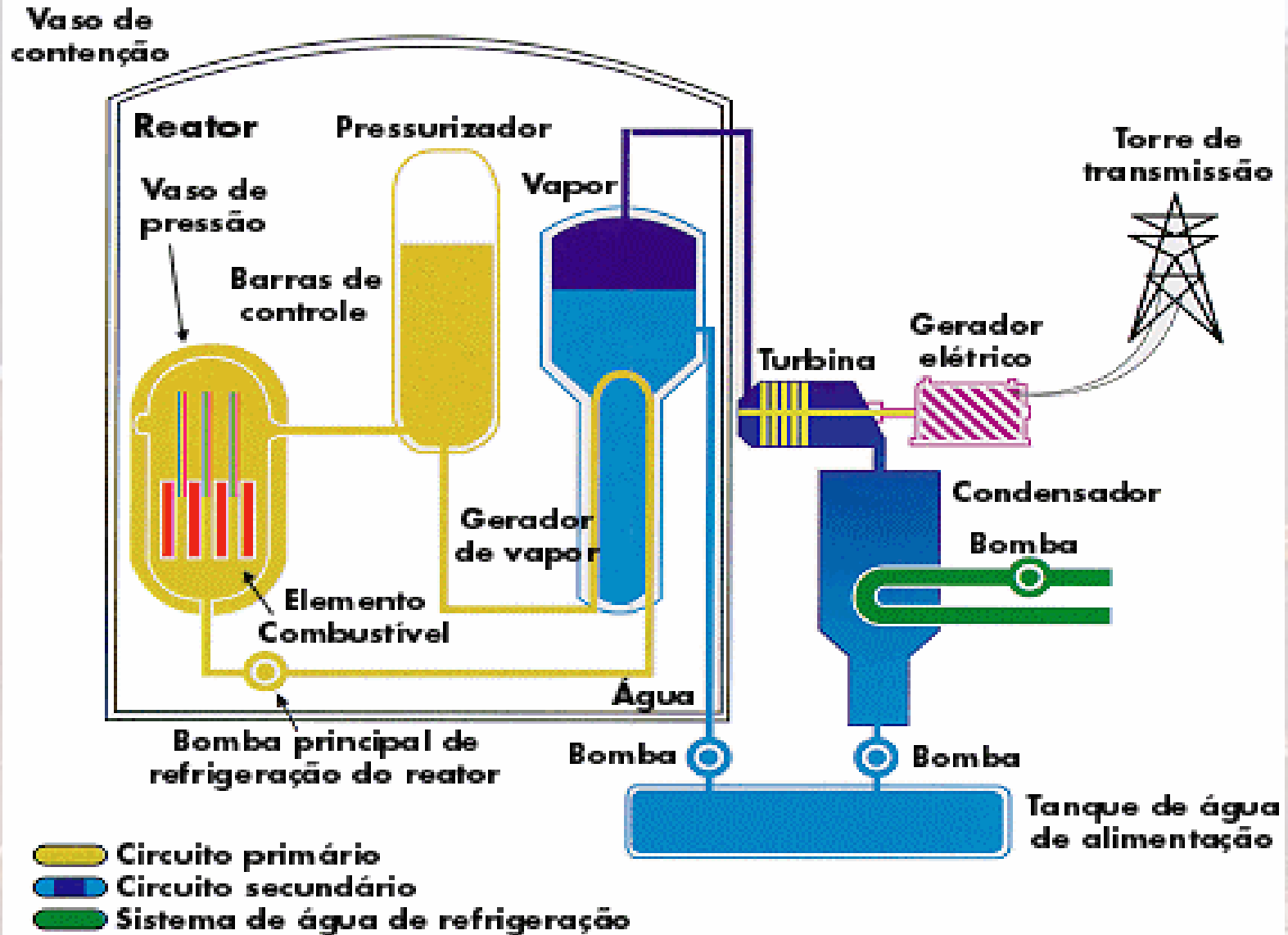


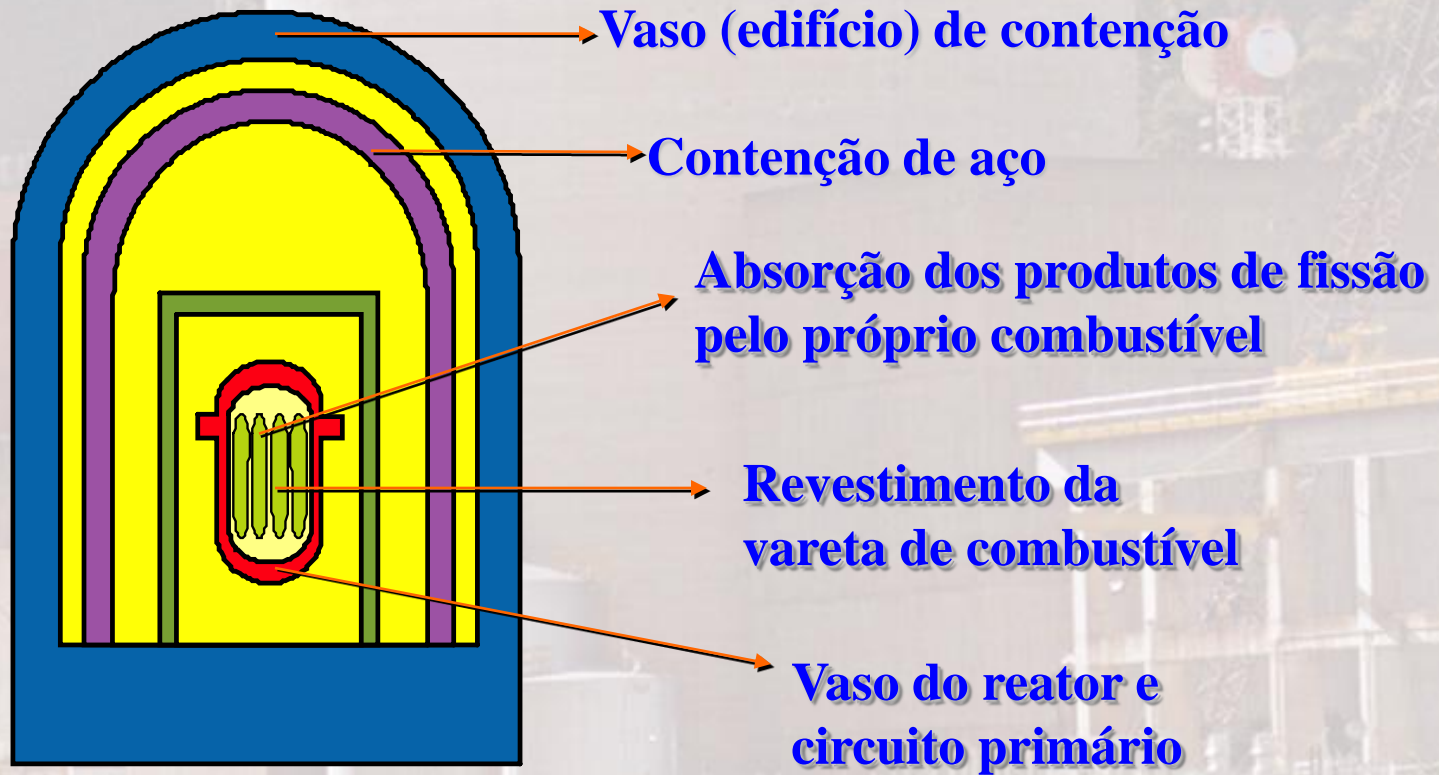
“A ENERGIA NUCLEAR NO BRASIL E NO MUNDO”

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

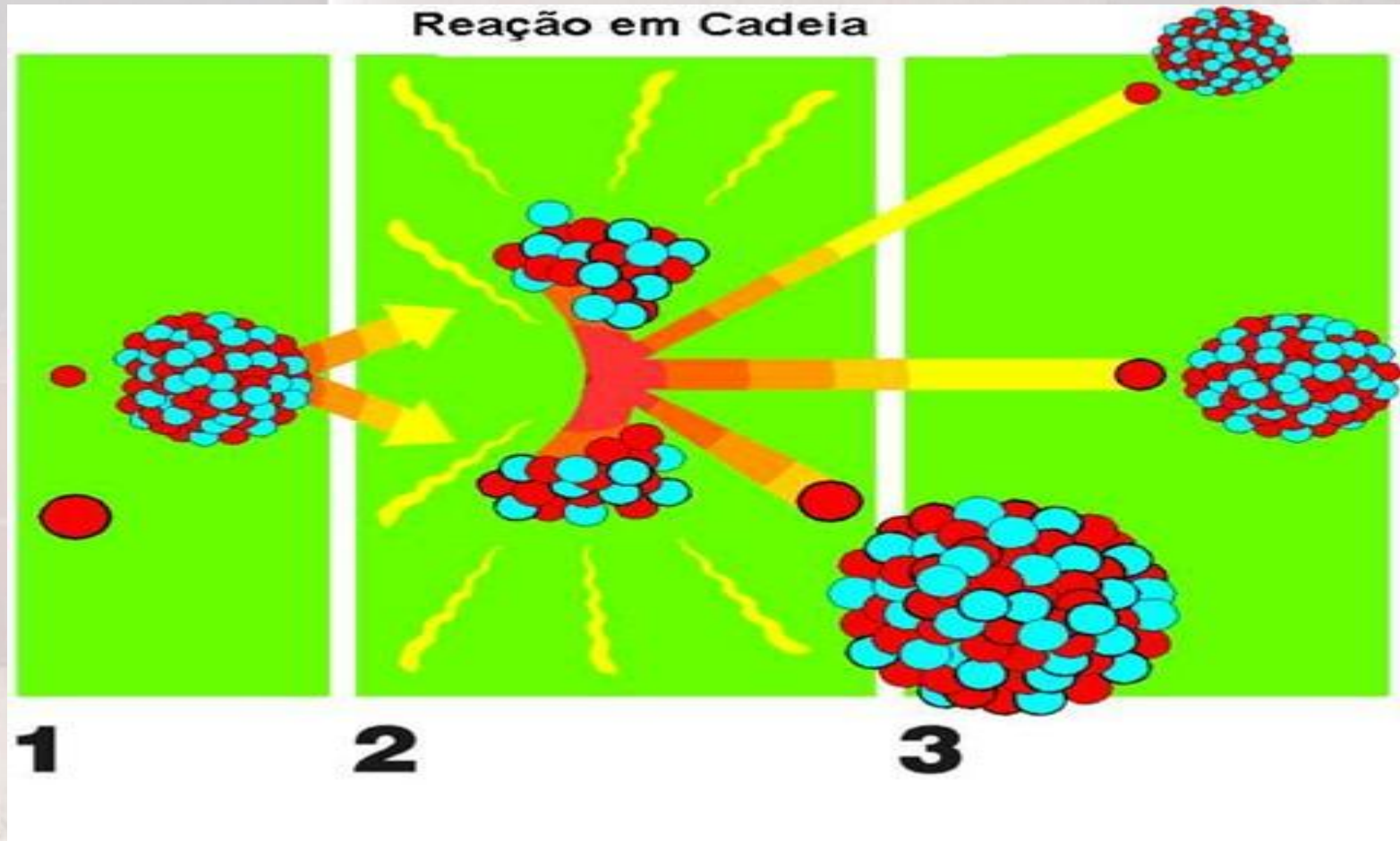
FUNCIONAMENTO DE UMA USINA NUCLEAR



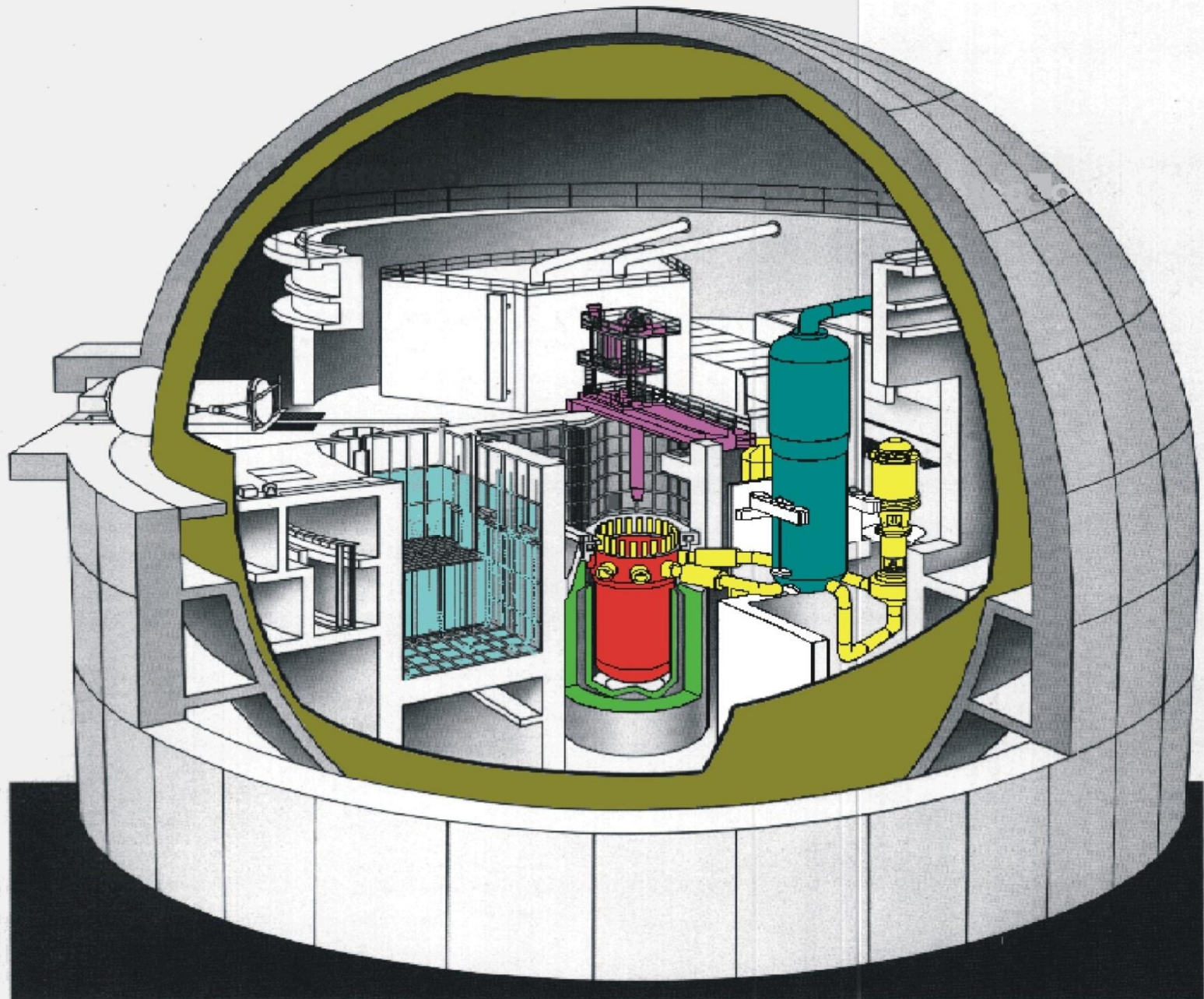
BARREIRAS FÍSICAS MÚLTIPLAS CONTRA A LIBERAÇÃO DE PRODUTOS RADIOATIVOS



PROCESSO de FISSÃO e a REAÇÃO em Cadeia



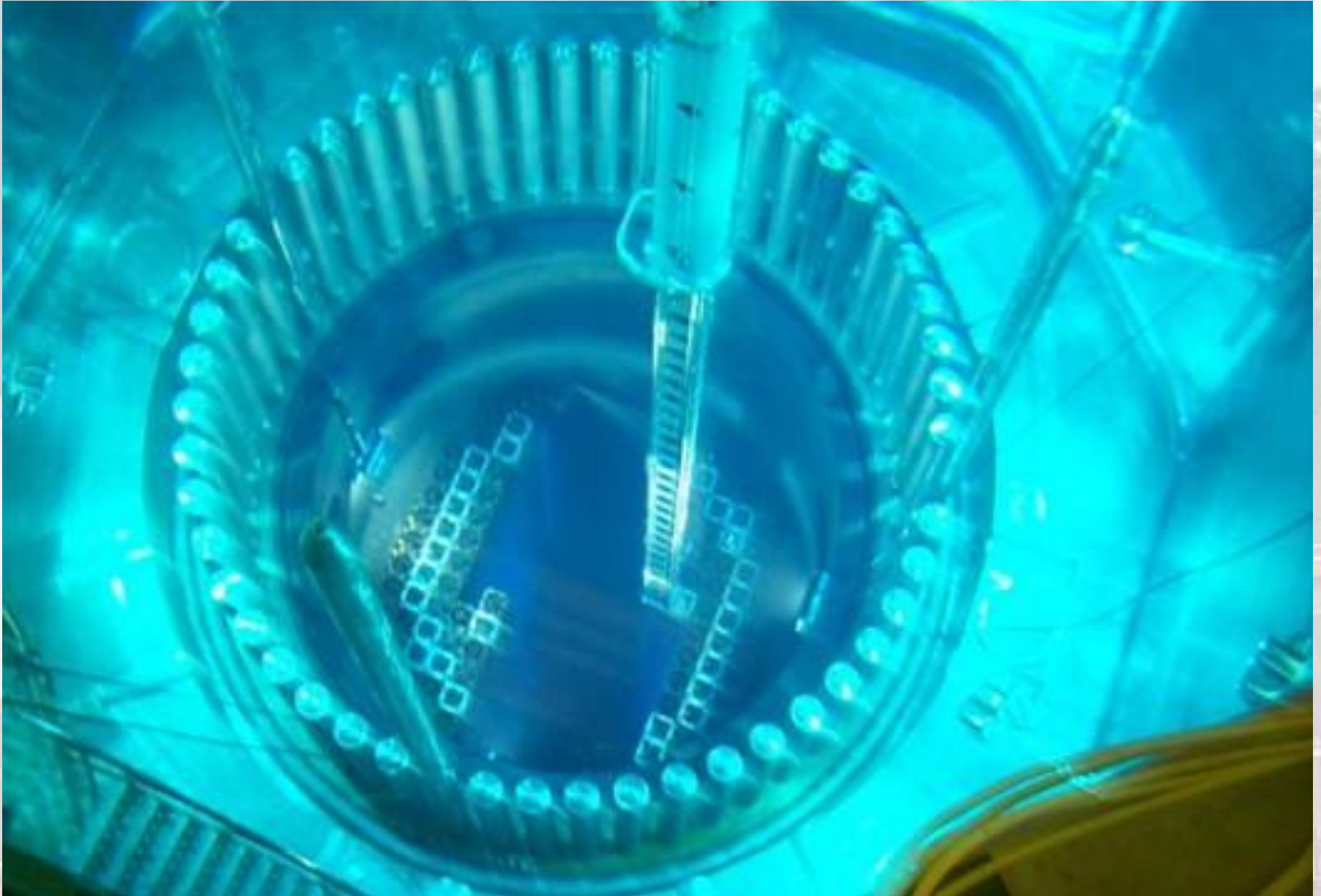
PRÉDIO DA CONTENÇÃO DE ANGRA 2



PISCINA de COMBUSTÍVEL USADO DE ANGRA 2



NÚCLEO DE ANGRA 2



SALA de CONTROLE DE ANGRA 2



SIMULADOR DE ANGRA 2



SALA de CONTROLE DE ANGRA 1





A ENERGIA NUCLEAR NO BRASIL

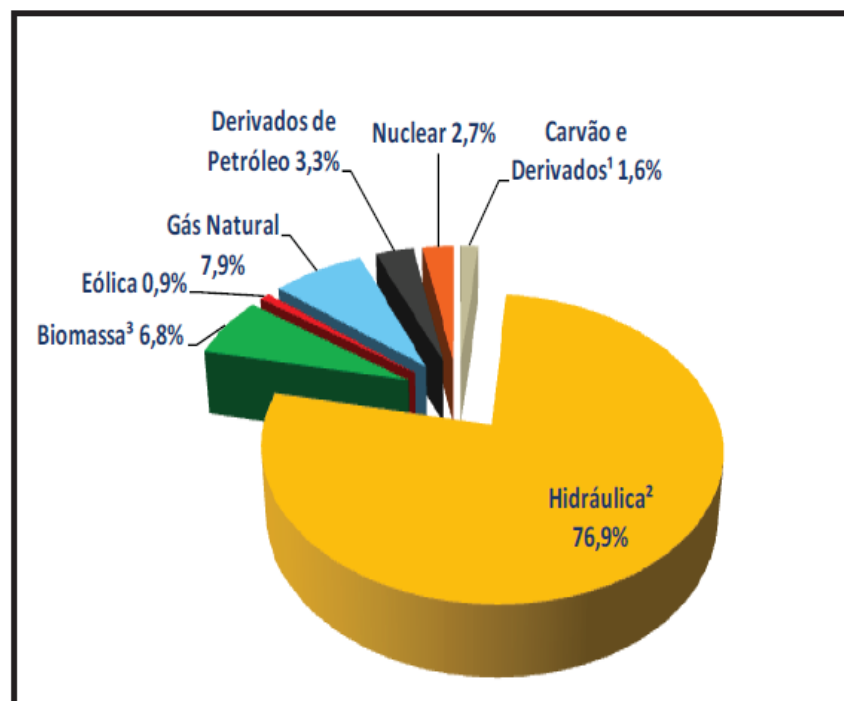
PRAIA DE ITAORNA

Localização



Matriz Elétrica Brasileira

Brasil (2012)



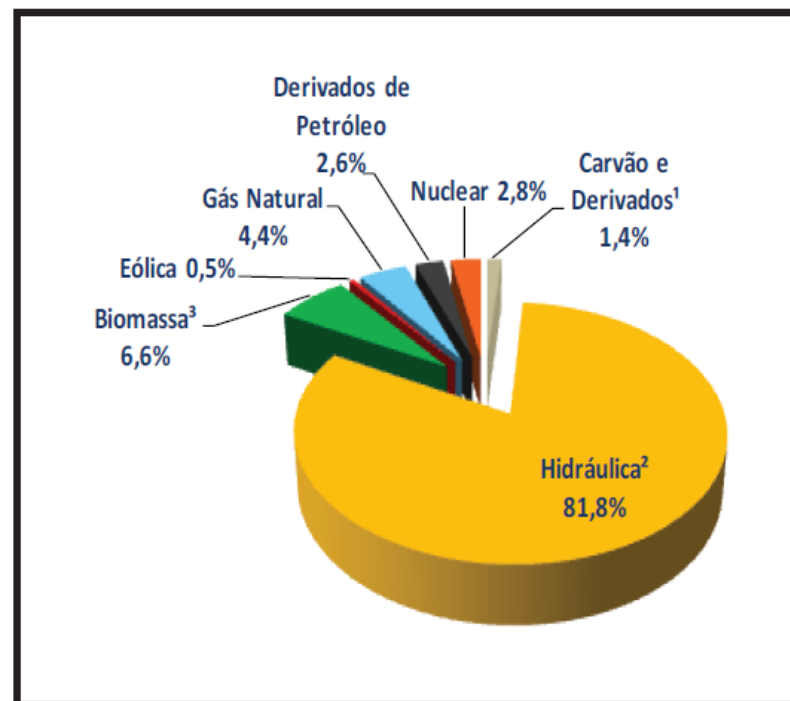
geração hidráulica² em 2012: 455,6 TWh
 geração total² em 2012: 592,8 TWh

¹ Inclui gás de coqueria

² Inclui importação

³ Inclui lenha, bagaço de cana, lixívia e outras recuperações.

Brasil (2011)



geração hidráulica² em 2011: 464,2 TWh
 geração total² em 2011: 567,7 TWh

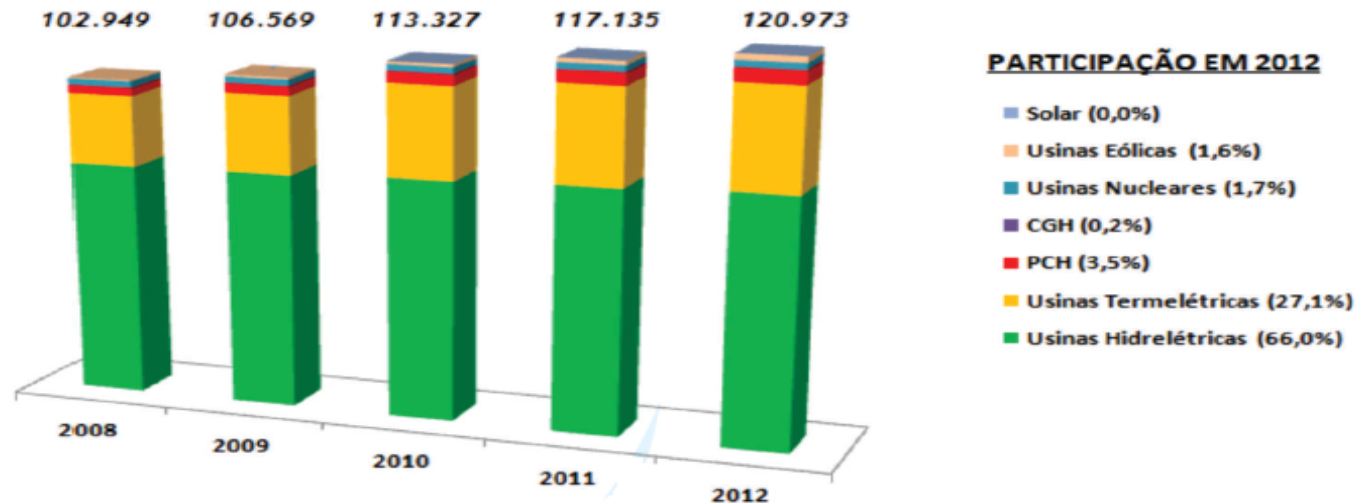
Capacidade instalada de geração elétrica no Brasil (MW)

	2008	2009	2010	2011	2012	$\Delta\%$ (2012/11)	Part. % (2012)
Total	102.949	106.569	113.327	117.135	120.973	3,3	100,0
Usinas Hidrelétricas	74.901	75.484	77.090	78.371	79.811	1,8	66,0
Usinas Termelétricas	22.999	25.350	29.689	31.244	32.778	4,9	27,1
PCH	2.490	2.953	3.428	3.870	4.248	9,8	3,5
CGH	154	173	185	216	235	8,8	0,2
Usinas Nucleares	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	0,0	1,7
Usinas Eólicas	398	602	927	1.425	1.886	32,4	1,6
Solar	-	-	1	1	8	597,1	0,0

Notas: Usinas Hidrelétricas – Considera-se a parte nacional de Itaipu (6.300 MW até o ano de 2006, 7.000 MW a partir de 2007). PCH: Pequena Central Hidrelétrica; CGH: Central Geradora Hidrelétrica

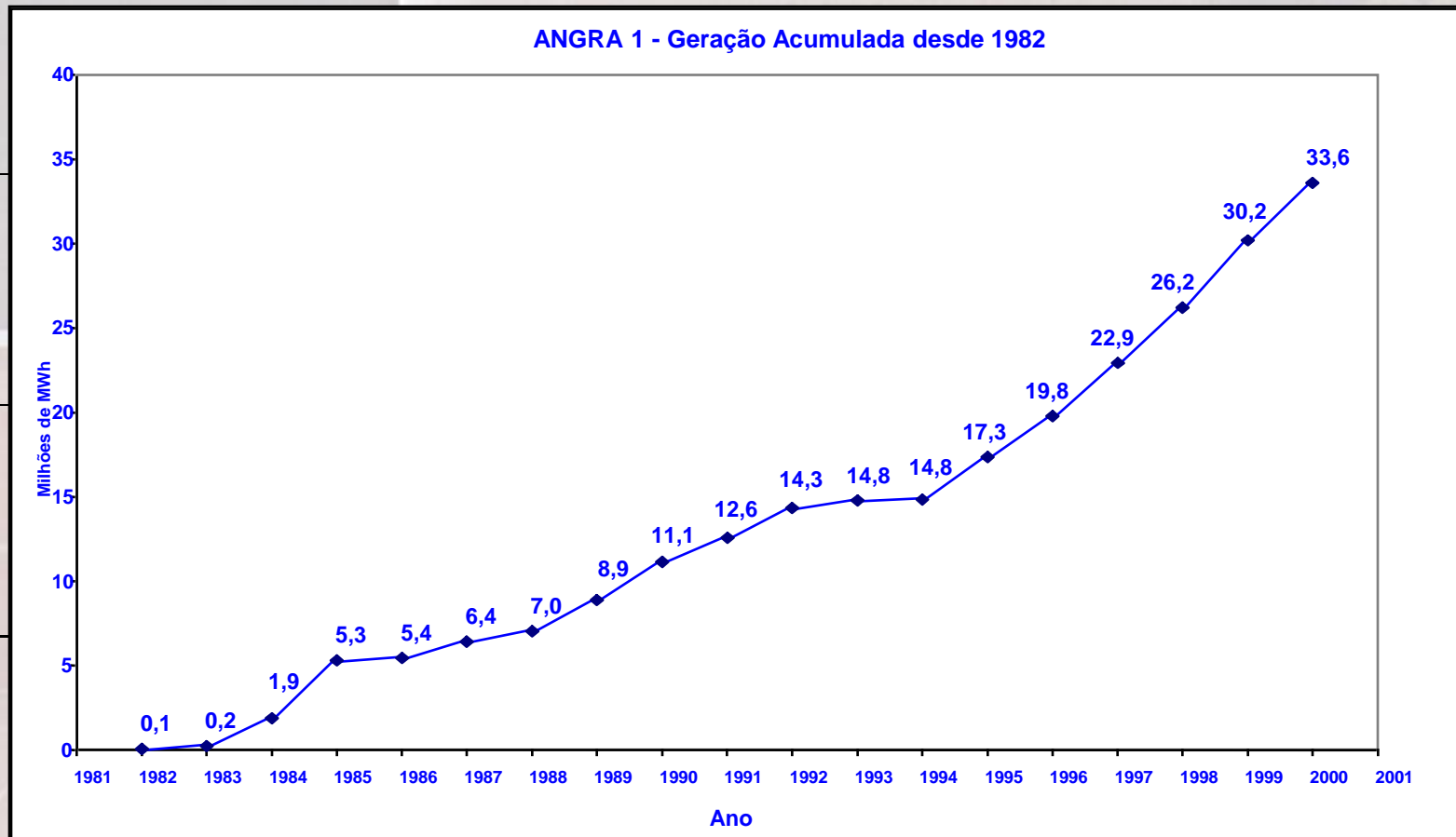
Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL); para o ano de 2012, Balanço Energetico Nacional (BEN) 2013; Elaboração: EPE

Gráfico 2.1 Capacidade instalada de geração elétrica por tipo de usina (MW)





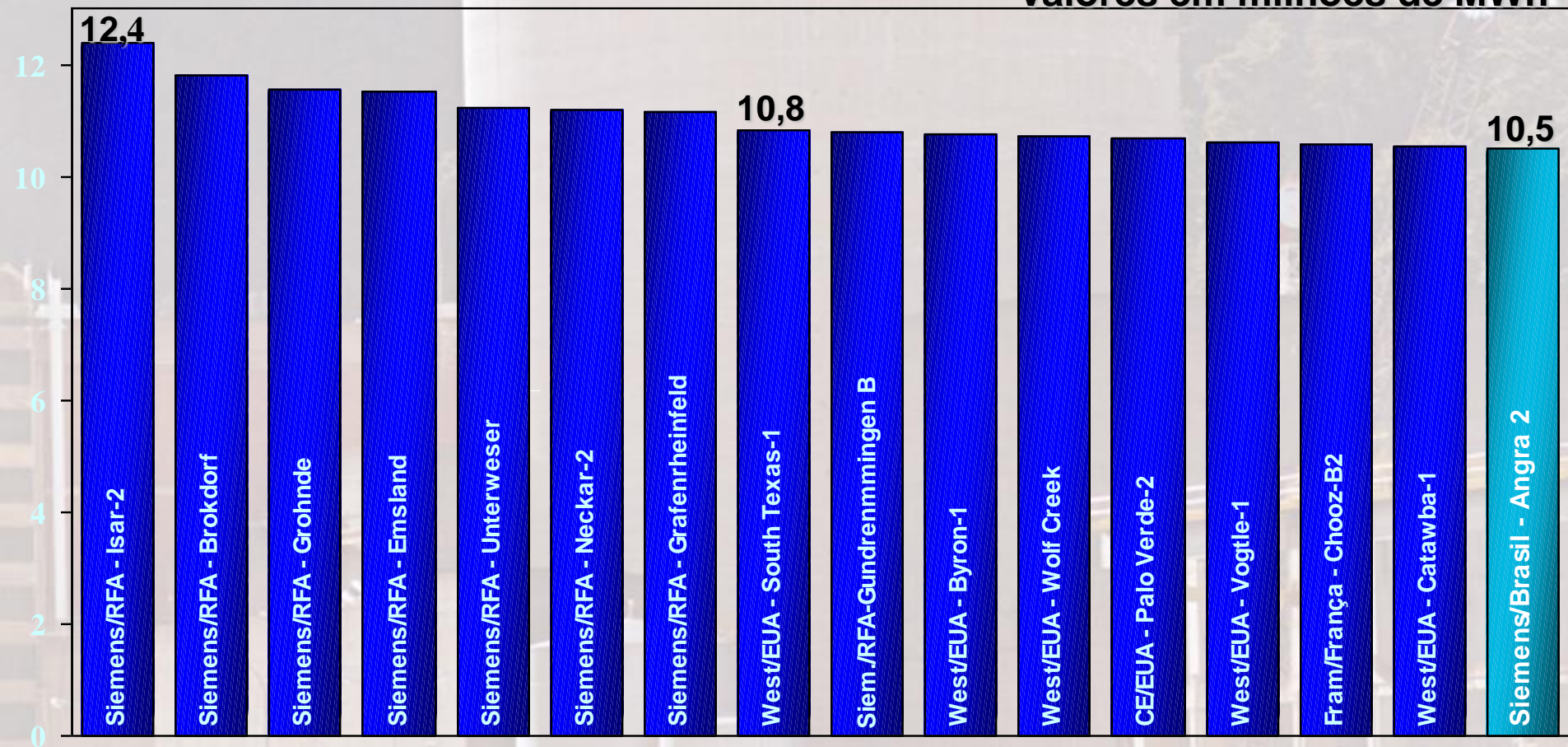
ANGRA 1 - BALANÇO ENERGÉTICO - (ATÉ 31/12/2001)





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

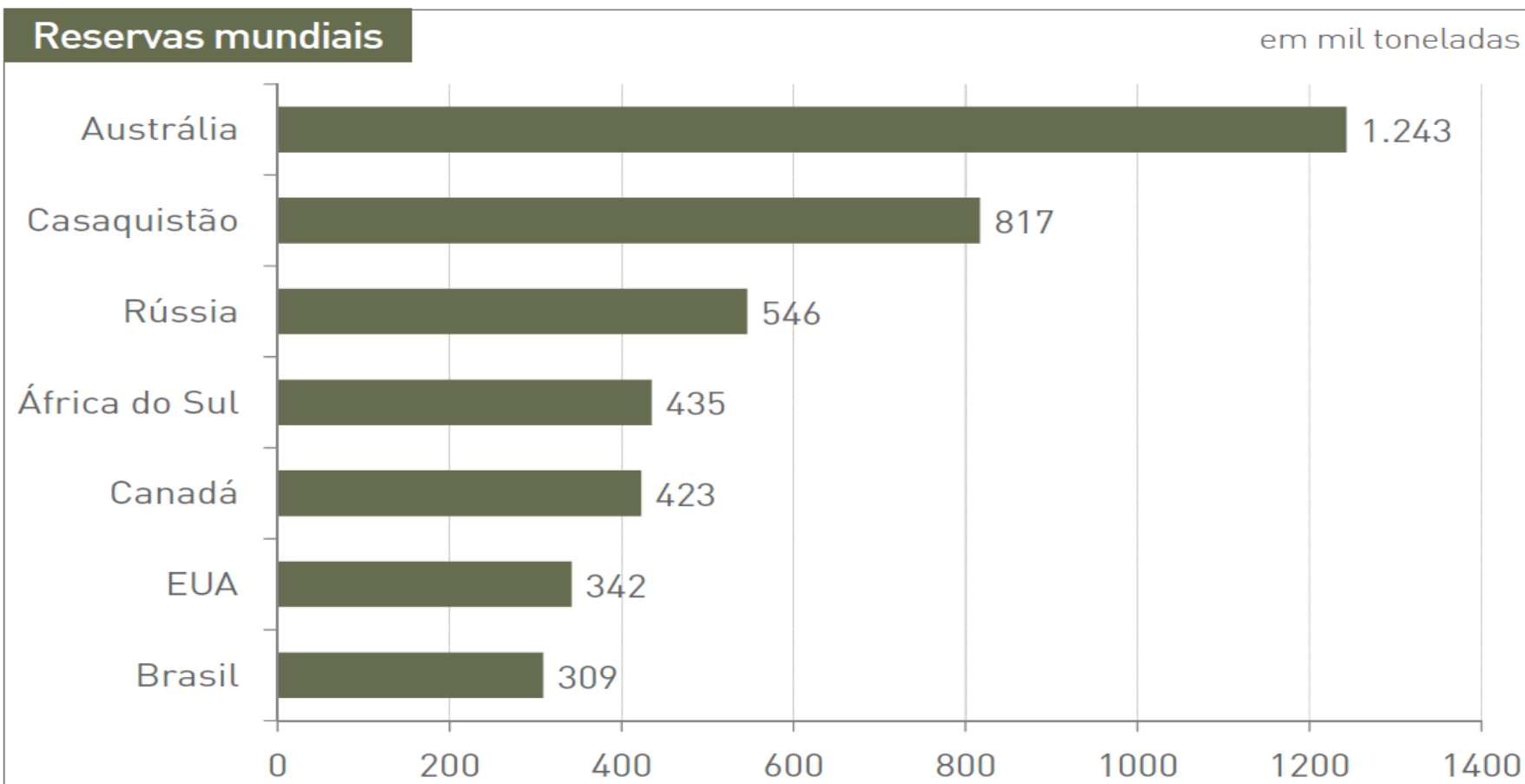
Fonte: ONS - Programa Mensal de
Operação - abril/2004

A photograph of a nuclear power plant. The central feature is a large, cylindrical containment dome with a white, hemispherical top. The dome is surrounded by various industrial buildings and structures. In the foreground, there are smaller cylindrical tanks and a fenced area. To the right, a tall construction crane is visible. The background shows a hillside with green trees. The image has a slightly faded, semi-transparent appearance.

CICLO DO COMBUSTÍVEL NUCLEAR

RESERVAS DE URÂNIO

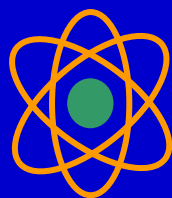
RESERVAS MUNDIAIS RECUPERÁVEIS (< US\$130,00/Kg de U)



Fonte: World Nuclear Association

Combustível

Quantidade necessária para operar uma usina de 1.000 MWe por ano

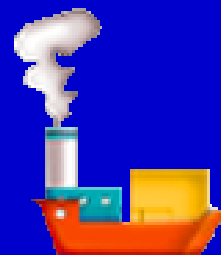


3 caminhões
de 10 t



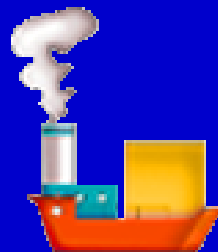
30 t
Nuclear

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

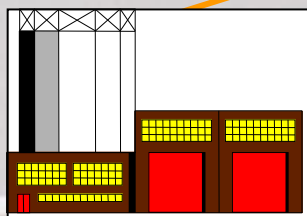
RESERVA(Ton de Urânio)	310.000
PRODUÇÃO(ton/ano)	400
TEMPO DE CONSUMO(anos)	775

PARA 1,8 % DA MALHA ENERGÉTICA CONSIDERANDO U235

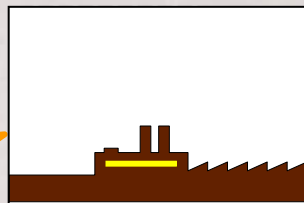
PARA 18 % DA MALHA ENERGÉTICA CONSIDERANDO U235 – 77,5 ANOS

CICLO DO COMBUSTÍVEL

Mineração de Urânio
e Produção de
concentrados

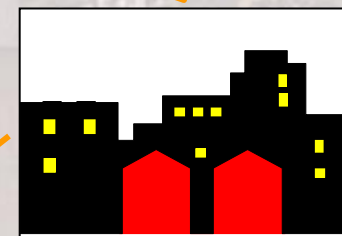


CAETITÉ

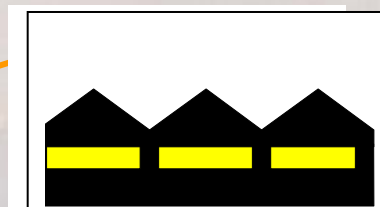


Usina de Conversão
(em construção)
UF6 - CANADÁ

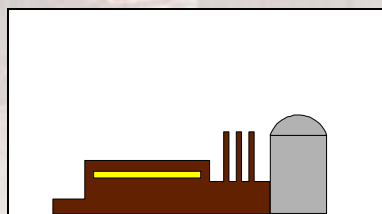
INB
INDÚSTRIAS
NUCLEARES
DO BRASIL



Usina de
enriquecimento
(comissionamento)



Fábrica de Elementos
Combustíveis (RESENDE)



ELETRONUCLEAR

Angra 1/2/3
USINAS PWR



**TRATADOS DE NÃO PROLIFERAÇÃO DE ARMAS
NUCLEARES ASSINADOS PELO BRASIL**



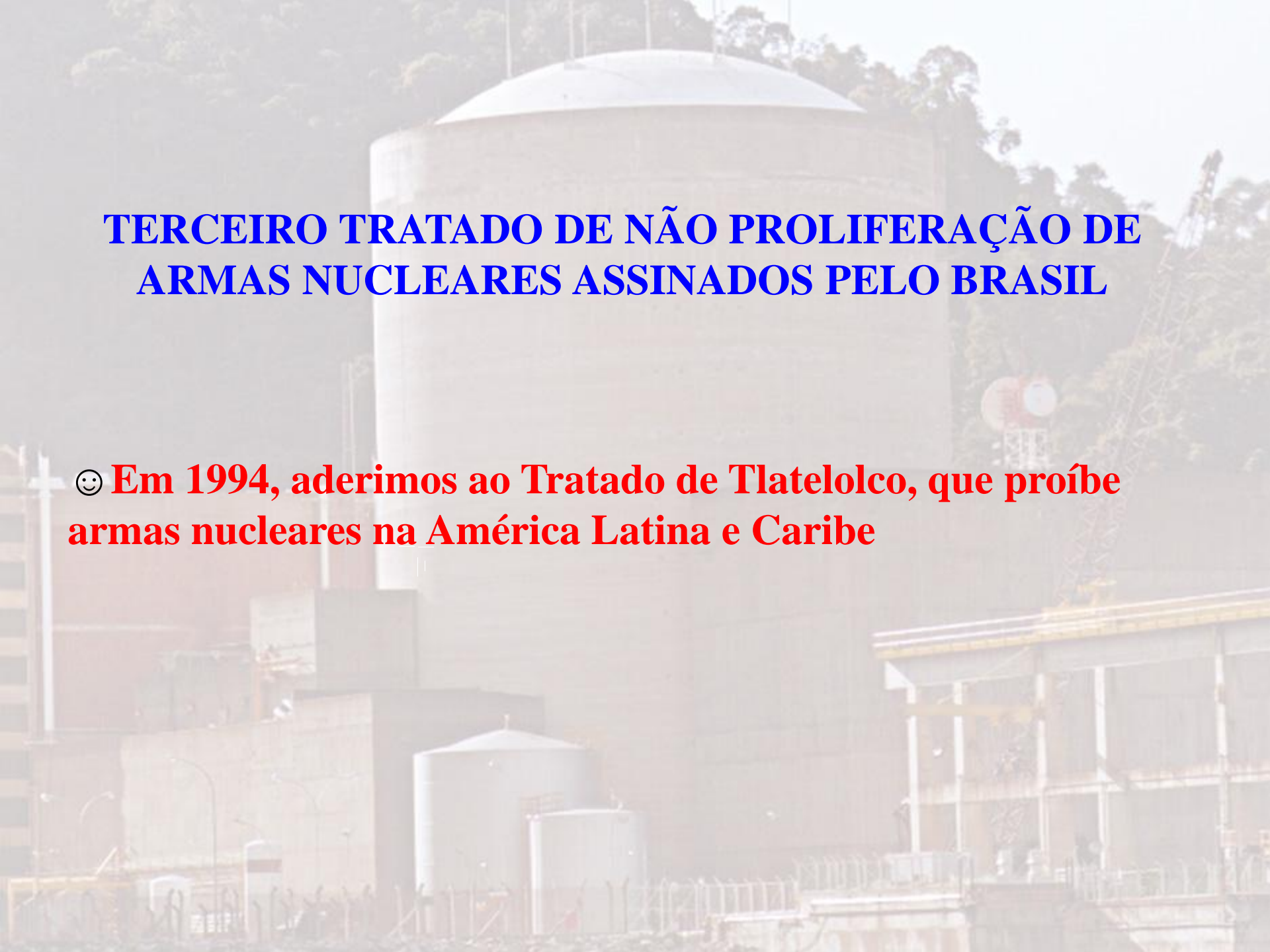
O PRIMEIRO TRATADO DE NÃO PROLIFERAÇÃO DE ARMAS NUCLEARES ASSINADOS PELO BRASIL

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

A large, cylindrical industrial tank with a domed top, situated at a power plant. The tank is the central focus, with other industrial structures and a crane visible in the background. The scene is slightly hazy, suggesting an overcast day or some atmospheric conditions.

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

A photograph of an industrial site, possibly a power plant or refinery. The central focus is a large, white, cylindrical storage tank with a domed top. To the right, a building is under construction, with a tall crane visible. The background shows a forested hillside. The text "PRESERVANDO O MEIO AMBIENTE" is overlaid in green, bold, capital letters across the middle of the image. Two horizontal blue lines are positioned above and below the text.

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**

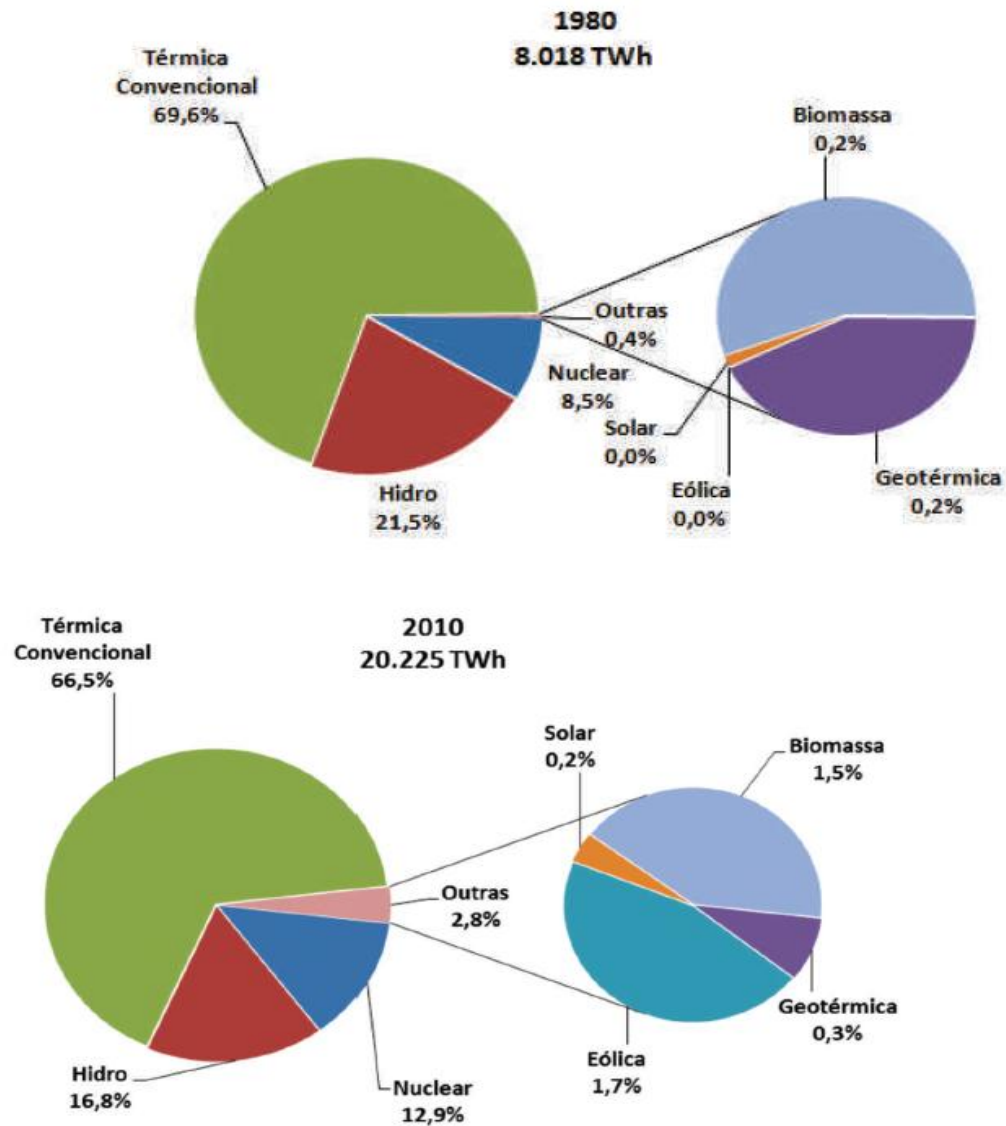
Laboratório de Monitoração Ambiental

- 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 photograph of a nuclear power plant. The central feature is a large, cylindrical containment dome with a white, hemispherical top. To the right, a tall construction crane is visible against a background of green trees. In the foreground, there are various industrial structures, including a smaller white tank and a fenced-in area. The overall scene is slightly hazy, suggesting an overcast day or some atmospheric conditions.

A ENERGIA NUCLEAR NO MUNDO

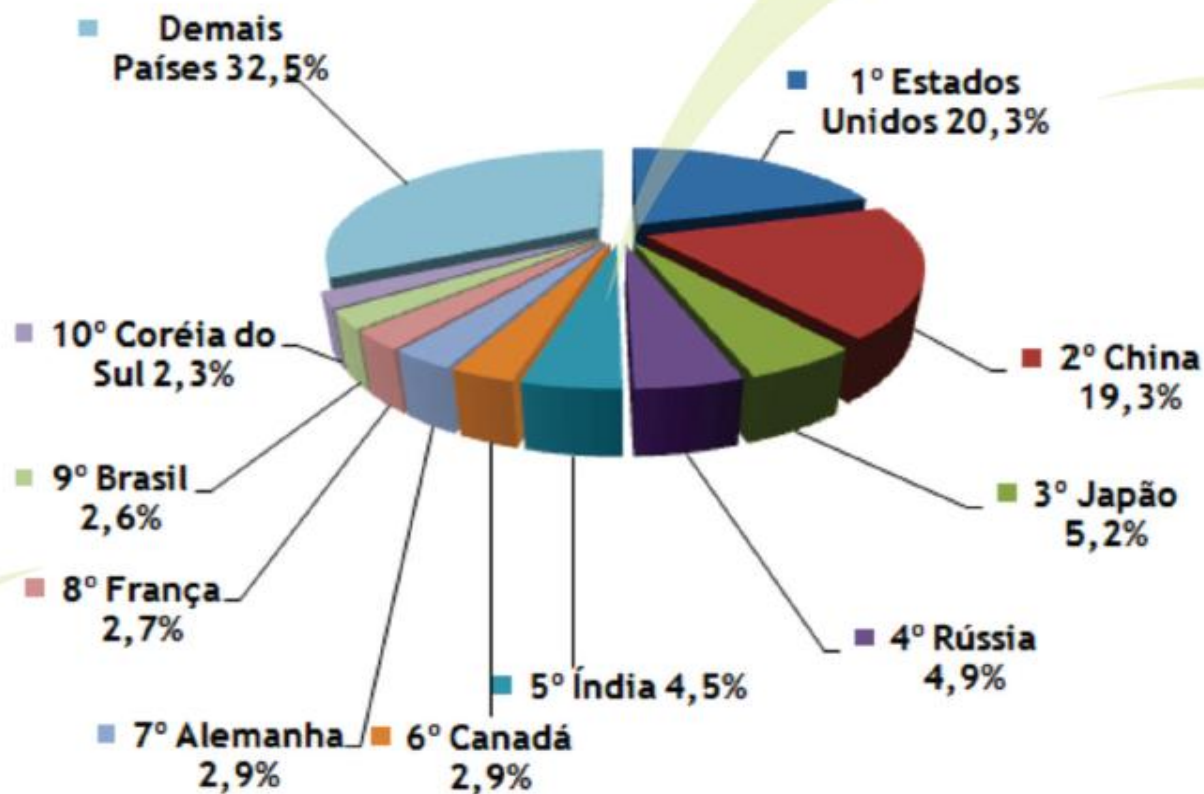
Geração elétrica por fonte no mundo (%)



Fonte: U.S. Energy Information Administration (EIA); Elaboração EPE

Geração elétrica no mundo - 10 maiores países em 2010 (%)

2010
20.225 TWh



USINAS NUCLEARES EM OPERAÇÃO (Jun/2014)

País	Em Operação	Em Construção	País	Em Operação	Em Construção
ÁFRICA do SUL	2	0	ÍNDIA	21	6
ALEMANHA	9	0	IRÃ	1	0
ARGENTINA	3	1	JAPÃO	48	2
ARMÊNIA	1	0	MÉXICO	2	0
BÉLGICA	7	0	PAQUISTÃO	3	2
BIELORÚSSIA	0	1	REINO		
BRASIL	2	1	UNIDO	16	0
BULGÁRIA	2	0	REP. TCHECA	6	0
CANADÁ	19	0	ROMÊNIA	2	0
CHINA	21	28	RÚSSIA	33	10
CORÉIA do SUL	23	5	SUÉCIA	10	0
Emirados Árabes	0	2	SUIÇA	5	0
ESLOVÁQUIA	4	2	TAIWAN	6	2
ESLOVÊNIA	1	0	UCRÂNIA	15	2
ESPANHA	8	0			
ESTADOS			TOTAL	437	71
UNIDOS	100	5			
FINLÂNDIA	4	1			
FRANÇA	58	1			
HOLANDA	1	0			
HUNGRIA	4	0			



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

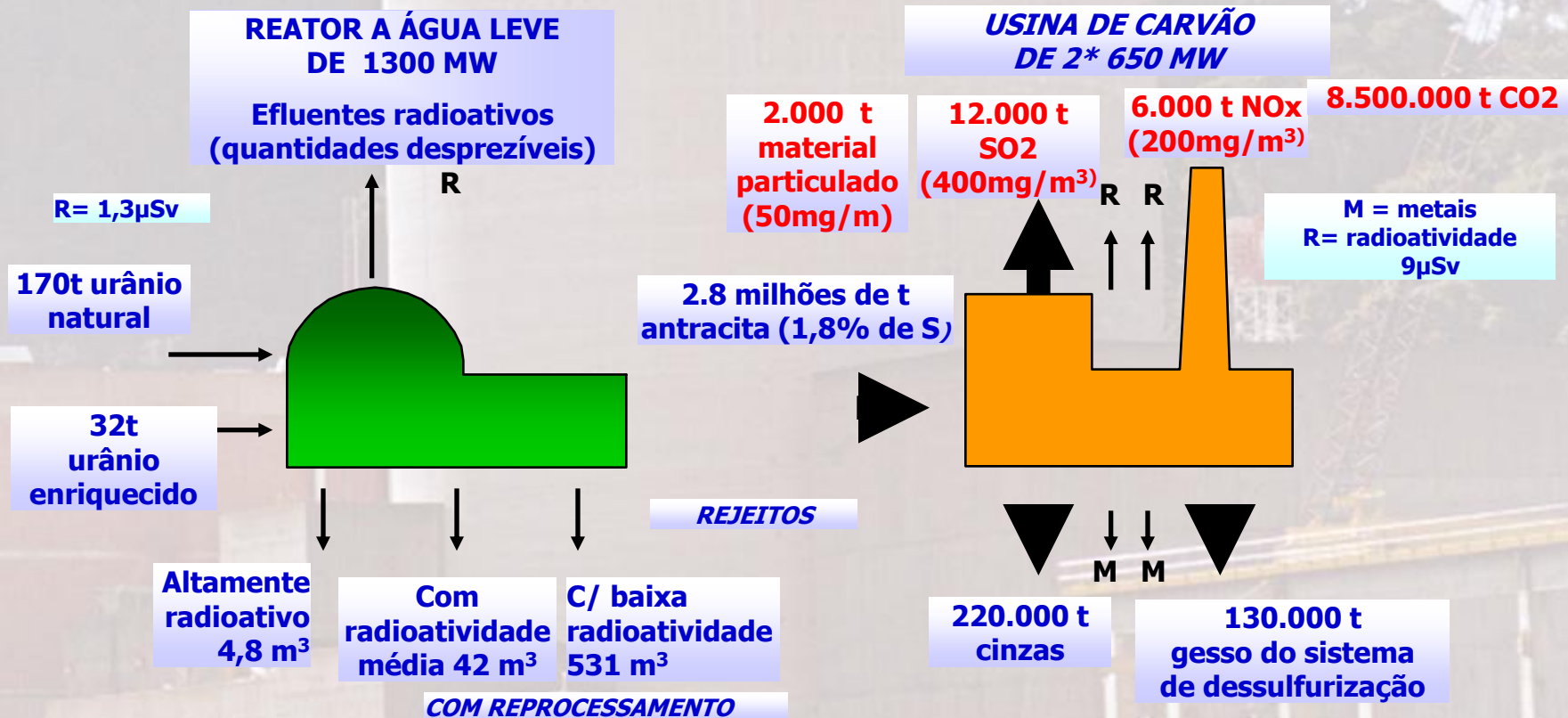
**ENTRADA EM VIGOR DO PROTOCOLO DE KIOTO
FOI RATIFICADO POR 141 PAÍSES**

**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**

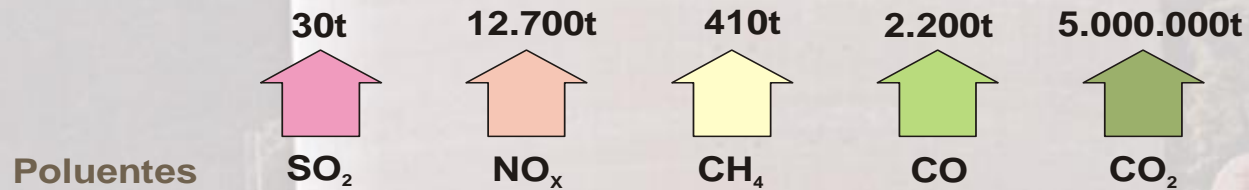
IMPACTO AMBIENTAL DA TÉRMICA A CARVÃO

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.

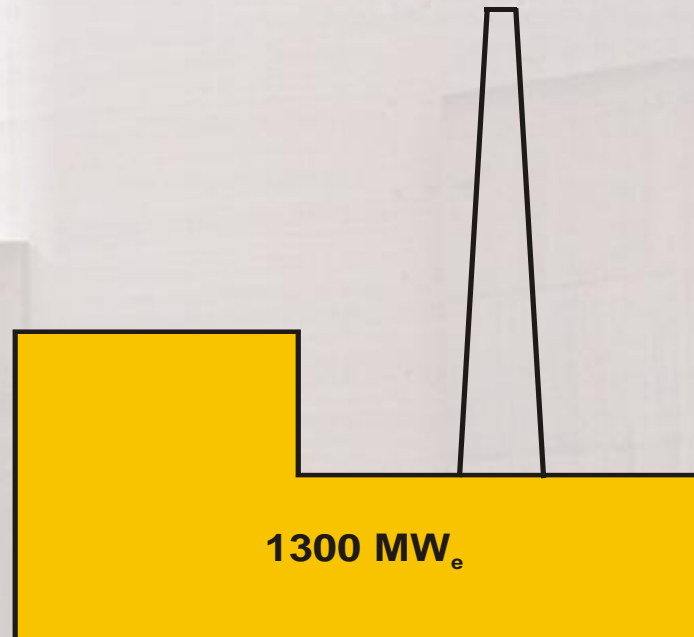
IMPACTOS AMBIENTAIS DE USINAS A GÁS



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 dezessete 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. ■

Diogo Schelp

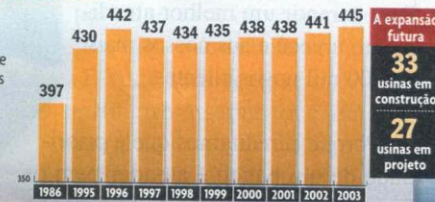
Leia reportagens de arquivo sobre o assunto em www.veja.com.br

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: 71**

CENTRAIS EM OPERAÇÃO:

- **UNIDADES: 437**
- **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** - aumentar a capacidade instalada até 2020 - De 10.200 MW para 36.000 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 ANUAL DE ENERGIA ELÉTRICA

Tabela 1.23 Consumo de energia elétrica no mundo por região (TWh)

	2006	2007	2008	2009	2010	Δ% (2010/09)	Part. % (2010)
<i>Mundo</i>	16.391,5	17.151,4	17.445,0	17.360,3	18.466,5	6,4	100,0
<i>Ásia & Oceania</i>	5.490,6	6.000,2	6.198,5	6.473,9	7.052,7	8,9	38,2
América do Norte	4.543,9	4.630,5	4.601,9	4.422,4	4.599,6	4,0	24,9
Europa	3.306,4	3.345,1	3.378,2	3.219,0	3.369,7	4,7	18,2
Eurásia	1.194,2	1.226,8	1.243,6	1.181,1	1.246,0	5,5	6,7
América do Sul e Central	806,1	844,6	874,3	877,6	929,7	5,9	5,0
Oriente Médio	557,2	582,9	622,6	656,2	709,2	8,1	3,8
África	493,2	521,4	525,8	530,0	559,6	5,6	3,0

Fonte: U.S. Energy Information Administration (EIA); Elaboração: EPE

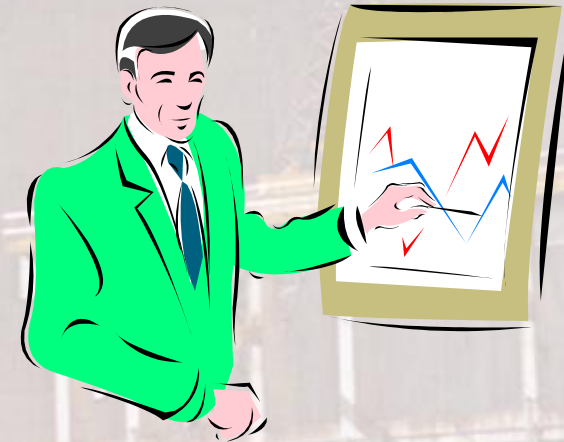
Tabela 1.24 Consumo de energia elétrica no mundo - 10 maiores países em 2010 (TWh)

	2006	2007	2008	2009	2010	Δ% (2010/09)	Part. % (2010)
<i>Mundo</i>	16.391,5	17.151,4	17.445,0	17.360,3	18.466,5	6,4	100,0
Estados Unidos	3.816,8	3.890,2	3.865,2	3.723,8	3.886,4	4,4	21,0
China	2.525,0	2.874,1	3.054,1	3.271,2	3.633,8	11,1	19,7
Japão	985,3	1.010,5	965,9	938,2	1.002,4	6,8	5,4
Rússia	816,2	844,5	857,8	818,3	861,5	5,3	4,7
Índia	532,0	591,3	617,3	661,0	698,8	5,7	3,8
Alemanha	550,1	550,9	548,2	515,0	549,1	6,6	3,0
Canadá	529,3	536,6	529,1	493,4	499,9	1,3	2,7
França	445,6	447,5	460,0	444,2	471,0	6,0	2,6
Brasil	390,0	412,2	428,3	426,1	464,8	9,1	2,5
Coreia do Sul	364,6	386,2	402,1	408,5	449,5	10,0	2,4
Outros	5.436,5	5.607,3	5.717,1	5.660,8	5.949,3	5,1	32,2

Fonte: U.S. Energy Information Administration (EIA). Para o Brasil, dados do Balanço Energético Nacional (BEN) 2013; Elaboração: EPE

Anuário estatístico de energia elétrica 2013 | Consumo de energia elétrica e tarifas

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, 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
-
-

FUKUSHIMA – O que aconteceu (1/2)

- No dia 11 de março de 2011, o Nordeste do Japão foi atingido por um terremoto de 9 graus na escala Richter. O epicentro foi bem próximo ao litoral e a poucos quilômetros abaixo da crosta terrestre. Foi o maior terremoto de que se tem registro histórico a atingir uma área densamente povoada e com alto desenvolvimento industrial.
- A maior parte das construções e todas as instalações industriais com riscos de explosões e liberação de produtos tóxicos ao meio ambiente, tais como refinarias de óleo, depósitos de combustíveis, usinas termoeletricas e indústrias químicas, localizadas na região atingida colapsaram imediatamente, causando milhares de mortes e dano ambiental ainda não totalmente quantificado. Mas as 14 usinas nucleares das três centrais da região afetada resistiram às titânicas forças liberadas pela Natureza. Todas desligaram automaticamente e se colocaram em modo seguro de resfriamento com diesel-geradores, após ter sido perdida toda a alimentação elétrica externa.

FUKUSHIMA – O que aconteceu (2/2)

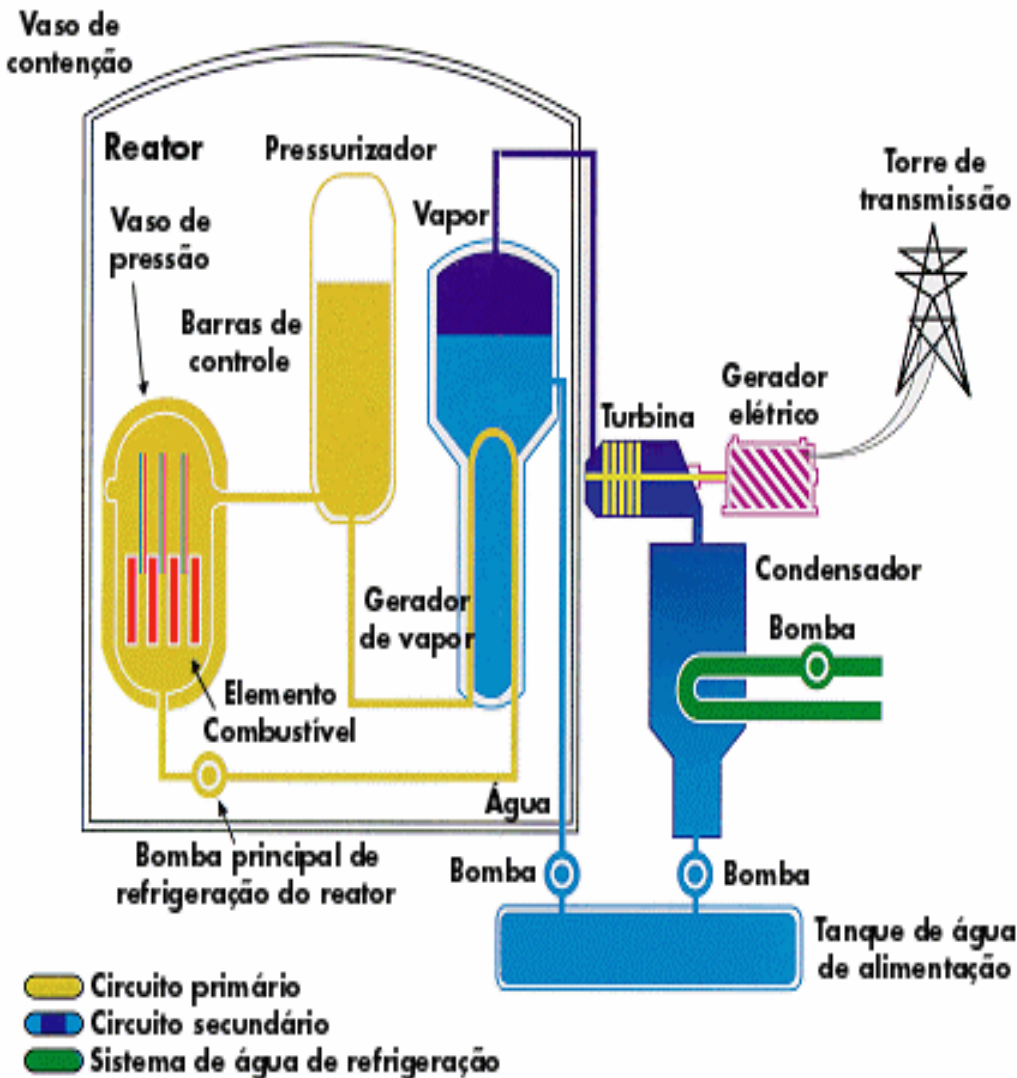
- ← A onda gigante (tsunami) que se seguiu ao evento inviabilizou todo o sistema diesel de emergência destinado à refrigeração de 4 reatores da Central Fukushima-Daiichi e os levou ao status de grave acidente nuclear, com perda total dos 4 reatores envolvidos, devido ao derretimento dos seus núcleos e com liberação de radioatividade para o meio ambiente após explosões de hidrogênio, porém sem vítimas devido ao acidente nuclear.
- ← A necessidade de remoção das populações próximas à área da central se tornou imperiosa, e todo o plano de emergência nuclear foi mobilizado num momento em que o país estava devastado. Porém, no fim de 2011, as restrições de acesso a 5 áreas evacuadas num raio entre 10 km e 20 Km foram canceladas, com a população autorizada a retornar a suas residências. De acordo com os especialistas em radiação, as emissões decorrentes do acidente não atingiram níveis que possam causar danos irreparáveis ao meio ambiente ou à saúde das pessoas (mesmo para os trabalhadores envolvidos nos processos de emergência).

FUKUSHIMA – Diferença Reatores BWR (Japão) X PWR (Brasil)

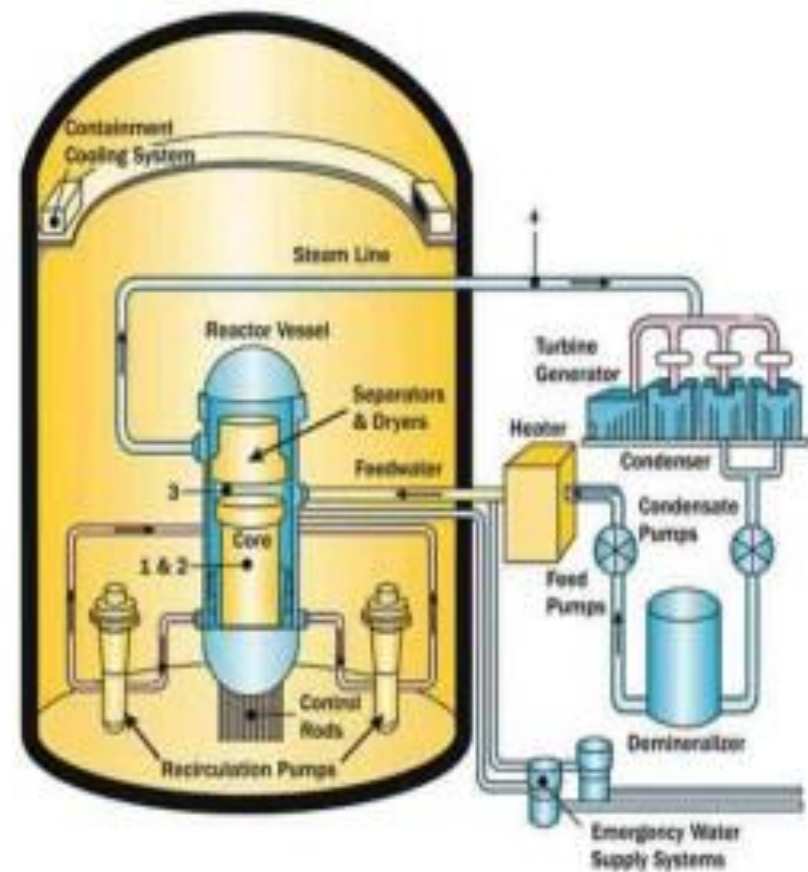
- ← Num acidente com perda total da alimentação elétrica, como o ocorrido em Fukushima, um reator PWR permitiria que os operadores tivessem mais tempo para o restabelecimento da energia do que um BWR. A usina PWR conta com circuitos independentes e geradores de vapor, equipamentos que contêm uma quantidade significativa de água e que permitem que o resfriamento do reator ocorra por circulação natural até o restabelecimento de energia, sem a necessidade de se utilizar bombas acionadas por eletricidade.
- ← Numa usina BWR, existe um circuito único, sem geradores de vapor. Um corte no fornecimento de energia interrompe imediatamente o resfriamento, como aconteceu na usina de Fukushima Daiichi. Portanto, nessas condições, a usina PWR apresenta algumas vantagens. No Japão, 50% das usinas são do tipo PWR e a outra metade é BWR. Vale ressaltar que, na região afetada, não havia usinas PWR em operação, apenas BWR.

► PWR – Angra-2

❖ BWR – Fukushima



Typical boiling-water reactor



FUKUSHIMA – Desdobramentos

- ← A primeira lição já aprendida pela catástrofe natural do Japão é que as usinas nucleares são as construções humanas mais bem adaptadas a resistir a eventos naturais de severidade milenar, como mostram as 8 usinas das Centrais de Onagawa, Fukushima Daini e Tokai, e de 2 das 6 usinas da Central de Fukushima Daiichi.
- ← Entretanto, os problemas nas 4 usinas de Fukushima Daiichi indicam ser necessária a aplicação de critérios de projeto mais rigorosos para os prédios auxiliares das usinas, similares àqueles aplicados ao prédio do reator.
- ← Essa foi uma recomendação feita pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) já em meados de 2010, ou seja, bem antes do acidente no Japão, para o licenciamento de Angra 3, e que foi prontamente acatada pela Eletronuclear.
- ← Outra lição aprendida é que os critérios de projeto para usinas nucleares localizadas em áreas de alto risco sísmico, especialmente aquelas em zonas costeiras sujeitas a tsunamis, devem ser reavaliados e, eventualmente, reforçados.

FUKUSHIMA – Desdobramentos

- ✦ Três dias depois do acidente de Fukushima Daiichi, a Eletronuclear criou um comitê gerencial para analisar as informações sobre a evolução dos acontecimentos nas usinas japonesas e elaborar um plano de ações para reavaliar a segurança das usinas da Central Nuclear Almirante Alvaro Alberto.
- ✦ Em novembro de 2011, o Plano de Resposta a Fukushima foi aprovado pela Diretoria Executiva da empresa. A sua elaboração tomou por base o Relatório Preliminar de Avaliação do Acidente ocorrido na central japonesa – encaminhado à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), em agosto de 2011 – e os resultados preliminares das avaliações desenvolvidas pela indústria nuclear em nível mundial. O programa de reavaliação foi submetido à CNEN imediatamente após sua aprovação pela Diretoria Executiva.

FUKUSHIMA – Desdobramentos

- ← O Plano de Resposta à Fukushima, implementado pela Eletronuclear para incorporação das lições aprendidas com o acidente ocorrido no Japão, abrange:
 - ← - reavaliação das ameaças e riscos associados à possibilidade de ocorrência de desastres naturais na área onde está instalada a Central;
 - ← - melhorias nas estruturas, sistemas e equipamentos que compõem a Central com o objetivo de aumentar as margens de segurança do projeto contra a possibilidade de ocorrência destes eventos;
 - ← - melhorar a infraestrutura da Central para o gerenciamento de situações de emergência.
- ← Os relatórios de reavaliação foram submetidos e analisados pela CNEN e pelo Forum Iberoamericano de Organismos Reguladores Nucleares e os resultados confrontados com os de usinas similares no exterior.
- ← Os relatórios foram considerados consistentes em suas reavaliações e os resultados concluíram que as usinas apresentam elevado nível de segurança para o enfrentamento da ameaça representada pela possibilidade de ocorrência de desastres naturais.
- ← Na reavaliação da ameaça e dos riscos de desastres naturais, foram considerados: terremotos, deslizamento de encostas, inundação por chuvas de grande intensidade, movimentos de mar e ocorrência de tornados.





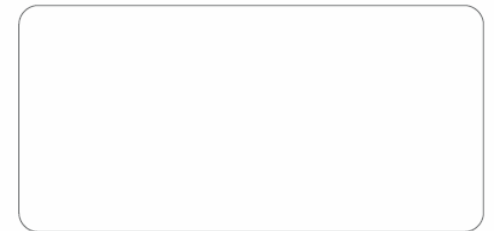
PANDORA'S PROMISE

A Aben apresenta no Brasil
o novo documentário do diretor indicado ao Oscar da
Academia de Cinema de Hollywood, Robert Stone

PANDORA'S PROMISE
No fundo da caixa ela encontrou a esperança

www.pandoraspromise.com

EXIBIÇÃO:



A *Impact Partners*, em associação com a *Vulcan Productions* e a *CNN Films*, apresenta *Pandora's Promise*, o novo e inovador documentário de Robert Stone, diretor indicado ao Oscar pela Academia de Cinema de Hollywood.

A bomba atômica e os acidentes, como o de Fukushima, tornaram a energia nuclear um sinônimo de desastre global. Porém, e se nós estivermos errados a respeito da energia nuclear? O filme nos pergunta se uma tecnologia que mais tememos não seria capaz de salvar o planeta de uma catástrofe climática, ao mesmo tempo em que proveria a energia necessária para alçar bilhões de pessoas do mundo em desenvolvimento para níveis acima da pobreza.

Nesse filme polêmico, Stone relata as intensas histórias pessoais de ambientalistas e especialistas em energia que se converteram radicalmente de ferozes antinucleares em pró-nucleares militantes, pondo em risco suas carreiras e reputações ao longo desse processo.

Destemido e independente, *Pandora's Promise* é uma obra histórica que irá influenciar de forma permanente o debate sobre os mitos científicos por trás dessa questão profundamente emocional e polarizadora.

Na mitologia grega, Pandora, a primeira mulher criada por Zeus, recebe dele como presente uma caixa contendo todos os males do mundo, na condição de que nunca seja aberta. Atiçada pela curiosidade, ela abre e libera todo o seu conteúdo, exceto um pequeno objeto que ficou preso ao fundo: o espírito da esperança. Como no mito, *Pandora's Promise*, o filme, reencontra essa esperança sob a forma de uma fonte de energia realmente capaz de salvar a humanidade de um desastre ambiental.

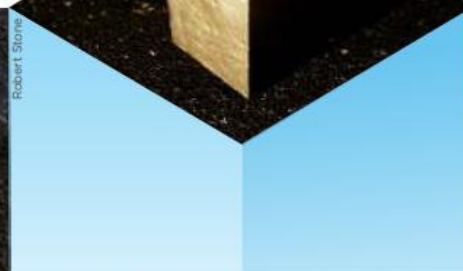
www.pandoraspromise.com



Um contador Geiger indica o nível de radiação na cidade do Rio de Janeiro, Brasil



Um contador Geiger indica o nível de radiação na cidade de Guarapari, Brasil



Pastilha de Urânio



Um contador Geiger indica o nível de radiação na usina nuclear de Chernobyl



Imagem da Terra vista do Espaço



Fios elétricos numa favela no Brasil



O diretor e um ambientalista na usina nuclear de Fukushima



UFA!!!! ACABOU!!!!
OBRIGADO!!!

gunter.angelkorte@gmail.com