

SENADO FEDERAL

AUDIÊNCIA PÚBLICA

Brasília, 20 de outubro de 2009

Energia Nuclear:

DESMISTIFICAÇÃO

&

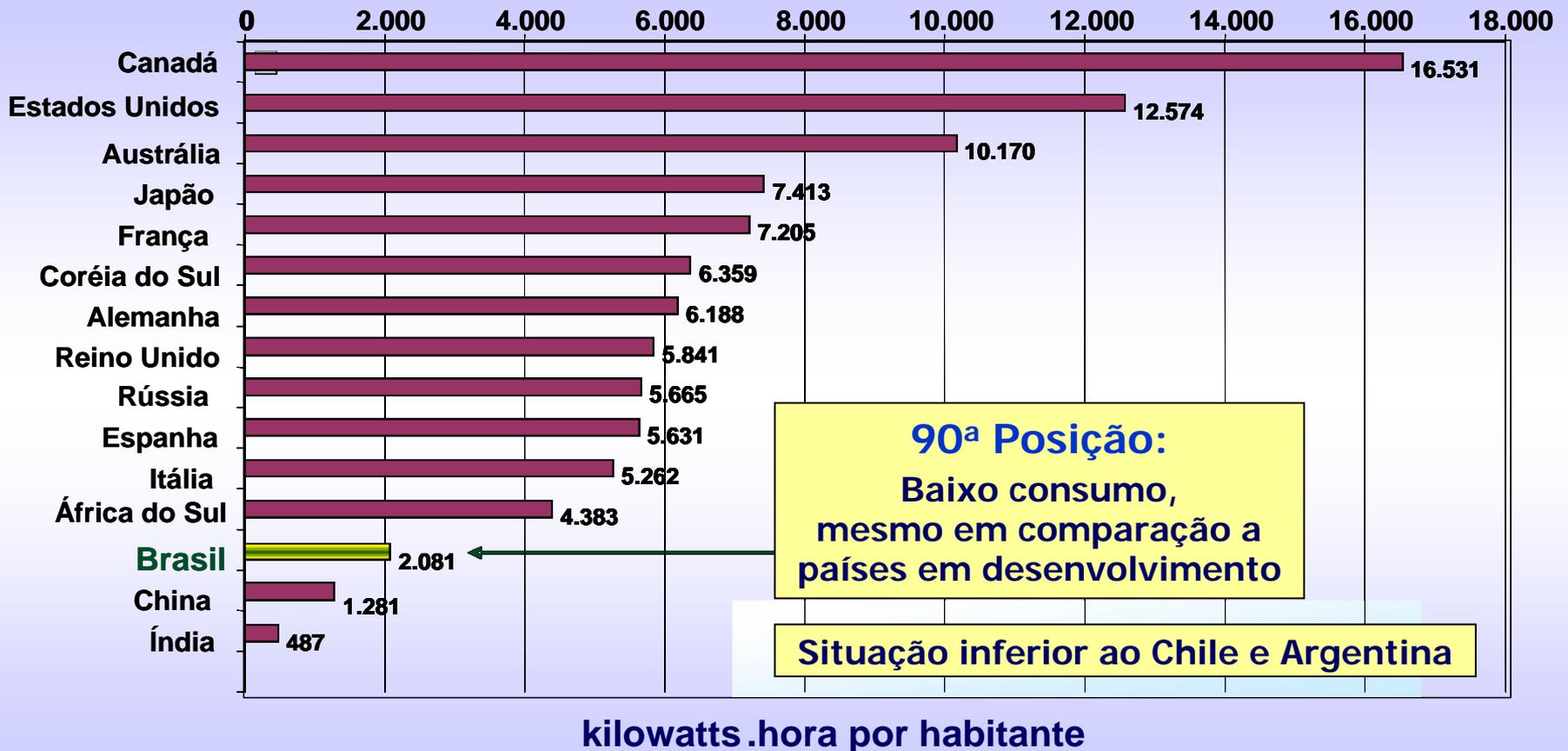
DESENVOLVIMENTO



ELETRONUCLEAR
Eletrobrás Termonuclear S.A.



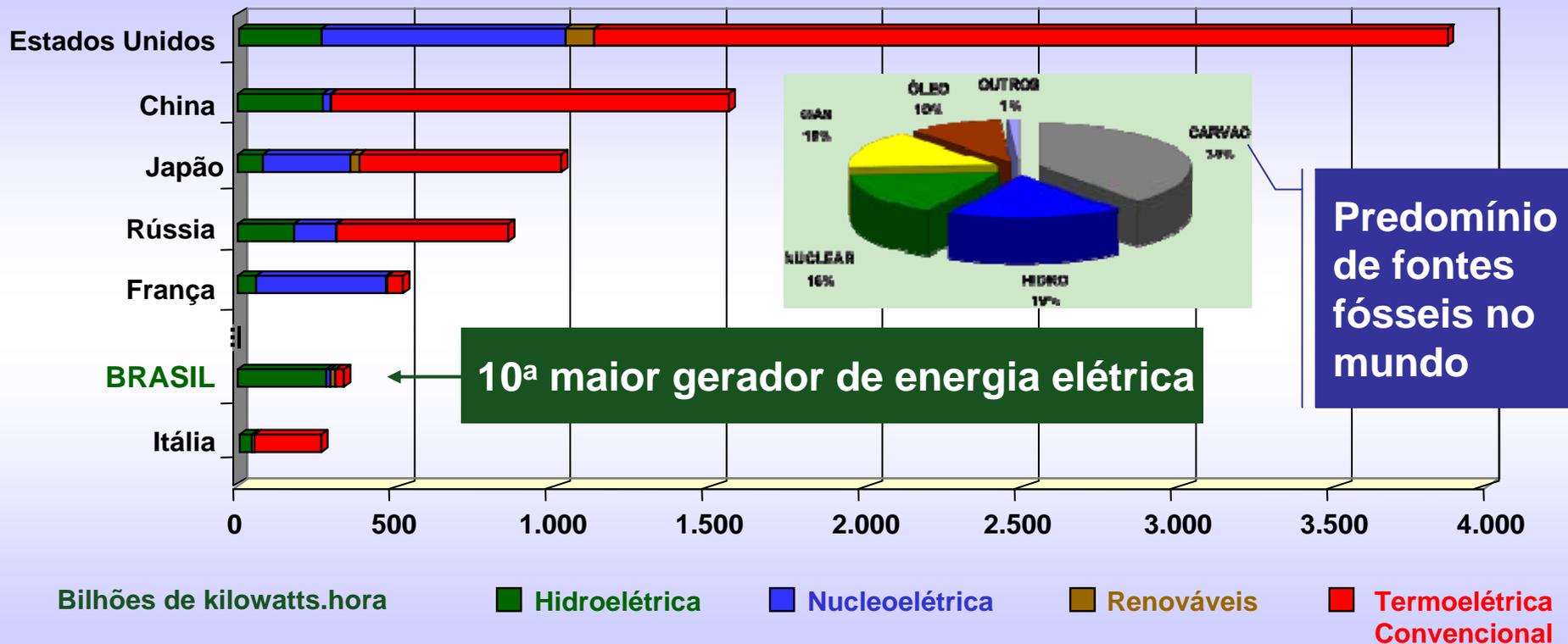
Consumo Per Capita de Energia Elétrica: 15 Maiores Geradores Mundiais



Fonte: International Energy / Annual 2006

Matriz de Geração Elétrica no Brasil

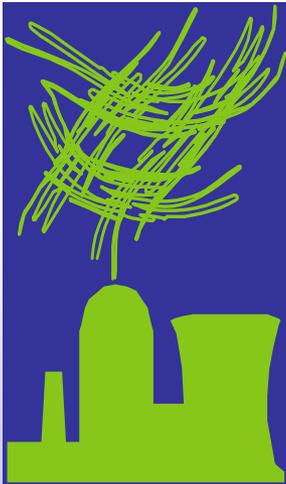
Preponderância hídrica e renovável
num mundo dominado pelos combustíveis fósseis



EMISSÕES DE CO2 EVITADAS NO BRASIL 2000 – 2005



GERAÇÃO HIDRELÉTRICA:
1.094.109 toneladas de CO2



ÁLCOOL COMBUSTÍVEL:
117.821 toneladas de CO2

GERAÇÃO NUCLEOELÉTRICA:
47.418 toneladas de CO2

40%



Impacto Direto da Geração Nuclear no Brasil sobre Emissões de Efeito Estufa,
Carlos Feu Alvim, Frida Eidelman, Olga Mafra, Omar Campos Ferreira e Rafael Macêdo
Economia & Energia Ano XI-No 63 Agosto - Setembro 2007 ISSN 1518-2932 - <http://ecen.com/>



Recursos Naturais de Urânio

ATUAIS: 309 mil toneladas de U3O8

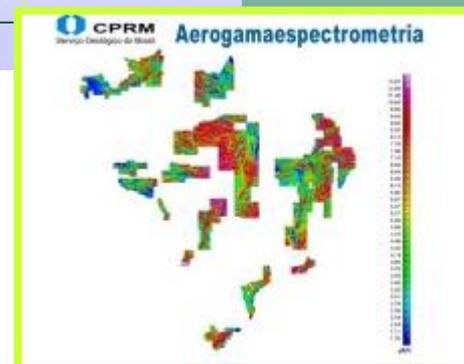
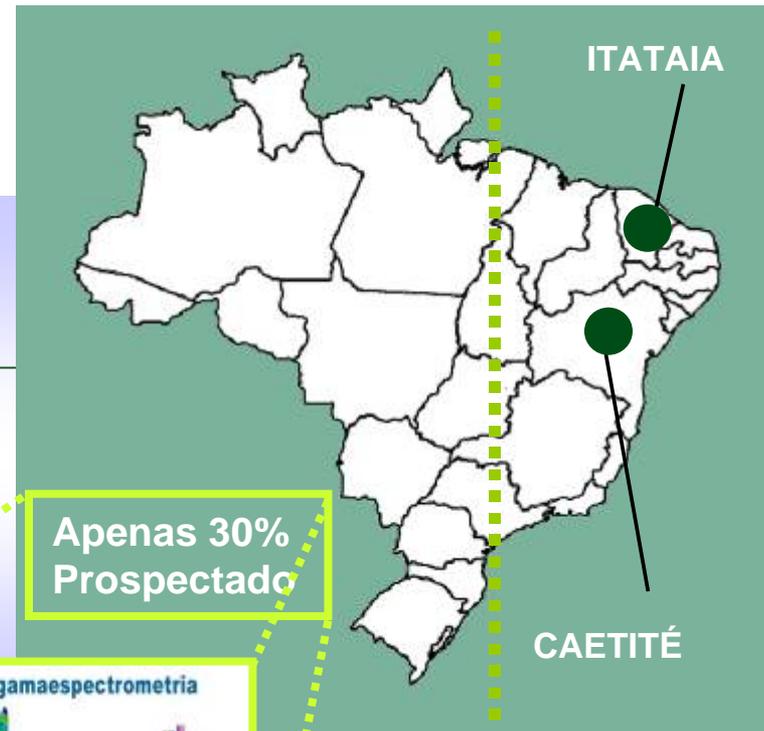
6ª Reserva Mundial

- Disponibilidade e estabilidade de preço para o combustível.
- Domínio tecnológico sobre a fabricação do combustível.

ESTIMADAS: + 800 mil toneladas

1ª ou 2ª Reserva Mundial

Fonte: BEN 2007



309.000 tons equivalem a 238 anos de operação do GASBOL (25 milhões m³ / dia)

COMBUSTÍVEL NUCLEAR



Volume de investimentos muito menor do que para usinas, porém de caráter estratégico

Matriz de Geração Elétrica no Brasil

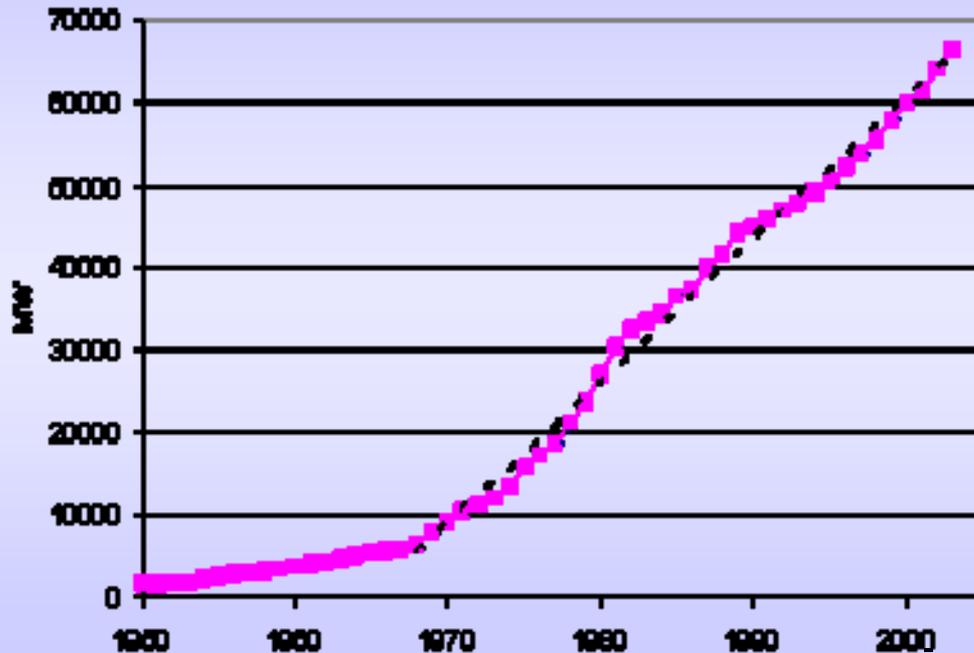
SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL



Potência Hídrica Instalada X Capacidade de Armazenamento

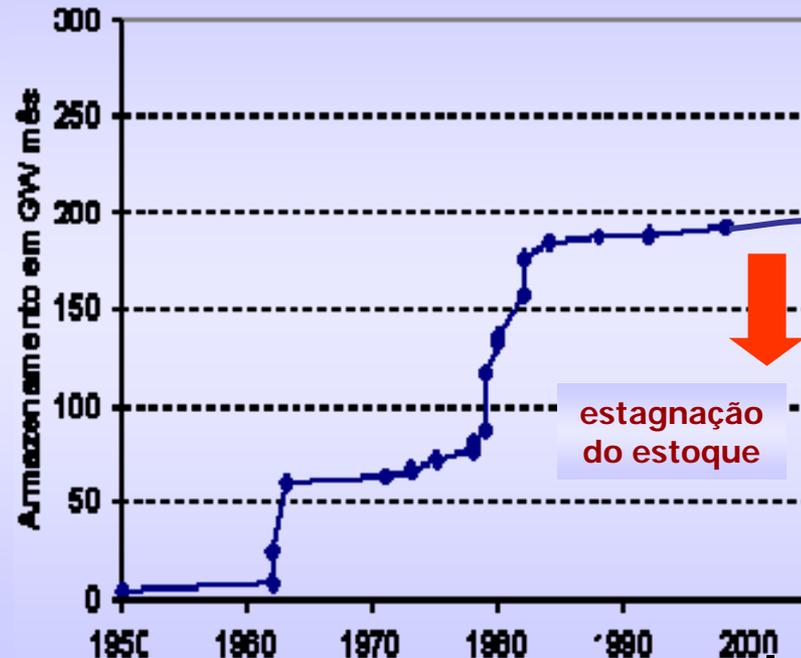
Potência Hídrica Instalada

(Valores em MW Instalado)



Capacidade de Armazenamento

(Usinas representando 75% do Armazenamento Total)

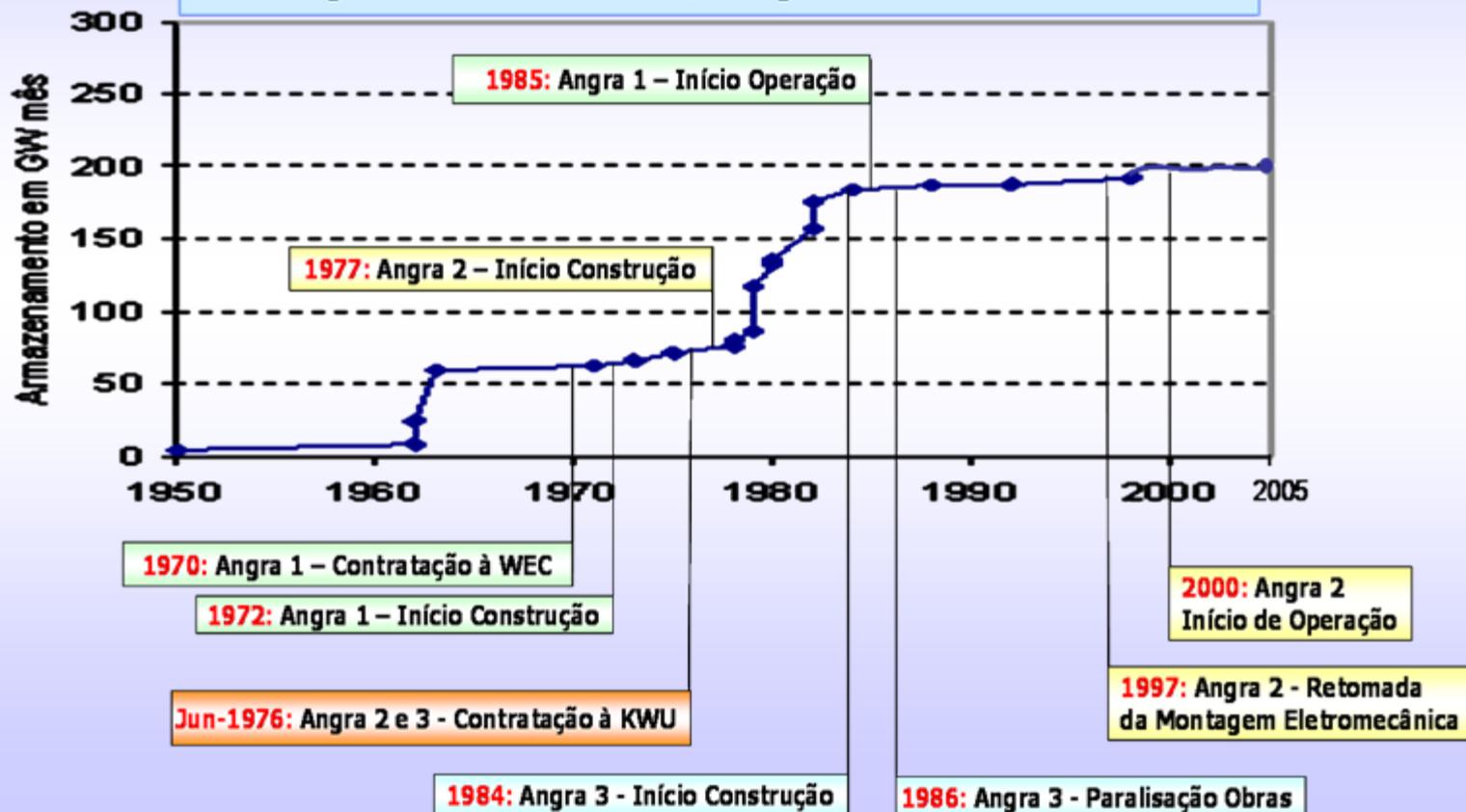


Fonte: lista da ONS dos principais reservatórios

Programa de Construção de Usinas Nucleares no Brasil

**Planejamento Original para Entrada em Operação das
2 Primeiras Usinas do Acordo Brasil / Alemanha**

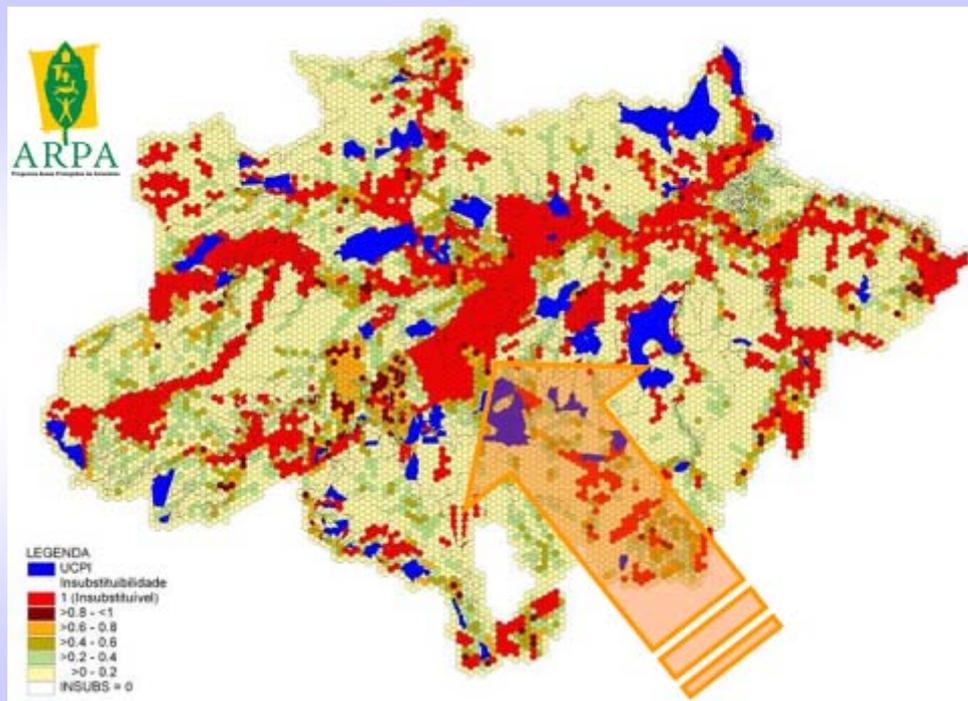
Angra 2: Maio de 1983 / Angra 3: Novembro de 1984



Potencial Hidrelétrico no Brasil

Evolução do aproveitamento

mapa de áreas relevantes para a biodiversidade



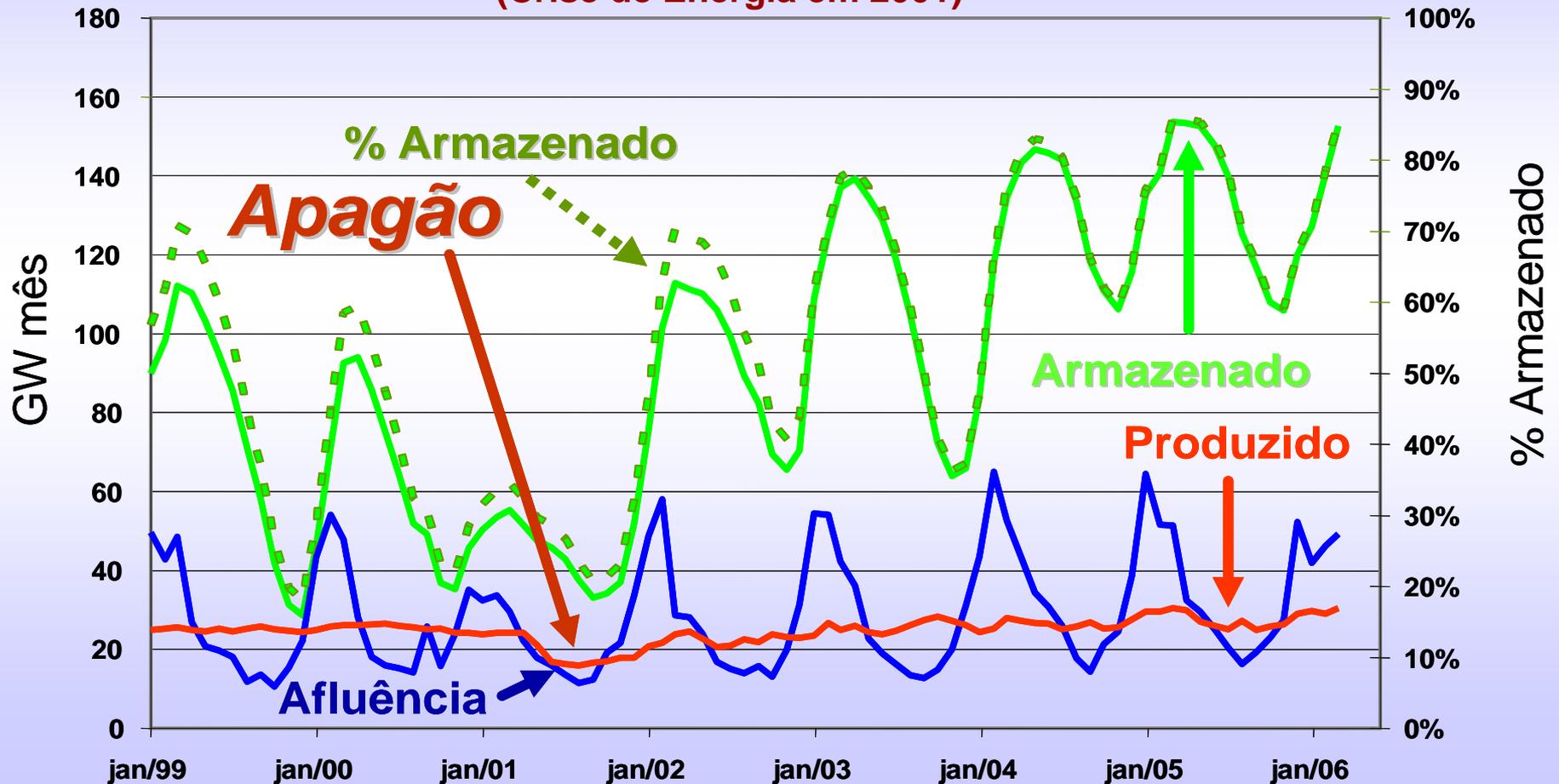
Usinas com pequenos reservatórios
(fio d'água)



Fonte: Projeto ARPA - MMA

Necessidade de Regulação Plurianual

Operação do Sistema - SE/CO (parte hidráulica)
(Crise de Energia em 2001)



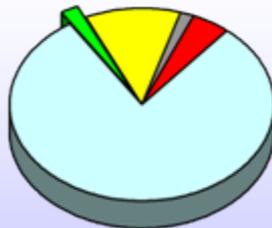
Matriz de Geração Elétrica no Brasil

Situação em 2006: NUCLEAR FOI A 2ª MAIOR FONTE GERADORA

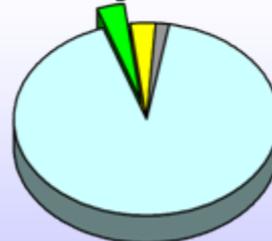
→
2º lugar

Tipo de Usina	Capacidade Instalada (Total Brasil: SIN+outros)		Geração Total (SIN)		Geração Térmica
	(MW)	(%)	(MWmed)	(%)	(%)
Hidráulica	73.558	79,8	43.635,3	91,9	-
Nuclear	2.007	2,2	1.571,7	3,3	41,1
Gás	10.758	11,7	1.476,1	3,1	38,6
Carvão	1.423	1,5	762,5	1,6	19,9
Óleo	4.460	4,8	12,9	0,0	0,3
Totais	92.206	100,0	47.458,5	100,0	100,0

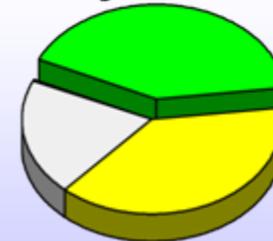
Capacidade Instalada



Geração Total



Geração Térmica



□ Hidráulica ■ Nuclear ■ Gás ■ Carvão ■ Óleo

Fonte: ONS/ANEEL

A “RENOVABILIDADE” DA MATRIZ REQUER COMPLEMENTAÇÃO TÉRMICA

Matriz de Geração Elétrica no Brasil

Situação em 2007: NUCLEAR FOI A 2ª MAIOR FONTE GERADORA

→
2º lugar

Tipo de Usina	Capacidade Instalada (Total Brasil - dez/2007)		Geração Total (SIN)		Geração Térmica
	(MW)	(%)	(MWmed)	(%)	(%)
Hidráulica ⁽¹⁾	79.667	76,00	46.339,7	93,18	-
Nuclear	2.007	1,91	1.411,6	2,84	41,62
Gás	10.798	10,30	1.180,1	2,37	34,79
Carvão	1.415	1,35	693,5	1,39	20,45
Óleo	4.464	4,26	35,8	0,07	1,06
Biomassa	3.713	3,54	70,6	0,14	2,08
Eólica	237	0,23	0,0	0,00	0,00
Importação	2.520	2,40	0,0	0,00	0,00
Totais	104.821	100,00	49.731,3	100,00	100,00

(1) Inclui a parcela de Itaipu-Paraguai

Capacidade Instalada



■ Hidráulica
■ Óleo

Geração Total



■ Nuclear
■ Gás
■ Eólica

Geração Térmica



■ Carvão
■ Importação

Fontes: EPE/ONS

A “RENOVABILIDADE” DA MATRIZ REQUER COMPLEMENTAÇÃO TÉRMICA

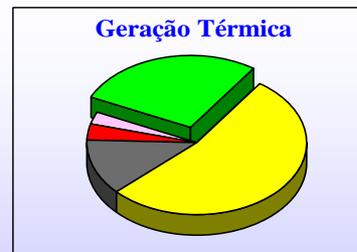
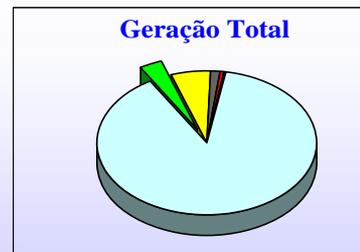
Matriz de Geração Elétrica no Brasil

Situação em 2008: NUCLEAR FOI A 3ª MAIOR FONTE GERADORA

Geração do Sistema Interligado Nacional (SIN)
Período: Janeiro/2008 a Dezembro/2008

Tipo de Usina	Geração Total		Geração Térmica
	(GWh)	(%)	(%)
Hidráulica (1)	397.701,682	88,70	-
Nuclear	14.003,775	3,12	27,64
Gás	27.098,076	6,04	53,49
Carvão	6.269,921	1,40	12,38
Óleo	1.899,507	0,42	3,75
Biomassa	1.390,573	0,31	2,74
Total térmicas	50.661,852	11,29	100,0
Total do SIN	448.363,534	100,0	-

→
3º lugar



Hidráulica
 Nuclear
 Gás
 Carvão
 Óleo
 Biomassa

(1) Inclui a parcela de Itaipu-Paraguai
Fonte: EPE/ONS

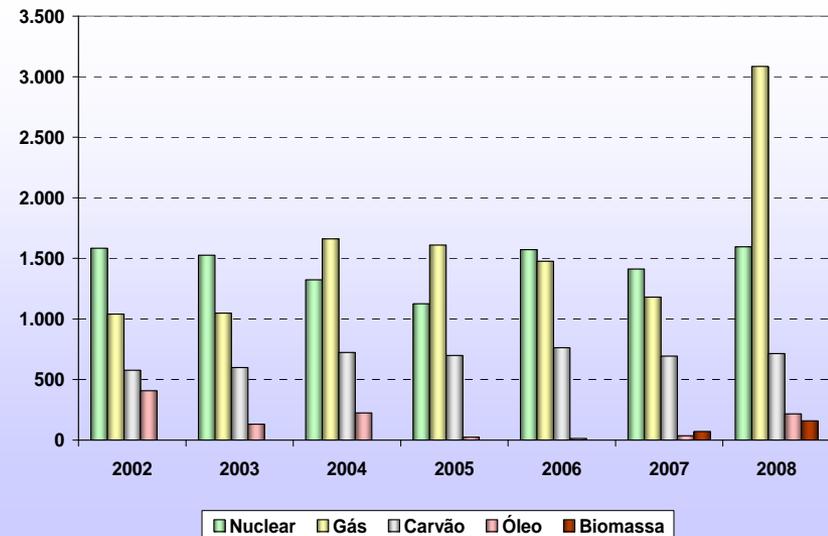
A “RENOVABILIDADE” DA MATRIZ REQUER COMPLEMENTAÇÃO TÉRMICA

SENADO FEDERAL AUDIÊNCIA PÚBLICA

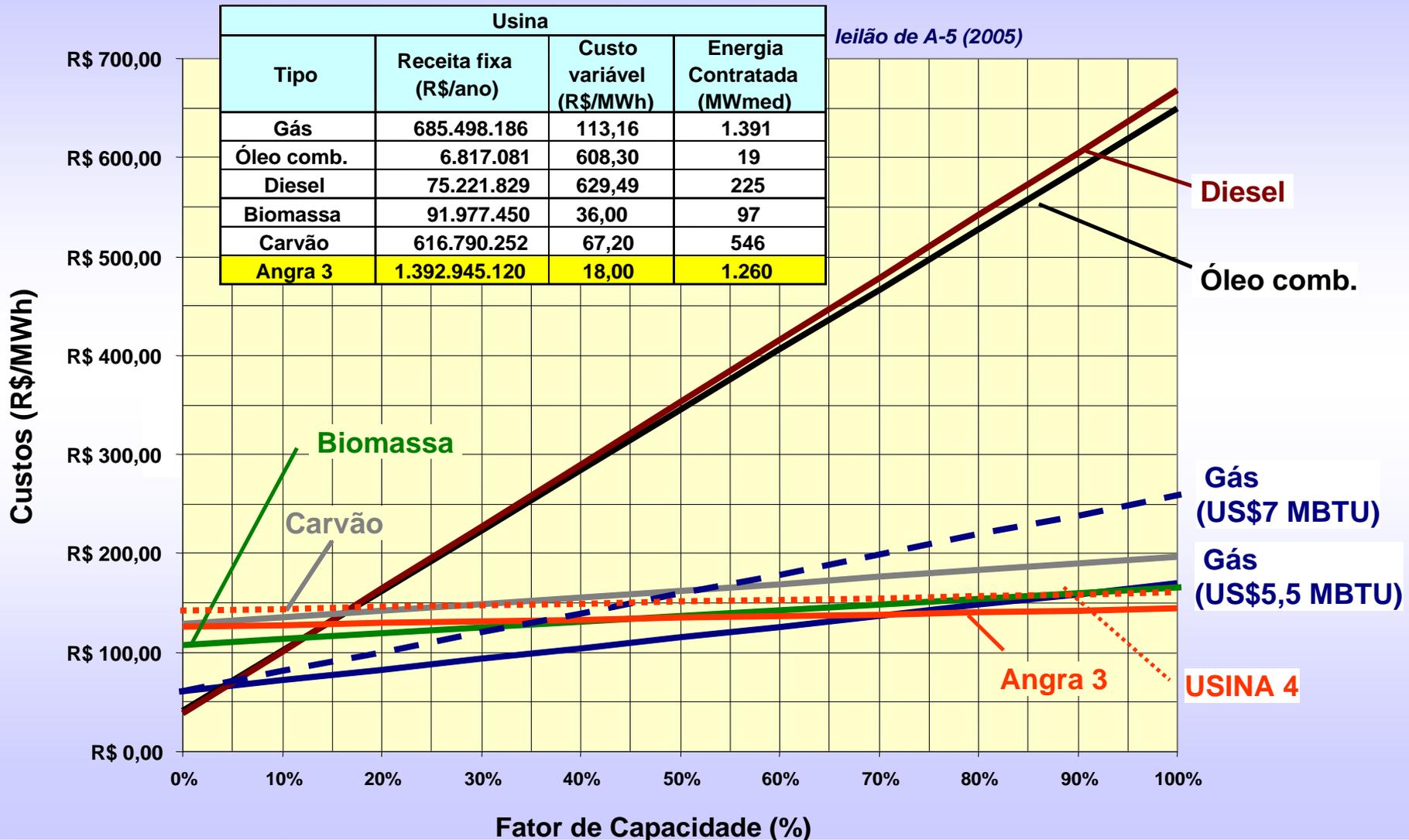
Brasília, 20 de outubro de 2009



Participação das Fontes Térmicas



CUSTOS DAS OPÇÕES TÉRMICAS NACIONAIS



Contribuição ao Sistema Elétrico

- **Aumento da confiabilidade do sistema** da região sudeste
- Angra 3 contribuirá para **reduzir o risco hídrico do Sistema Interligado**
- Angra 1, 2 e 3 atenderão ao equivalente a cerca de **70% da demanda do Estado do Rio de Janeiro** ou a **25% do Estado de São Paulo**.



Situação
Inicial

METAS ANGRA 3

1. **até NOV/09:** Preparação do canteiro de obras e execução da concretagem de regularização do terreno para as fundações
2. **DEZ/09:** início da concretagem da laje de fundação do Edifício do Reator (*“marco zero” da construção*)
3. **MAI/15:** início da operação



Situação
06-Ago-2009



SENADO FEDERAL AUDIÊNCIA PÚBLICA

Brasília, 20 de outubro de 2009



08/09/2009

Angra 3 - Situação Atual





SENADO FEDERAL AUDIÊNCIA PÚBLICA

Brasília, 20 de outubro de 2009



Orçamento para Conclusão: R\$ 8,6 Bilhões
Estudo FUSP Atualizado para Dez-2008

RUBRICA	R\$ x 10 ⁶
Licenciamento Nuclear e Ambiental	208,1
Engenharia	959,7
Suprimentos	3.196,3
Construção Civil	1.248,0
Montagem Eletromecânica e Comissionamento	1.432,9
Outras Despesas	852,9
Primeira Carga de Combustível	657,3
T O T A L	8.555,2

Base: Dez-2008

EUR 1 = USD 1,35 / USD 1 = R\$ 2,30 / EUR 1 = R\$ 3,105

Estudos Anteriores
Solicitado pelo CNPE e/ou MME

- ELETRONUCLEAR: 1998
- EDF - França: Mar-1999
- IBER - Espanha: Jun-1999
- EPRI - EUA: Jun-2001

ESTUDO FUSP

Base: Dez-2001

Atualizado p/ Dez-2008

CNPE + MME em 2007

- Atualização Monetária confirmada pela FGV
- Orçamento confirmado pela COLENCO – Suíça

70%

dos gastos a
realizar no Brasil

Viabilidade Econômico-Financeira

Tarifa de Equilíbrio: Grupo de Trabalho Eletrobrás/ Casa Civil / MME / Eletronuclear



Custo de Implantação
+
Custos Efetivos já Realizados
+
Custos de O&M
+
Custo de Combustível
+
Gerenciamento de Rejeitos
+
Custo de Descomissionamento



Balizamento para a Tarifa

R\$ 148,00 / MWh (TIR = 10%)
sem considerar iniciativas que
poderiam reduzir a tarifa

ENERGIA RESERVA
leilão de 14/08/09
R\$ 155 por MWh

Compatível com o Mercado de Energia Térmica

Prazo de Construção

Obras Civas + Montagem + Comissionamento
5 anos (até início dos testes de potência) + 6 meses (testes)



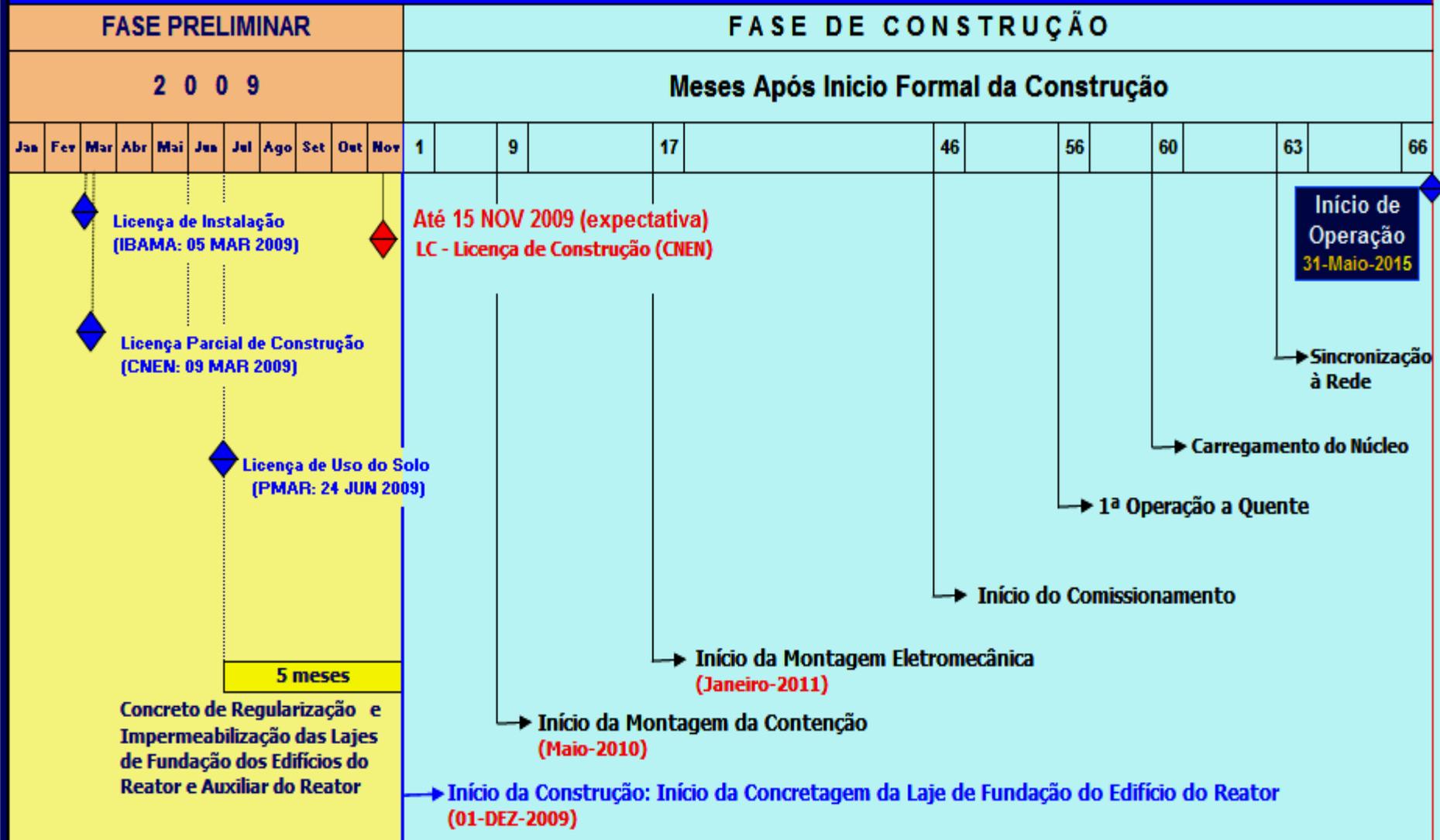
Cronograma compatível com a experiência internacional e respaldado pelos prazos de montagem e comissionamento de Angra 2

- **Concretagem da Laje do Prédio do Reator: 01-Dez-2009**
- **Fim de Construção / Início de Operação: 31-Maio-2015**

SENADO FEDERAL AUDIÊNCIA PÚBLICA

Brasília, 20 de outubro de 2009

ANGRA 3: Cronograma de Construção Simplificado



Benefícios à Indústria Nacional

Fortalecimento da indústria nacional, através da colocação de cerca de R\$ 1,4 bilhão em encomendas com elevado valor tecnológico agregado.



**Diversos contratos já assinados com
a indústria nacional**

**CONFAB / BARDELLA / COBRASMA
NUCLEP / INEPAR / SIEMENS BR / KSB / EBSE**

Geração de Empregos

- Até 9.000 empregos diretos e 15.000 indiretos durante a construção.
- Cerca de 500 empregos diretos na fase de operação.





Angra 3

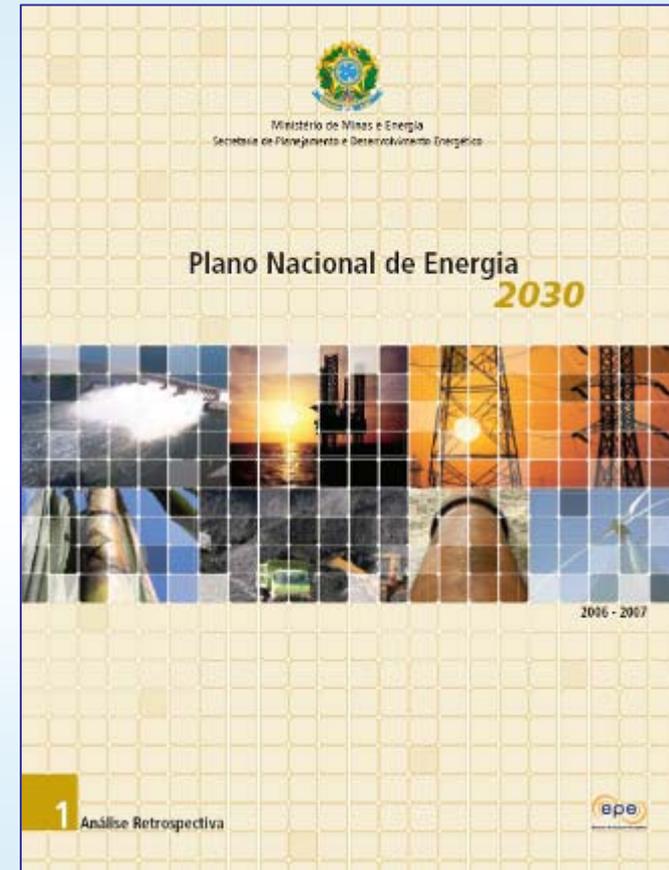
Angra 2

Angra 1

PREMISSAS PARA EXPANSÃO DA OFERTA NA REDE (GW instalados):

	Hidráulica	Gás Natural	Eólica e Outros	Nuclear	Biomassa e Resíduos	Carvão	Petróleo	TOTAL
SIN (jan/2006)	75,6	8,1	1,6	2,0	0,1	1,4	2,9	91,6
Cenário 1	167,8	20,6	9,1	7,3	6,5	5,9	3,3	220,5
Cenário 2	168,8	18,1	8,0	7,3	6,5	6,5	3,3	218,5
Cenário 3	168,2	24,1	9,1	9,3	6,5	6,5	3,3	227,0
Cenário 4	168,7	21,6	9,1	11,3	6,5	6,5	3,3	227,0
Cenário 5	243,3	28,1	9,1	9,3	6,5	6,5	3,3	306,1

Taxa de crescimento das renováveis é maior do que a taxa de crescimento das não-renováveis



PREMISSAS PARA EXPANSÃO DA OFERTA NUCLEAR

	2007-2015	2016-2020	2021-2025	2026-2030	2016-2030
REFERÊNCIA cenário 1 cenário 2	1.360 MW Angra 3	1.000 MW NE 1	1.000 MW NE 2	2.000 MW SE 1+SE 2	4.000 MW
INTERMEDIÁRIO cenário 3 cenário 5	1.360 MW Angra 3	1.000 MW NE 1	2.000 MW NE 1+NE 2	3.000 MW SE 1+SE 2+NE 3	6.000 MW
ALTO cenário 4	1.360 MW Angra 3	2.000 MW NE 1+NE 2	3.000 MW SE 1+SE 2+NE 3	3.000 MW SE 3+SE 4+NE 4	8.000 MW

EXPANSÃO DA OFERTA NUCLEAR: Comparação entre os BRICs

**Sistemas de
base térmica**

	Cenário Alto MW Adicional	Cenário Baixo MW Adicional
BRASIL	9.360	5.360
RÚSSIA	33.760	26.760
ÍNDIA	32.160	16.260
CHINA	43.830	24.830

EXPANSÃO DA OFERTA NUCLEAR

CENTRAIS 6 x 1.000 MW
(IMPLANTADAS 2 a 2)

VANTAGENS

- Local
 - licenciamento
 - Aceitação pública
- Ganhos de escala
 - Infra-estrutura
 - construção
 - operação
 - manutenção
 - gestão de rejeitos

TENDÊNCIA MUNDIAL

Ulchin 5.900 MW CORÉIA



Gravelines 5,706 MW FRANÇA



Zaporizhzhya 6.000 MW UCRÂNIA





PLANO
NACIONAL DE
ENERGIA
2030

EXPANSÃO DA OFERTA NUCLEAR

CENTRAIS 6 x 1.000 MW
(IMPLANTADAS 2 a 2)

NOVAS USINAS METAS

- Seleção de locais para
2 novas CENTRAIS NUCLEARES
 - **NORDESTE**
 - **SUDESTE**
- Locais selecionados para
até 6 USINAS POR CENTRAL
 - Cada central equivalendo a
1/2 ITAIPU



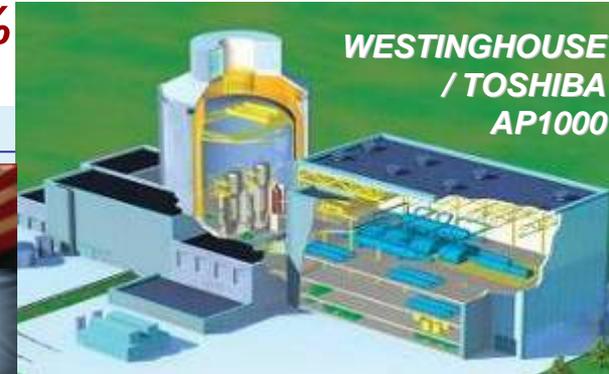
EXPANSÃO DA OFERTA NUCLEAR

META DE NACIONALIZAÇÃO: 70%

(Angra 3: 54% - Angra 2: 50,4%)

METAS NOVAS USINAS

1. **OUT/08:** Início da seleção de local para a *Central Nuclear do Nordeste* **EM ANDAMENTO**
2. **2010:** Início da seleção de local para a *Central Nuclear do Sudeste*
3. **2019:** Início da operação da *primeira* usina *Central Nuclear do Nordeste*
4. **2021:** Início da operação da *segunda* usina *Central Nuclear do Nordeste*
5. **2023:** Início da operação da *primeira* usina *Central Nuclear do Sudeste*
6. **2025:** Início da operação da *segunda* usina *Central Nuclear do Sudeste*

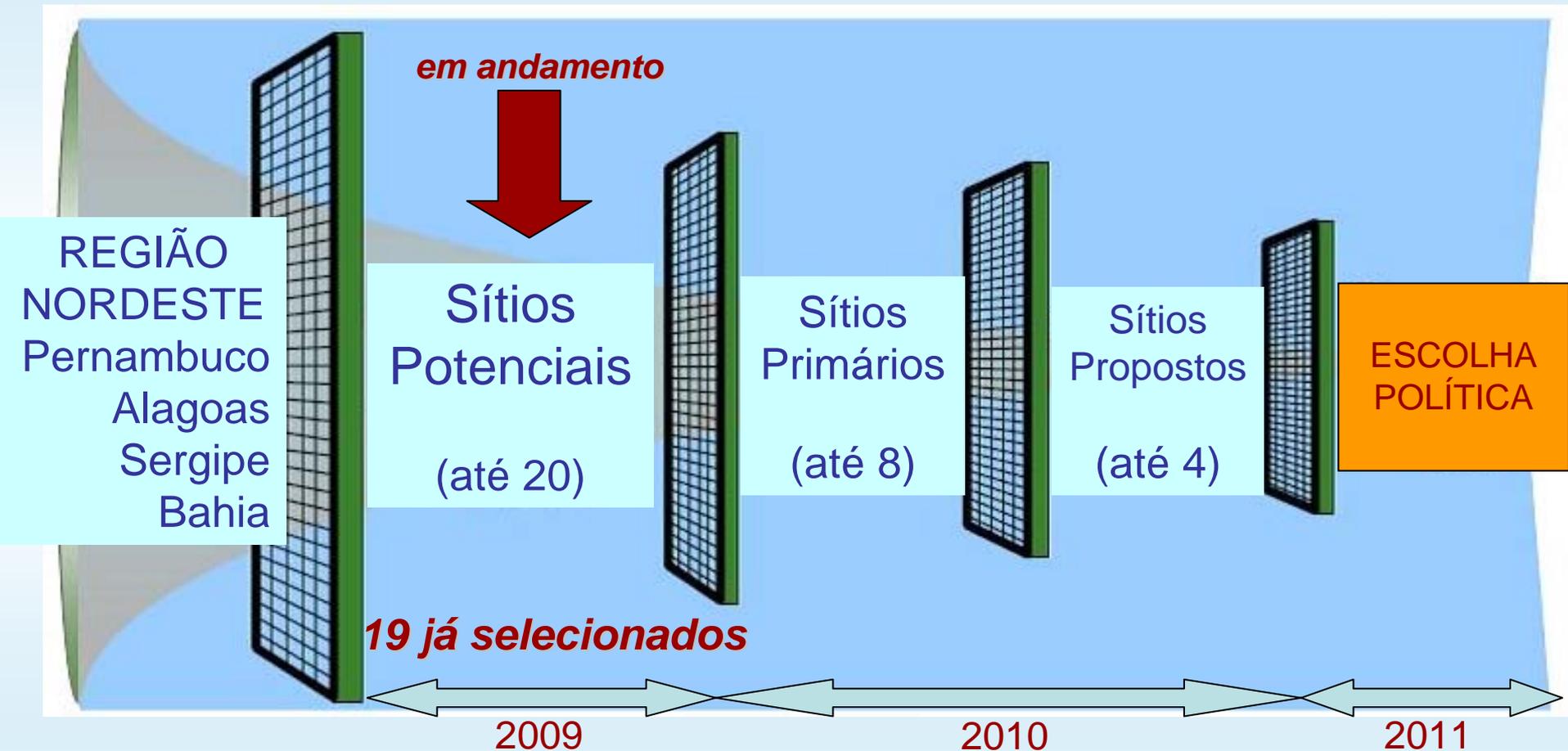




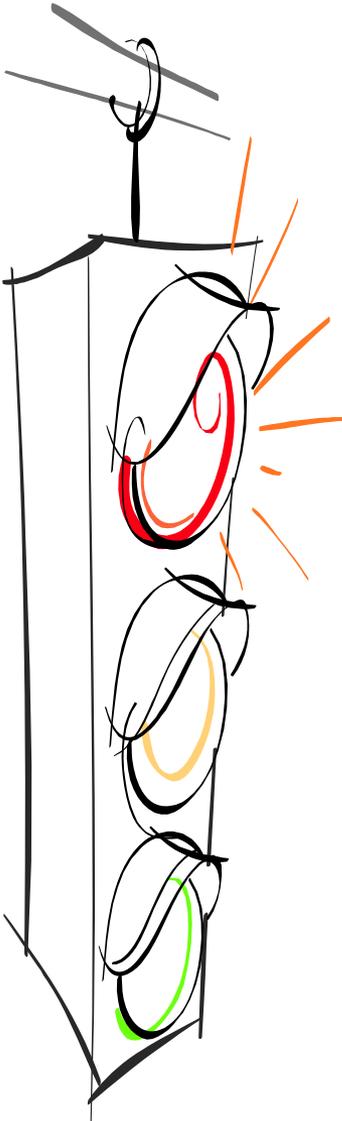


PROCEDIMENTO DE SELEÇÃO

Developed from EPRI Siting Guide: Site Selection and Evaluation
Criteria for an Early Site Permit Application (Siting Guide), March 2002

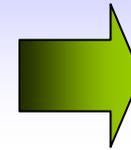


Armazenam todos os seus rejeitos de forma segura,
isolados do público e ambiente



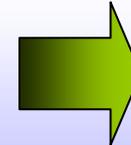
Alta Atividade

- Elementos Combustíveis usados



Depósito Inicial,

piscinas no interior das usinas e externa com capacidade para toda vida da Central

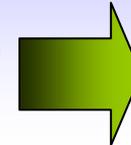


Depósito Intermediário

(Longa Duração), em concepção

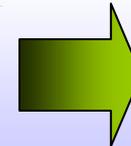
Média Atividade

- Resinas de purificação de fluidos de processo



Depósito Inicial,

em fase de ampliação e melhorias, junto às unidades capacidade de armazenagem por toda a vida da Central



Depósito Final,

em estudo de local



Guarda de Rejeitos da CNAAA: Média e Baixa Atividades

em JUN/2007:

Angra 1 - 2150,2 m³

Angra 2 - 29,4 m³

Angra 1
Depósitos iniciais de rejeitos



Tambores



Liners



Caixas Metálicas

Angra 2
Angra 3



Armazenados no interior das próprias usinas
nos primeiros anos de operação

Capacidade
garantida até
2020



Guarda do Combustível Usado: Alta Atividade

Armazenamento inicial em tanques no interior das próprias usinas



Angra 1 – 614 elementos desde 1982



Angra 1

Angra 2 – 272 elementos desde 2000



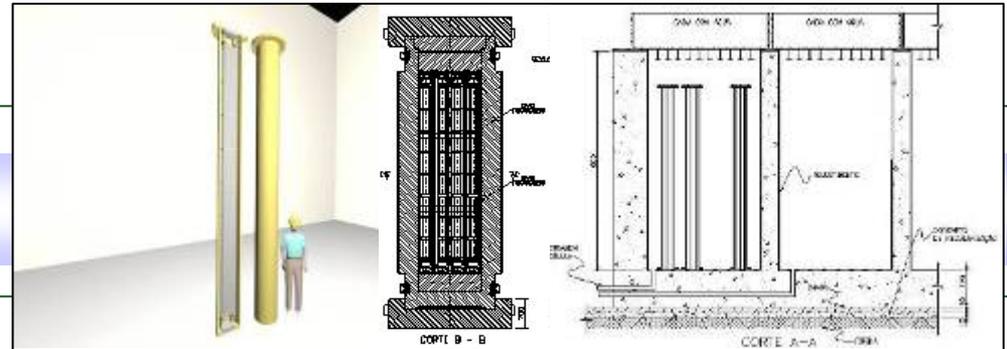
Angra 2 e Angra 3

Guarda do Combustível Usado:

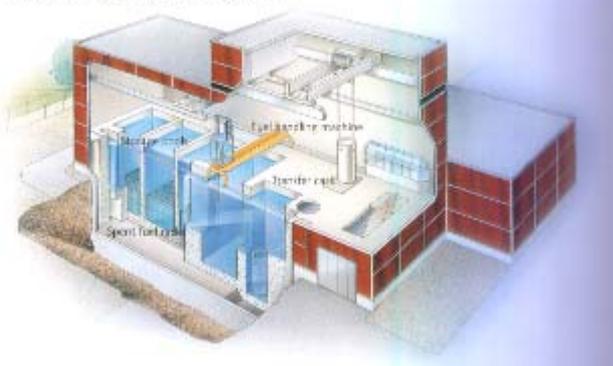
Solução nacional



Armazenamento intermediário
e de longa duração (500 anos)



Interim Storage Facility for Spent Fuel

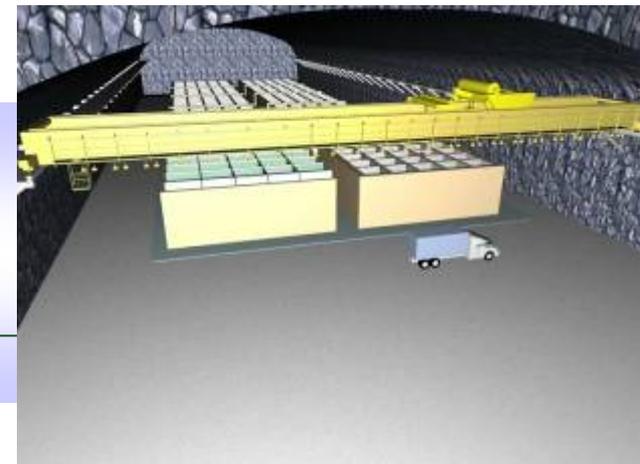


Piscina
externa (2020)



Depósito de
longa duração

(2050)



SENADO FEDERAL

AUDIÊNCIA PÚBLICA

Brasília, 20 de outubro de 2009

MUITO OBRIGADO

www.eletronuclear.gov.br

othon@eletronuclear.gov.br



ELETRONUCLEAR
Eletrobrás Termonuclear S.A.

