P.MEDICI B	CARVAO	S	78,08
TERMOCEARA	GAS	NE	82,72
J.LACERDA C	CARVAO	S	88,63
MACAE MERCHA	GAS	SE	97,15
URUGUAIANA G	GAS	S	97,46
ELETROBOLT	GAS	SE	100,40
ARGENTINA 2D	GAS	S	101,69
JUIZ DE FORA	GAS	SE	102,00
ARGENTINA IB	GAS	S	102,27
TERMO BA	GAS	NE	139,32

Fonte: ONS - Programa Mensal de
Operação - abril/2004



CICLO DO COMBUSTÍVEL NUCLEAR

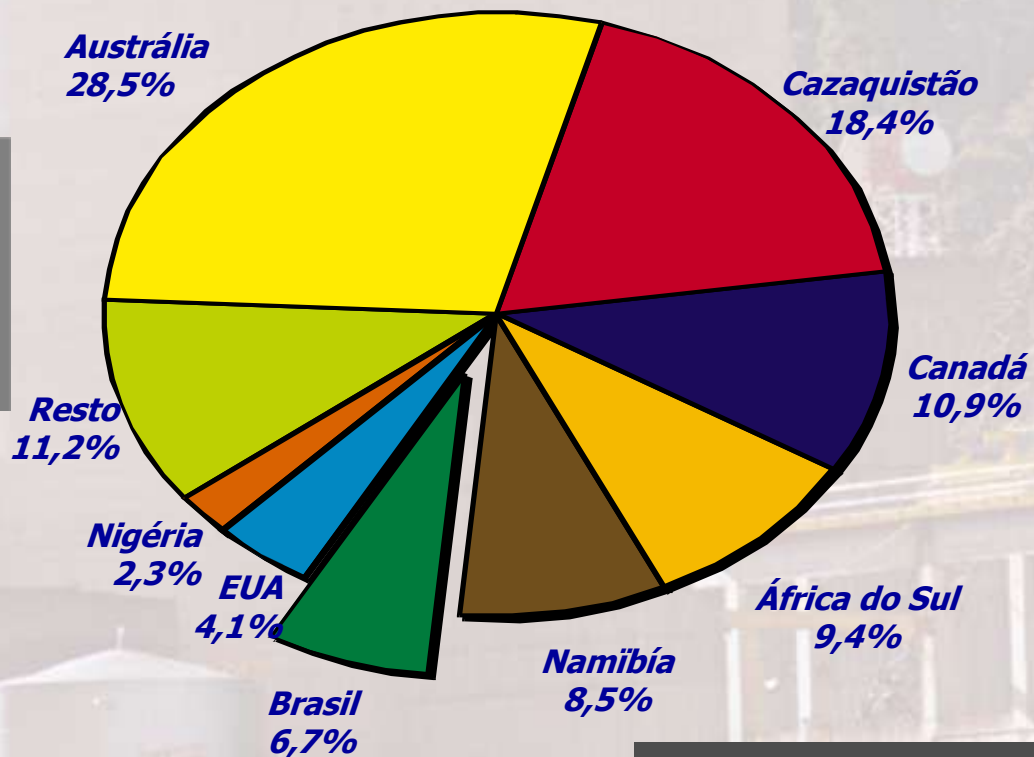




RESERVAS DE URÂNIO

RESERVAS MUNDIAIS RECUPERÁVEIS

Brasil = 6ª reserva mundial suficiente para o atendimento de todo o Sistema Interligado Brasileiro por 17 anos. Adicionando as reservas de Pitinga e Cristalino teremos 3ª

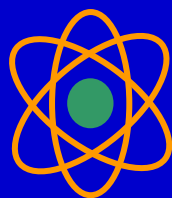


100% = 3.256.000 tU₃O₈

Fonte: OECD / NEA IAEA 1995

Combustível

Quantidade necessária para operar uma usina de 1.000 MWe por ano



3 caminhões
de 10 t



30 t
Nuclear

5,5 metaneiros
de 200.000 t



1.100.000 t
Gás Natural
(GNL)

7 petroleiros
de 200.000 t



1.400.000 t
Óleo

11 cargueiros
de 200.000 t



2.200.000 t
Carvão



RESERVAS BRASILEIRAS DE URÂNIO

RESERVA(Ton de Urânio)	400.000
PRODUÇÃO(ton/ano)	400
TEMPO DE CONSUMO(anos)	1000

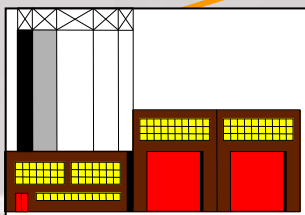
PARA 1,8 % DA MALHA ENERGÉTICA CONSIDERANDO U235

PARA 18 % DA MALHA ENERGÉTICA CONSIDERANDO U235– 100 ANOS

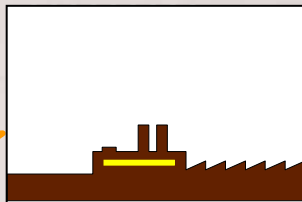


CICLO DO COMBUSTÍVEL

Mineração de Urânio
e Produção de
concentrados

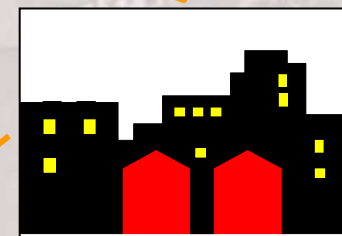


CAETITÉ



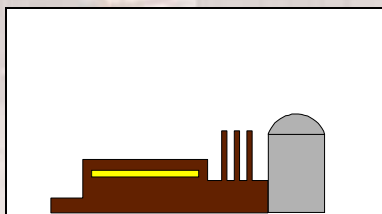
Usina de Conversão
(em construção)
UF6 - CANADÁ

INB
INDÚSTRIAS
NUCLEARES
DO BRASIL

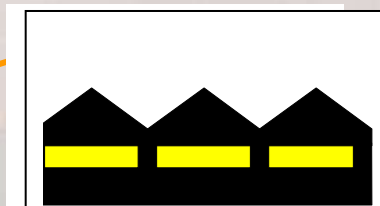


Usina de
enriquecimento
(comissionamento)

ELETRONUCLEAR



Angra 1/2/3
USINAS PWR



Fábrica de Elementos
Combustíveis (RESENDE)



TRATADOS DE NÃO PROLIFERAÇÃO DE ARMAS NUCLEARES ASSINADOS PELO BRASIL



O PRIMEIRO TRATADO DE NÃO PROLIFERAÇÃO DE ARMAS NUCLEARES ASSINADOS PELO BRASIL

☺ **Em 1991 assinamos o tratado bilateral com a Argentina, o qual criou a Agência Brasileiro-Argentina de Contabilidade e Controle de Materiais Nucleares (Abacc)**



DEVIDO AO ACORDO BILATERAL COM A ARGENTINA

☺ **Posteriormente foi assinado o acordo quadripartite entre Brasil, Argentina, Abacc e AIEA. Este acordo deu credibilidade ao tratado bilateral.**



TERCEIRO TRATADO DE NÃO PROLIFERAÇÃO DE ARMAS NUCLEARES ASSINADOS PELO BRASIL

☺ **Em 1994, aderimos ao Tratado de Tlatelolco, que proíbe
armas nucleares na América Latina e Caribe**



QUARTO E ÚLTIMO TRATADO DE NÃO PROLIFERAÇÃO DE ARMAS NUCLEARES ASSINADO PELO BRASIL

😊 Em 1998 assinamos o Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares



PROIBIÇÃO DEFINITIVA DE SE DESENVOLVER ARMAS NUCLEARES NO BRASIL

☺ **A constituição de 1988 proibiu qualquer pesquisa que leve à fabricação de armas nucleares**



PRESERVANDO O MEIO AMBIENTE



POLÍTICA DE REJEITOS/SITUAÇÃO ATUAL (I)

- ▶ **APÓS 12 ANOS DE TRAMITAÇÃO, APROVAÇÃO DA LEI N.º 10.308, EM 20.11.01, QUE REGULAMENTA O DESTINO FINAL DOS REJEITOS RADIOATIVOS NO BRASIL**

 - ▶ **DISPÕE SOBRE:**
 - **TIPOS DE DEPÓSITO (BAIXA E MÉDIA ATIVIDADE)**
 - **SELEÇÃO DE LOCAIS**
 - **CONSTRUÇÃO, LICENCIAMENTO, OPERAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO DAS INSTALAÇÕES**
 - **REMOÇÃO E FISCALIZAÇÃO DOS REJEITOS**
 - **CUSTOS E INDENIZAÇÕES**
 - **RESPONSABILIDADE CIVIL E GARANTIAS**
-
-



REJEITO SÓLIDO



**Armazenamento de rejeitos
radioativos de baixa e média
atividade**



Laboratório de Monitoração Ambiental

- Foi criado em 1978
 - Está localizado na Praia de Mambucaba
 - Controle Ambiental na região entre Angra dos Reis e Paraty
 - Foram desenvolvidos estudos pré-operacionais destas regiões (1979 a 1981)
-

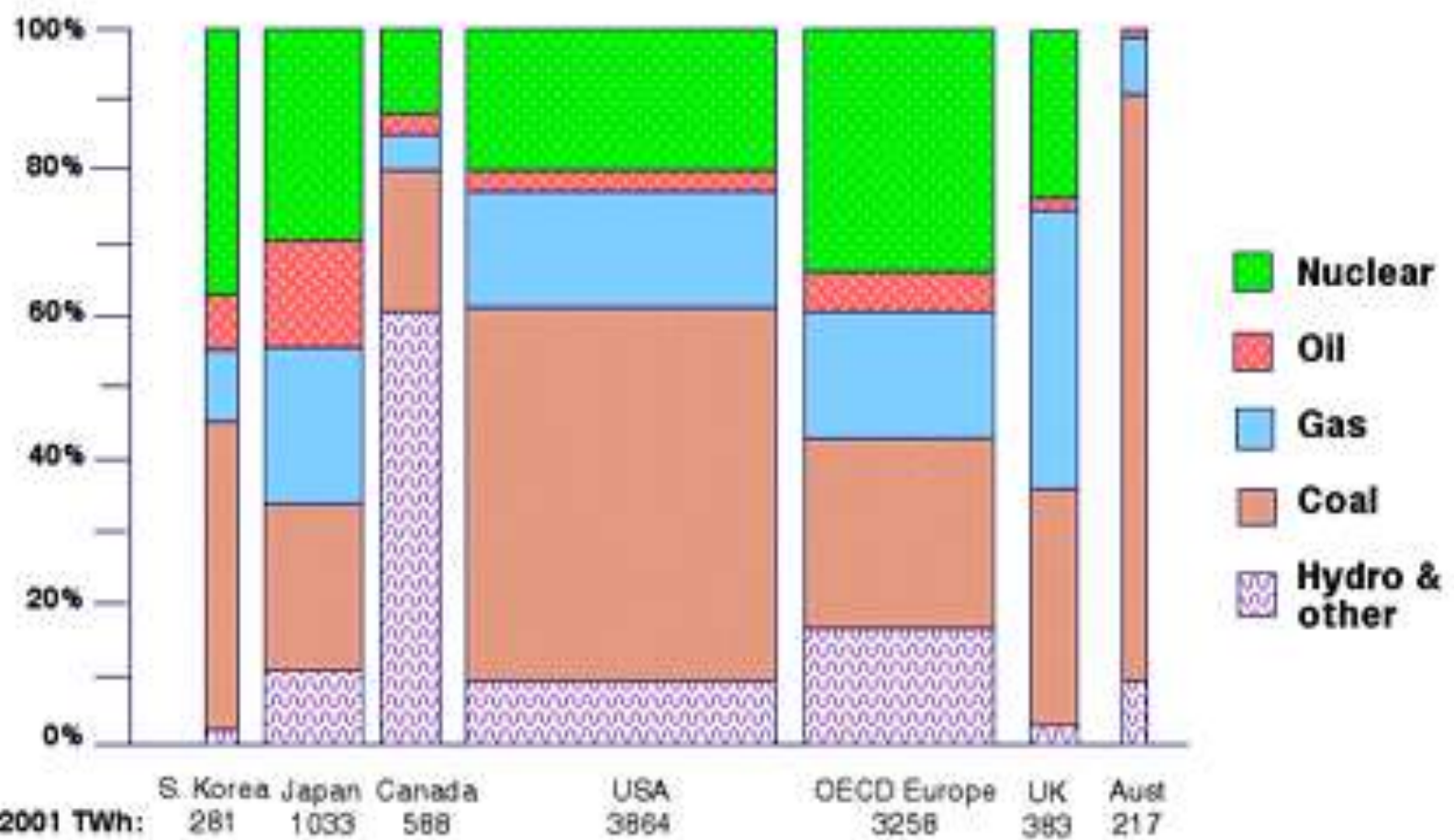


A ENERGIA NUCLEAR NO MUNDO





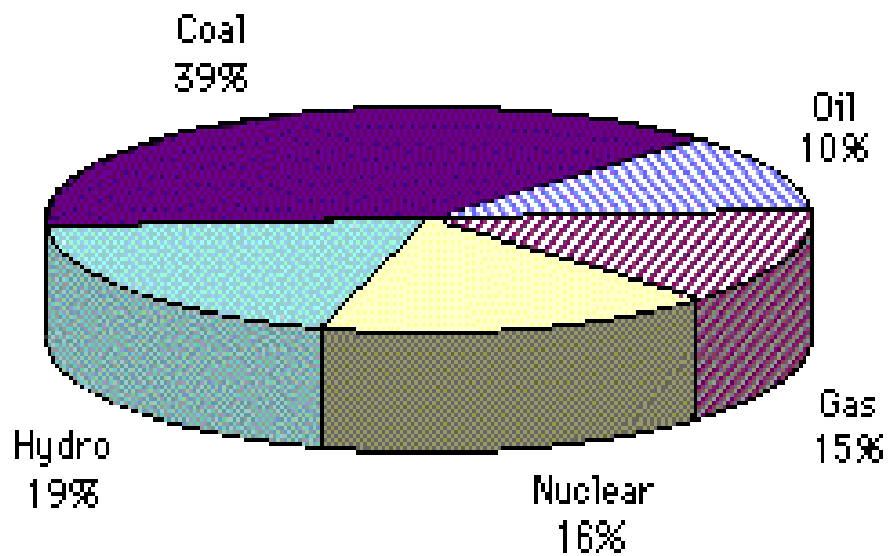
Fuel for electricity generation (percent)



Width of each bar is indicative of power generated (gross production)
Source: OECD/IEA 2003, Energy Balances of OECD Countries 2001

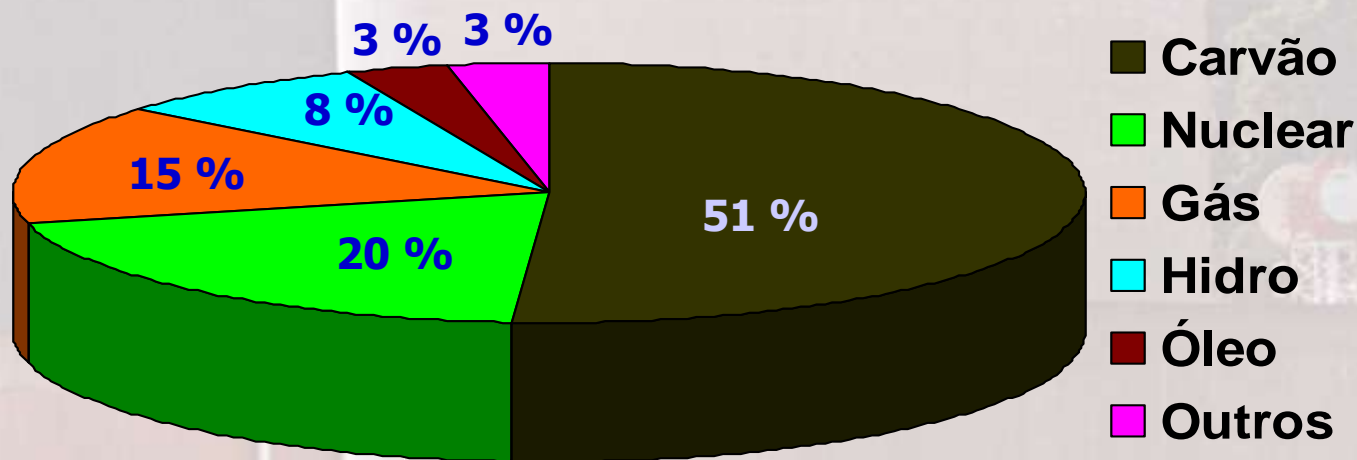


World Electricity Generation





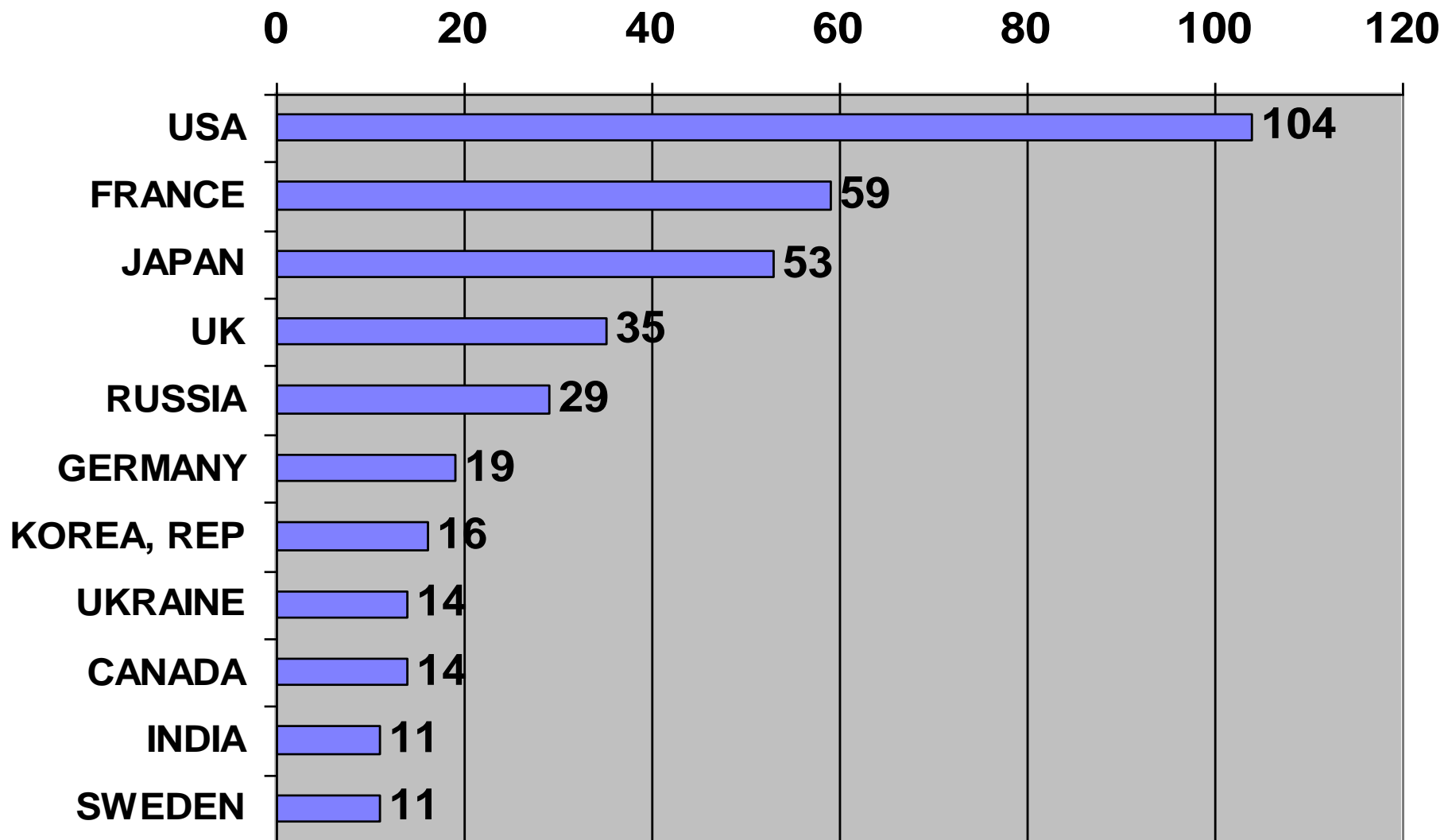
PARTICIPAÇÃO DA ENERGIA NUCLEAR NA GERAÇÃO DOS EUA



EUA: Energia Elétrica Gerada



USINAS NUCLEARES EM OPERAÇÃO





DOIS IMPORTANTES FATORES INFLUENCIARÃO A COMPOSIÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL



PICO MUNDIAL DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO

- **2037 - Administração de Informações Energéticas do Departamento de Energia dos EUA**
- **Entre 2020 e 2040 – John Edwards – Universidade do Colorado**
- **2010 – Campbell e Laherrère – Scientific American**
- **2010 – Craig Hatfield – Universidade de Toledo**
- **2009 – Kenneth S. Deffeyes – Universidade de Princeton**



AQUECIMENTO GLOBAL

**ENTRADA EM VIGOR DO PROTOCOLO DE KIOTO
FOI RATIFICADO POR 141 PAÍSES**

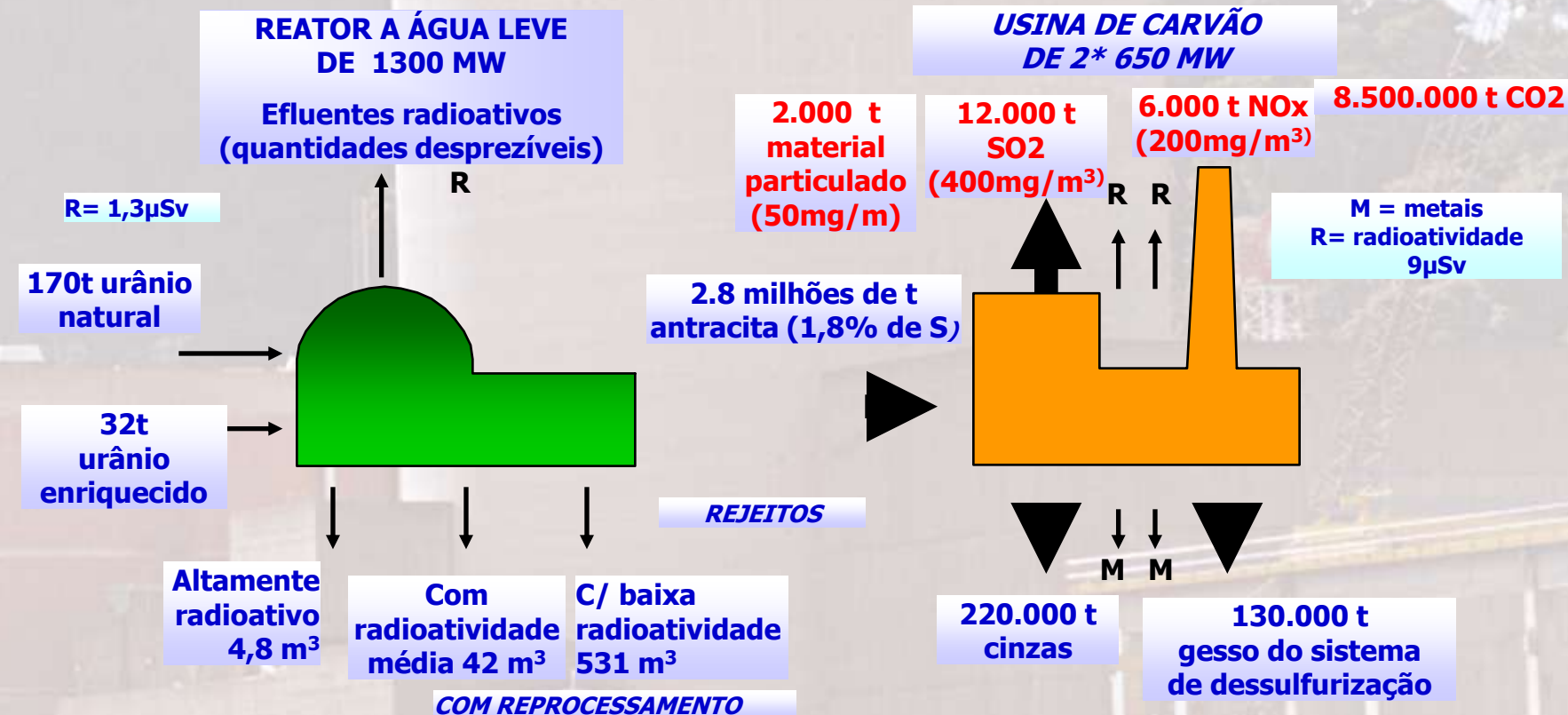
**REDUZIR 8% (DOS NÍVEIS DE 1990) A EMISSÃO DE GASES QUE
CONTRIBUEM COM O AUMENTO DO EFEITO ESTUFA**

**OS EUA SÃO RESPONSÁVEIS POR 25% DAS EMISSÕES MUNDIAIS,
NÃO SÃO SIGNATÁRIOS**



IMPACTO AMBIENTAL DA TÉRMICA A CARVÃO

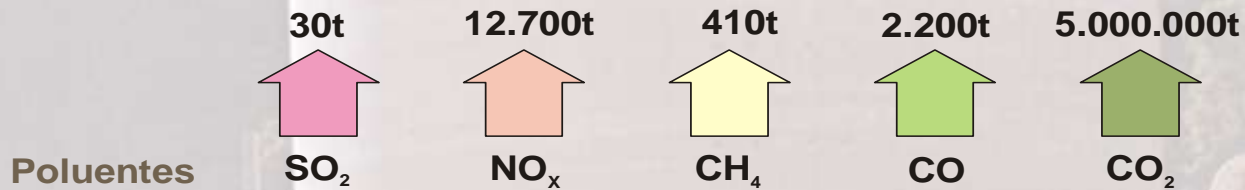
PWR X USINA A CARVÃO



Consumo anual de combustível e produção de rejeitos de uma usina de 1300 MW operando com fator de utilização de 6500 horas equivalentes a plena carga.



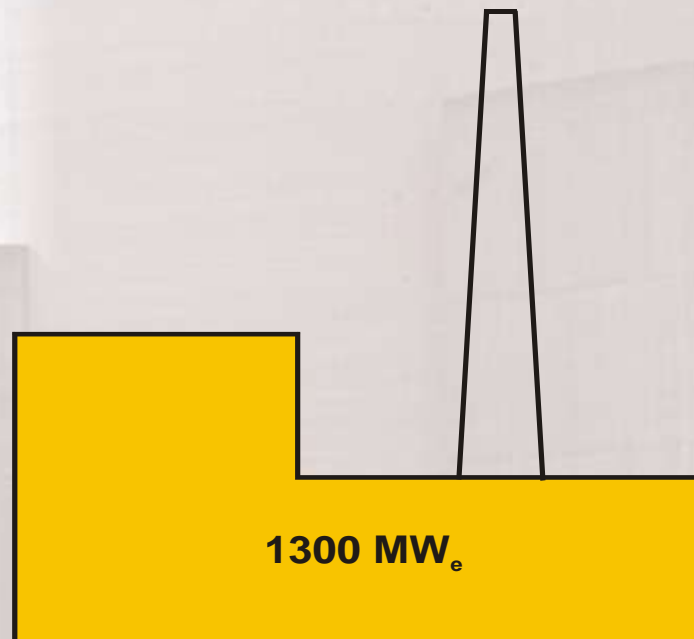
IMPACTOS AMBIENTAIS DE USINAS A GÁS



Consumo de Gás

1,9 bilhões de m³/ano

(5,2 milhões de m³/dia)



Fonte: IEA/OECD
Natural Gas Prospects
and Policies. Paris 1991



A RETOMADA DA OPÇÃO NUCLEAR

Energia

Explosão nuclear

Alguns países ainda resistem, mas há uma nova onda mundial de construção de reatores

Há apenas cinco anos parecia que a energia nuclear estava fadada ao desaparecimento. Desde os horrores do acidente de Chernobyl, na Ucrânia, em 1986, a opinião pública europeia torcia o nariz às usinas. A crise financeira tinha levado vários países asiáticos a congelar a construção de novos reatores. O cenário mudou bastante. Dezesseis usinas nucleares foram inauguradas nos últimos três anos, elevando o total em operação para 443. Há pelo menos três motivos para essa retomada. Primeiro, trata-se de uma questão estratégica. Calcula-se que em 2020, exatamente quando a demanda mundial por eletricidade será 25% maior, a produção de petróleo entrará em declínio, esgotando-se em menos de um século. Por isso, é preciso investir em fontes alternativas, e a nuclear é, até o momento, a mais eficiente. O segundo motivo é a poluição. A geração de eletricidade por termelétricas é responsável pela emissão de 70% do total de dióxido de carbono, uma das causas do aquecimento

global. Em comparação, as centrais nucleares produzem energia limpa.

Contra a energia nuclear contam os riscos de acidentes radioativos e a montanha de 250.000 toneladas anuais de lixo atômico que sobra do processo de geração da energia, para o qual ainda não se encontrou uma solução definitiva. É aí que entra o terceiro motivo: a tecnologia que envolve a indústria nuclear avançou muito nos últimos anos, e os futuros reatores de quarta geração prometem ser mais baratos, mais eficientes e mais seguros. "O tempo de construção de uma usina deverá cair de seis para três anos, e o custo de implantação deverá ser reduzido em mais de 30%", diz Antônio Carlos de Oliveira Barroso, pesquisador da Comissão Nacional de Energia Nuclear, que participa de um esforço internacional para finalizar em dez anos o projeto de um reator com essas características.

Vinte e duas das 33 centrais nucleares em construção ou projetadas estão na Ásia, a maioria na Índia e na China. Em 2002, depois de um vazamento, o Japão fechou temporariamente seus dezesseis reatores. Mas não pôde abrir mão da fonte de quase metade da energia consumida em Tóquio, e já há mais três usinas a caminho. Na Europa, a resistência à expansão ainda é grande, sobretudo entre os ambientalistas. Inglaterra e Alemanha têm planos para fechar usinas. A dúvida é se isso será possível. No mês passado, um blecaute na Itália evidenciou o risco de uma crise energética. A França, com 80% da eletricidade proveniente de usinas nucleares, não descarta a construção de novos reatores. Os países do Leste Europeu já estão erguendo uma série de usinas. No balanço geral, a geração de energia nuclear na Europa deverá aumentar 20% nos próximos vinte anos. Também nos Estados Unidos, com 104 usinas, a maior indústria nuclear do mundo, existem planos para a construção de pelo menos mais seis reatores. ■

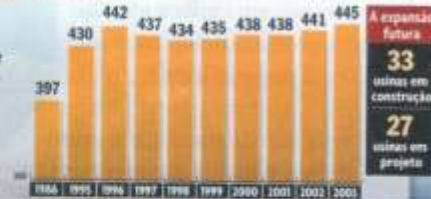
Diego Schell

Leia reportagens de arquivo sobre o assunto em www.veja.com.br

Temelin 2, na República Checa, aberta em 2002; o Leste Europeu tem 67 usinas

A força do átomo

Depois de cair na década de 90, o número de usinas nucleares volta a subir



Fonte: Agência Internacional de Energia Atômica





ENERGIA NUCLEAR NO MUNDO

- **31 PAÍSES COM CENTRAIS EM OPERAÇÃO**
- **EXPERIÊNCIA OPERATIVA: 9.820 REATORES ANO**

CENTRAIS EM CONSTRUÇÃO:

- **UNIDADES: 31**
- **CAPACIDADE LÍQUIDA: 28.656 MWe**

CENTRAIS EM OPERAÇÃO:

- **UNIDADES: 441**
- **CAPACIDADE LÍQUIDA: 351.327 MWe (\cong 5 VEZES A CAPACIDADE BRUTA INSTALADA BRASILEIRA)**
- **ENERGIA LÍQUIDA PRODUZIDA: 2.448,4 TWh (\cong 8 VEZES A GERAÇÃO BRUTA BRASILEIRA)**



PERSPECTIVA DA ENERGIA NUCLEAR NO MUNDO

- ◆ **CHINA** - quadruplicar a capacidade instalada até 2020 - De 8500 MW para 36000 MW
 - ◆ **EUA** - mais de 20 Usinas conseguiram prolongamento de vida por mais 20 anos.
 - ◆ O aumento de produção das usinas nucleares nos EUA entre 1993 e 2003 equivale ao output de 18 novas usinas de 1.000 MW cada, operando a 90% da sua capacidade. Propiciado pelo aumento de potência das usinas.
 - ◆ O senado americano aprovou em 2003 verba para construção do primeiro reator de pesquisa para produzir hidrogênio e gerar energia elétrica.
 - ◆ **POLÔNIA** - estuda a implantação de um programa nuclear para construção de usinas nucleares a partir de 2020
 - ◆ **FRANÇA** - O parlamento Francês aprovou a construção do primeiro EPR, reator de geração III avançado
 - ◆ **CORÉIA DO SUL** - planeja reduzir em 20% a dependência do combustível fóssil na área de transporte usando o hidrogênio, a ser produzido em reatores nucleares
-
-

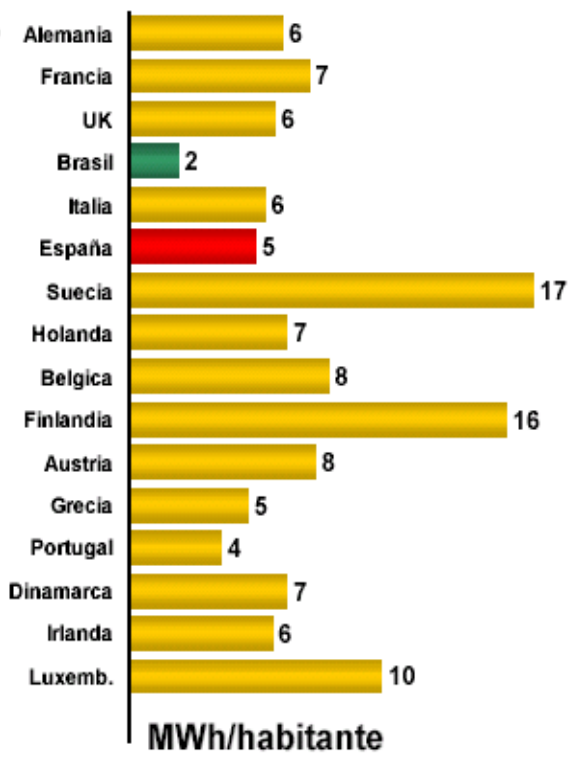
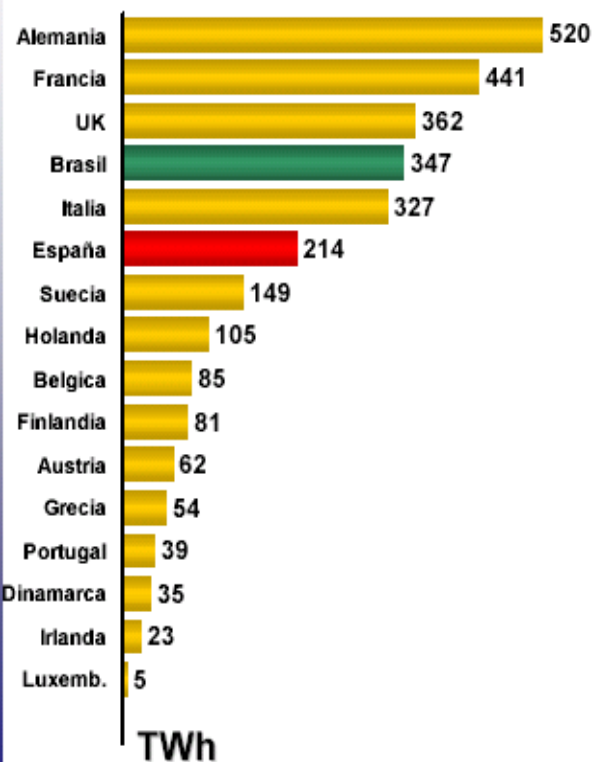


CONSUMO MÉDIO ANUAL DE ENERGIA ELÉTRICA POR HABITANTE

Tamanho dos mercados na UE

Total consumo EU15 (*):
2.502 TWh

Consumo Per Cápita EU15 (*)



año (*) Año 2001 15

O crescimento econômico exige oferta de energia





PATRICK MORE - CO-FUNDADOR DO GREENPEACE AFIRMA

- *energia nuclear é ambientalmente segura*
- Um dos fundadores do Greenpeace afirmou perante a Comissão de Energia e Recursos Naturais do Senado americano, na quinta-feira, 28/04, que há evidência científica abundante demonstrando que a energia nuclear é uma opção ambientalmente segura. Patrick Moore, presidente e cientista-chefe da companhia de consultoria ambiental Greenspirit Strategies, com sede no Canadá, ressaltou que seus colegas ambientalistas estão fora da realidade ao defender seu abandono.
- “Tendo que escolher entre energia nuclear de um lado e carvão, óleo e gás natural do outro, a energia nuclear é de longe a melhor opção, já que não emite CO2 ou qualquer outro poluente do ar”, comentou.
- Ele ressaltou ao comitê – que se reunia para discutir a iniciativa Energia Nuclear 2010 do Governo, que prevê a construção de uma nova usina até o fim da década – que, praticamente, não existem outros usos benéficos do urânio além da produção de energia elétrica. Já os combustíveis fósseis são um recurso não-renovável valioso e têm uma variedade de usos construtivos, incluindo a produção de bens duráveis, como o plástico.
- Fonte: Nucnet



**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE
ENERGIA NUCLEAR**

UFA!!!! ACABOU!!!!

OBRIGADO!!!

GANGELK@ELETRONUCLEAR.GOV.BR