

# LAS/ANS SYMPOSIUM 2008

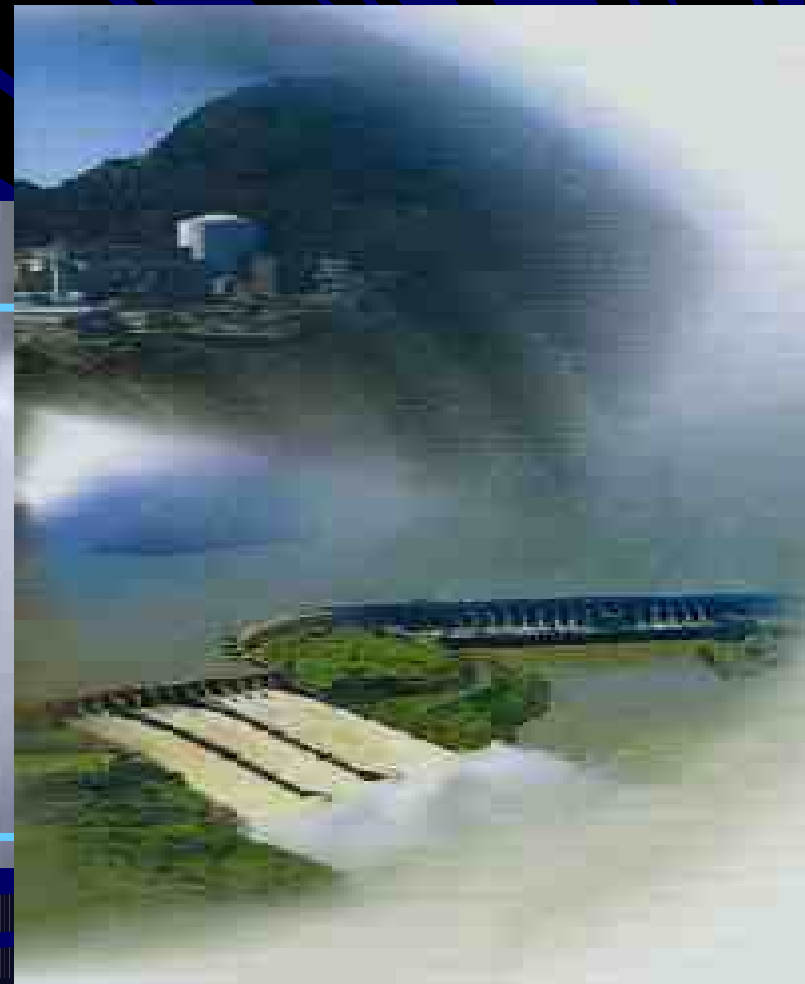
## REACTIVATION OF NUCLEAR POWER PLANT CONSTRUCTION IN LATIN AMERICA

Rio de Janeiro, 16 de junho de 2008

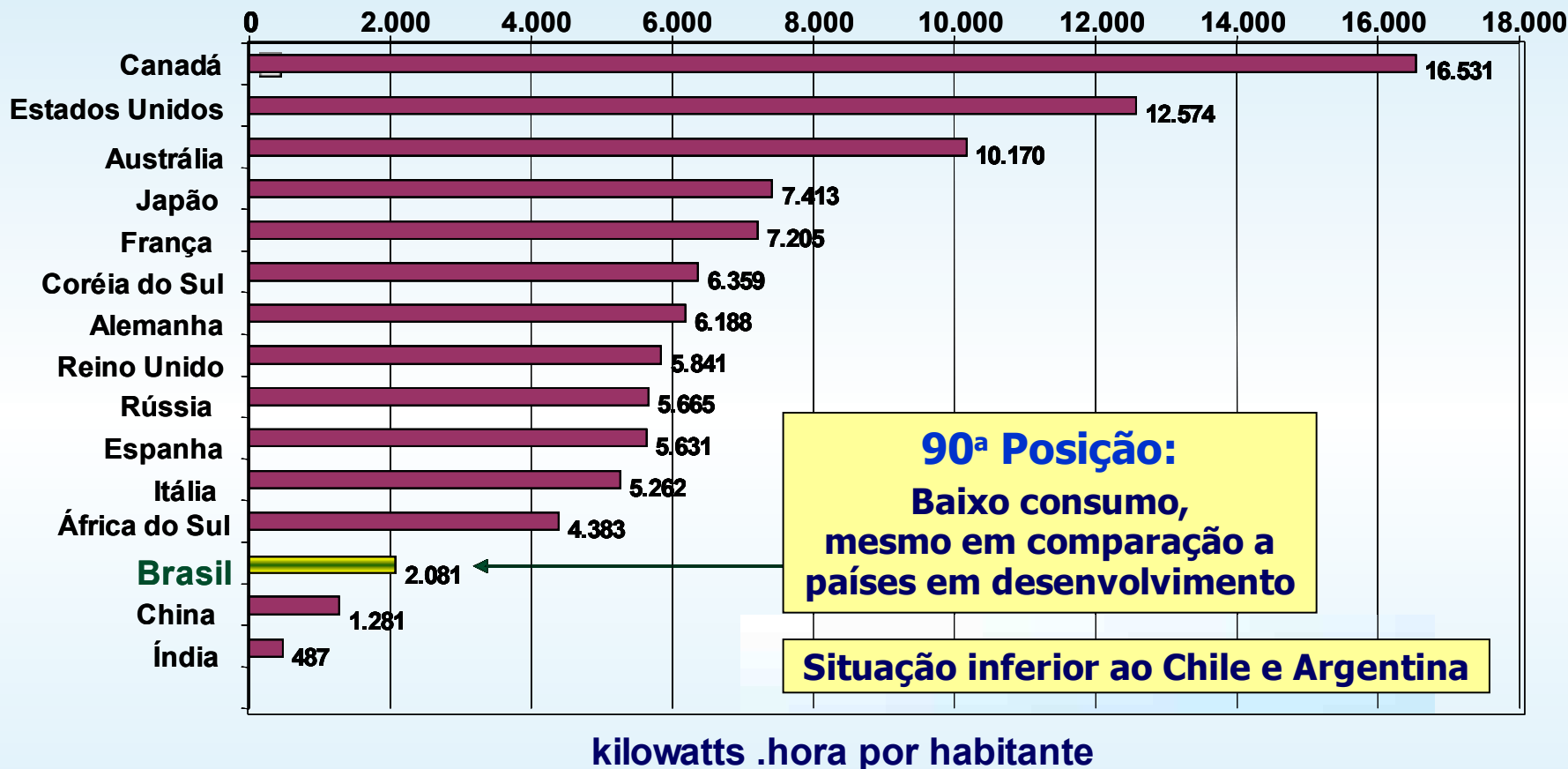


**ELETROBRÁS**  
Eletrobrás Termonuclear S.A.

## A Energia Elétrica no Brasil e o Papel da Geração Termonuclear



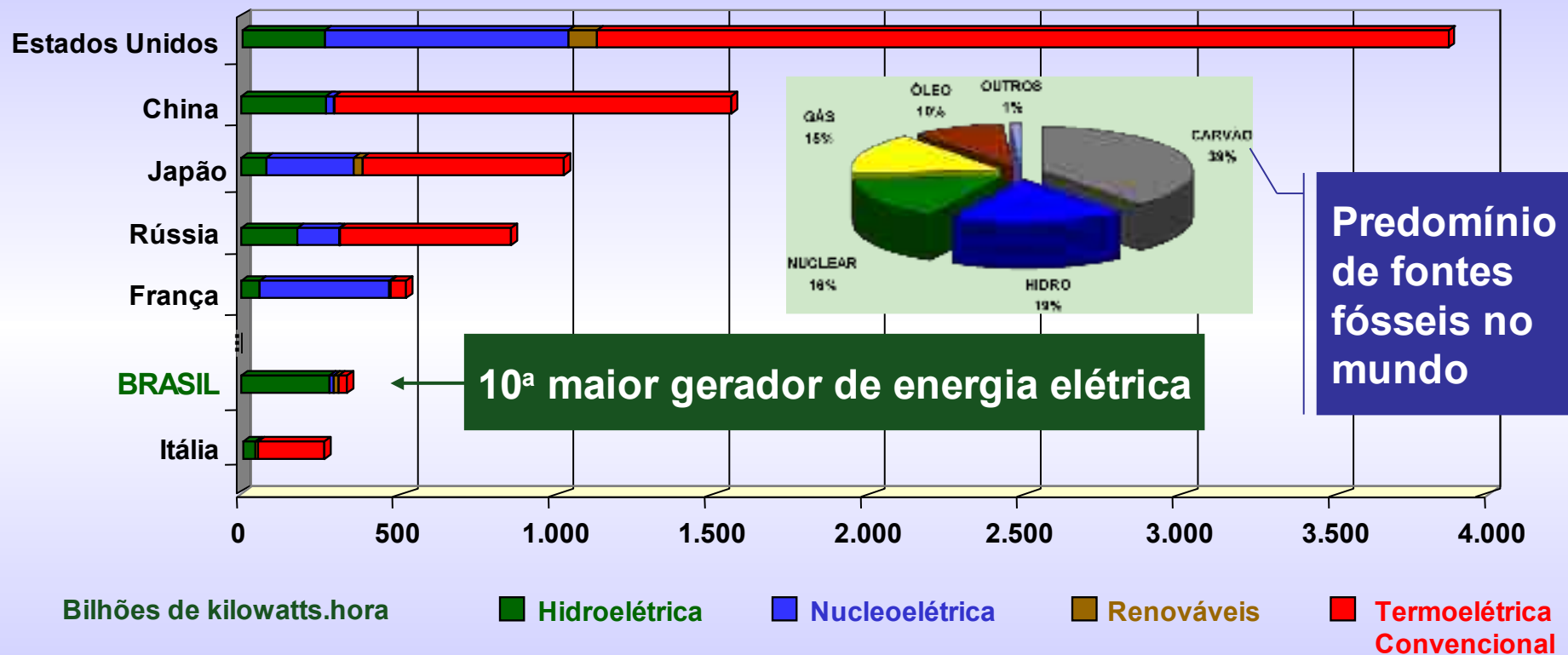
# Consumo Per Capita de Energia Elétrica: 15 Maiores Geradores Mundiais



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/>

# Matriz de Geração Elétrica no Brasil

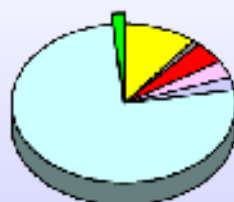
Situação em 2007: NUCLEAR FOI A 2ª MAIOR FONTE GERADORA

→  
**2º lugar**

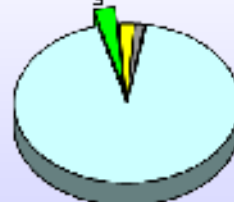
Tipo de Usina	Capacidade Instalada (Total Brasil - dez/2007)		Geração Total (SIN)		Geração Térmica
	(MW)	(%)	(MWmed)	(%)	(%)
Hidráulica <sup>(1)</sup>	79.667	76,00	46.339,7	93,18	-
Nuclear	2.007	1,91	1.411,6	2,84	41,62
Gás	10.798	10,30	1.180,1	2,37	34,79
Carvão	1.415	1,35	693,5	1,39	20,45
Óleo	4.464	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
<b>Totais</b>	<b>104.821</b>	<b>100,00</b>	<b>49.731,3</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

(1) Inclui a parcela de Itaipu-Paraguará

Capacidade Instalada



Geração Total



Geração Térmica



■ Hidráulica  
 ■ Óleo

■ Nuclear  
 ■ Biomassa

■ Gás  
 ■ Eólica

■ Carvão  
 ■ Importação

Fonte: RPE/ONS

**A “RENOVABILIDADE” DA MATRIZ REQUER COMPLEMENTAÇÃO TÉRMICA**

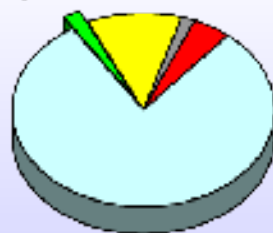
# Matriz de Geração Elétrica no Brasil

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	-
<b>Nuclear</b>	<b>2.007</b>	<b>2,2</b>	<b>1.571,7</b>	<b>3,3</b>	<b>41,1</b>
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

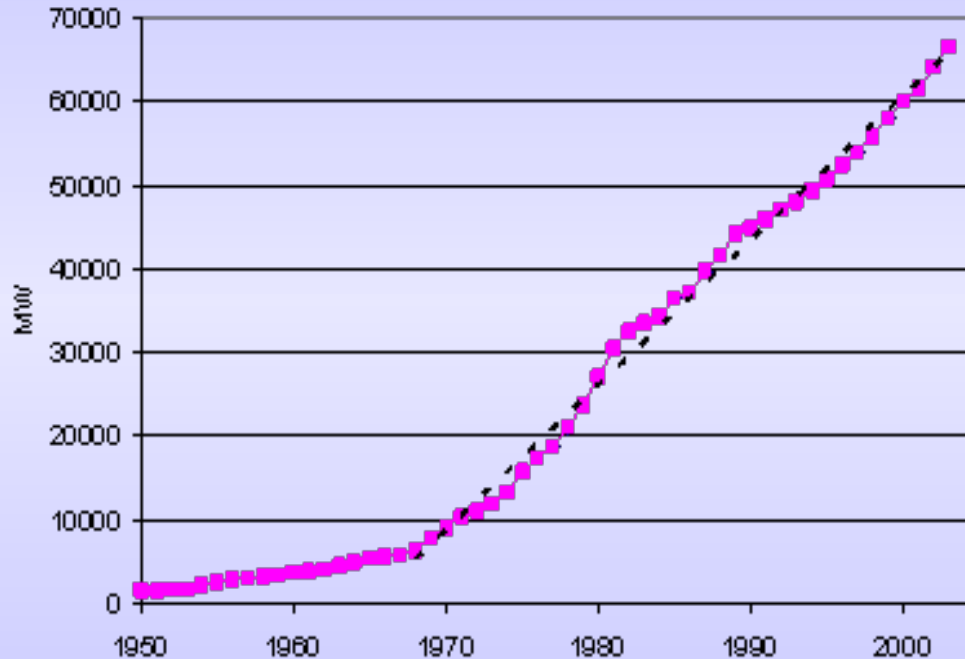
## SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL



# Potência Hídrica Instalada X Capacidade de Armazenamento

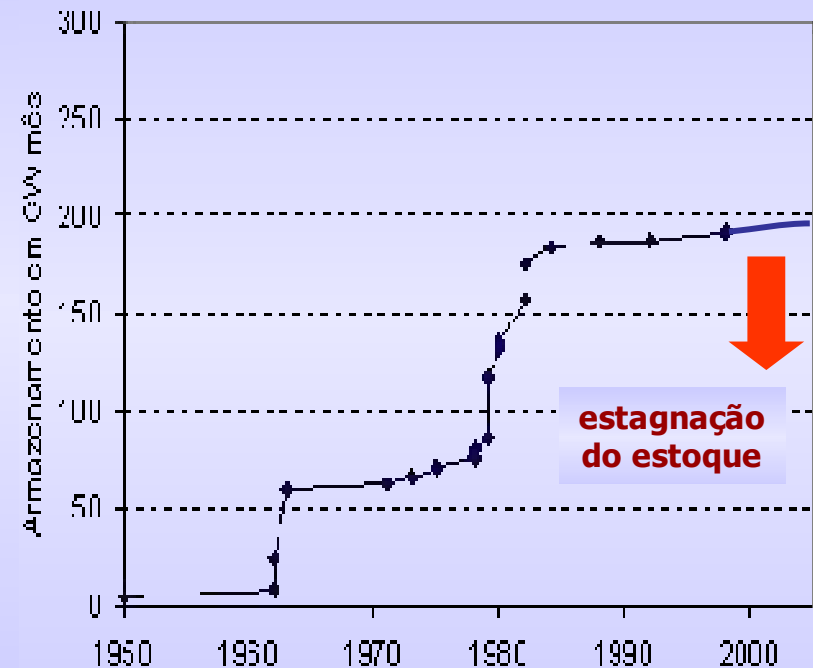
## Potência Hídrica Instalada

(Valores em MW Instalado)



## Capacidade de Armazenamento

(Usinas representando 75% do Armazenamento Total)

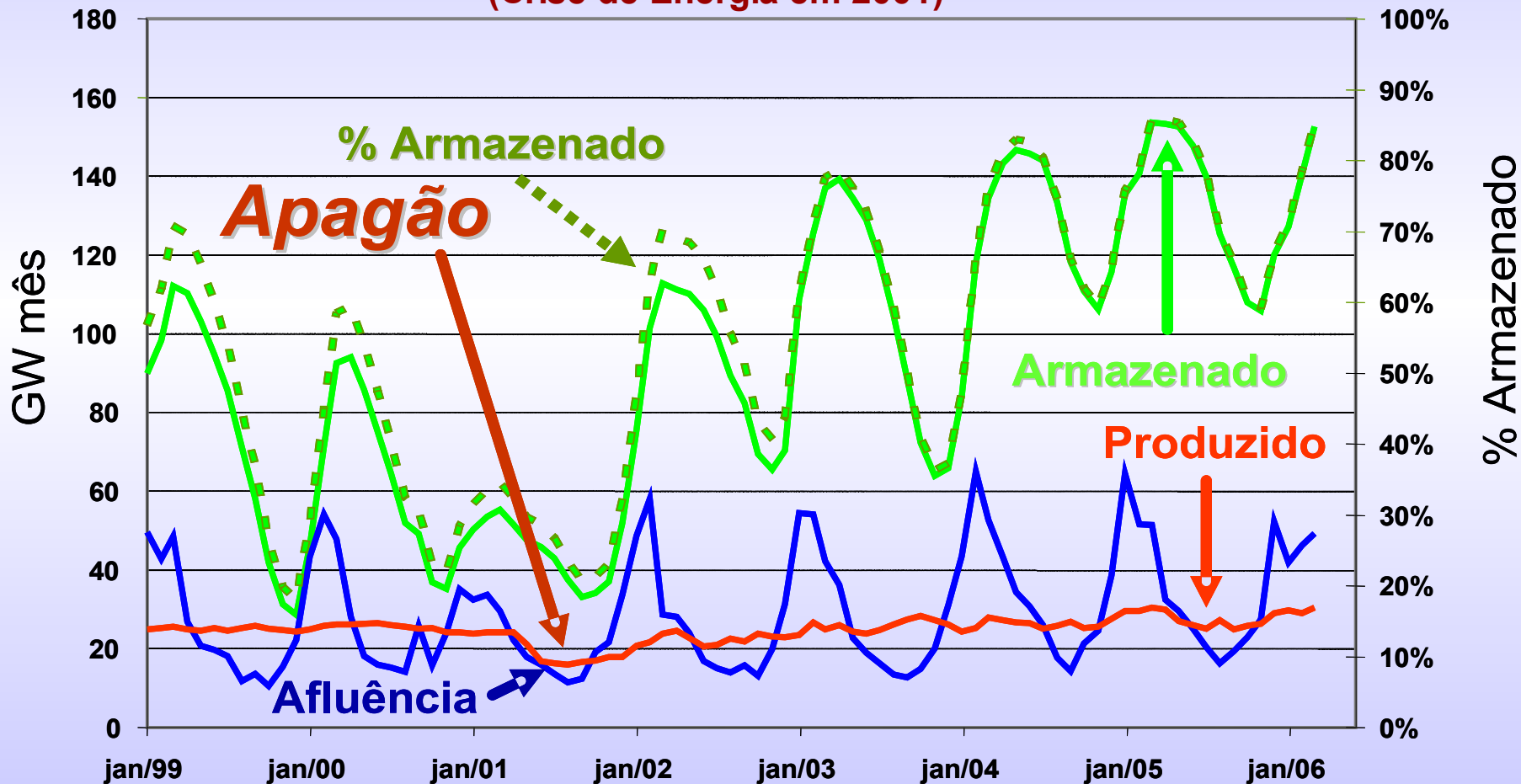


Fonte: lista da ONS dos principais reservatórios

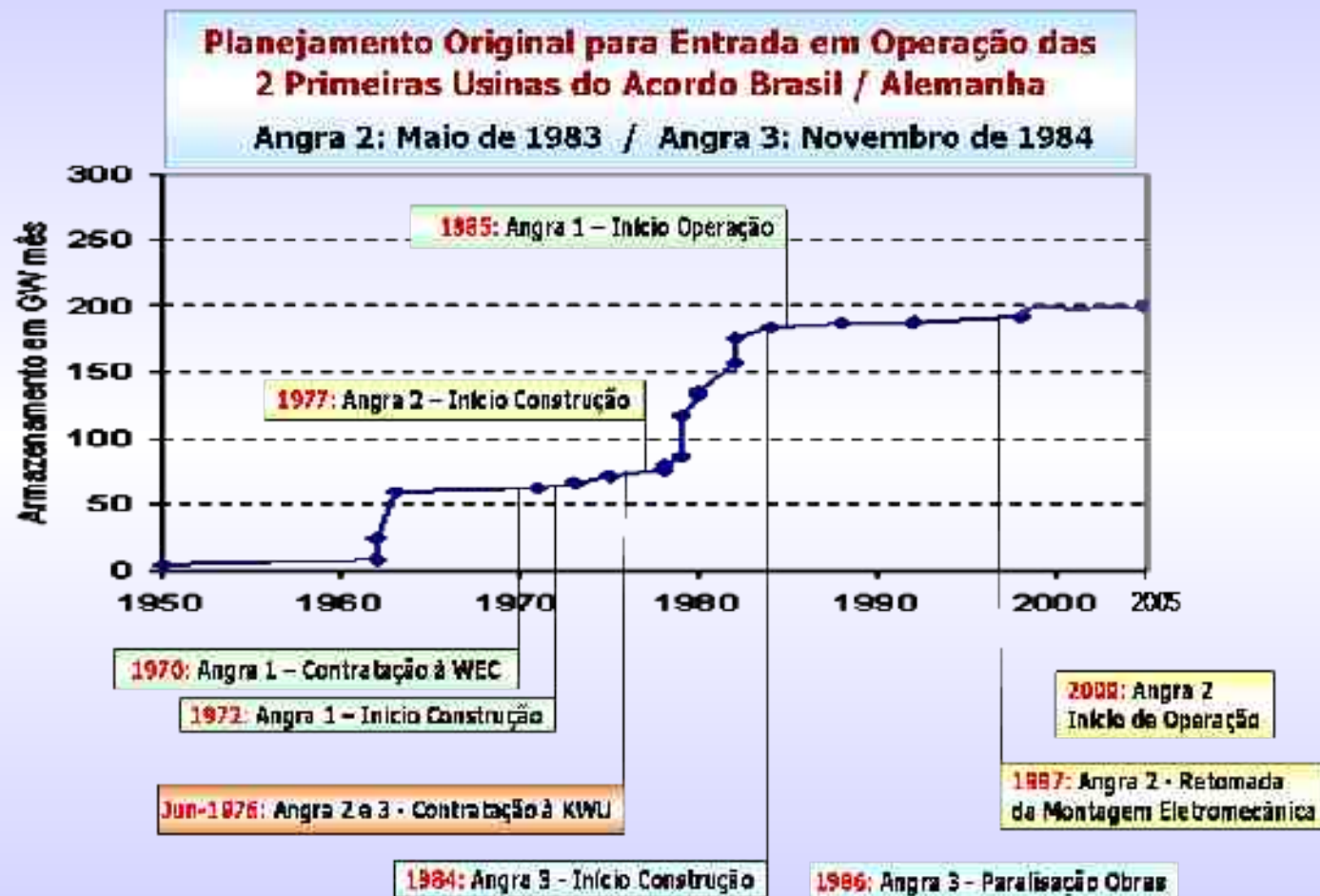


# Necessidade de Regulação Plurianual

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



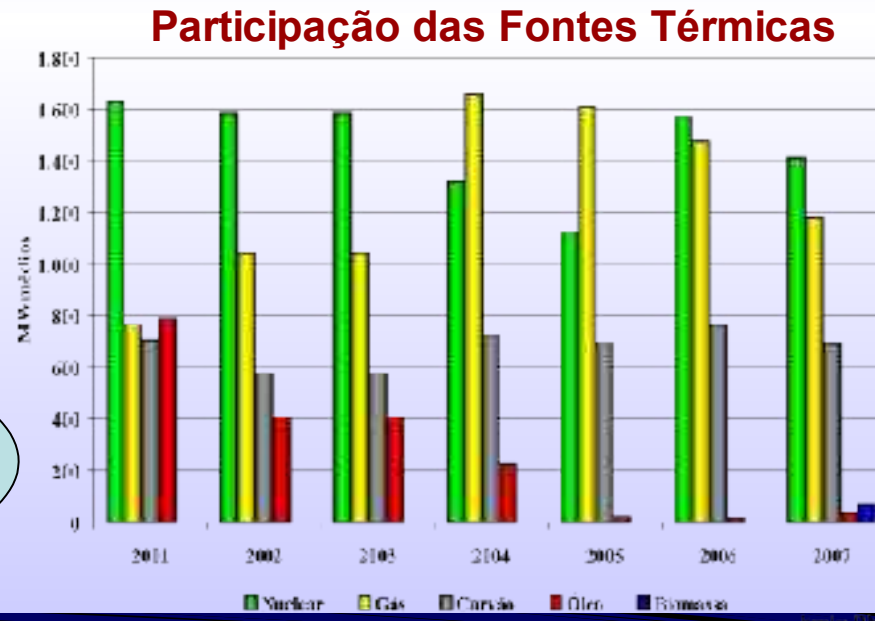
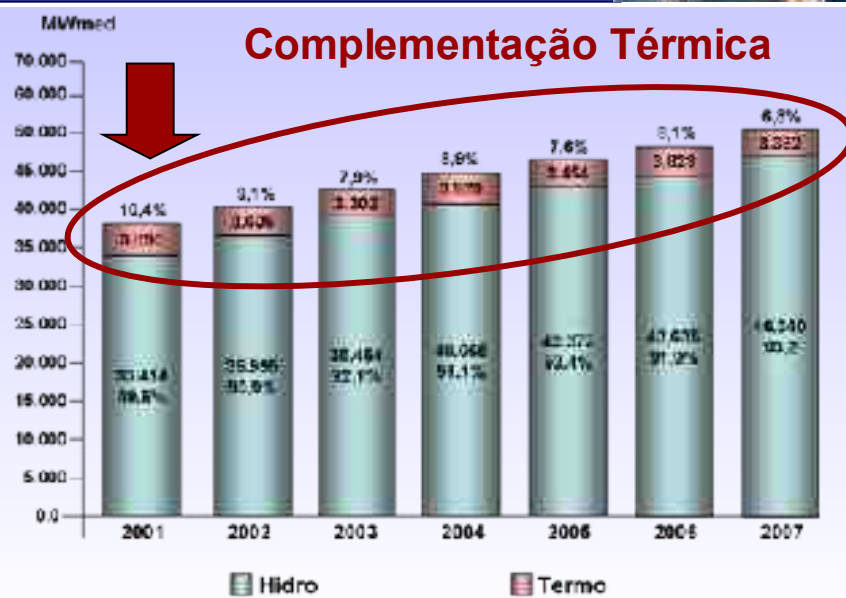
## Programa de Construção de Usinas Nucleares no Brasil



Rio de Janeiro, 16 de junho de 2008

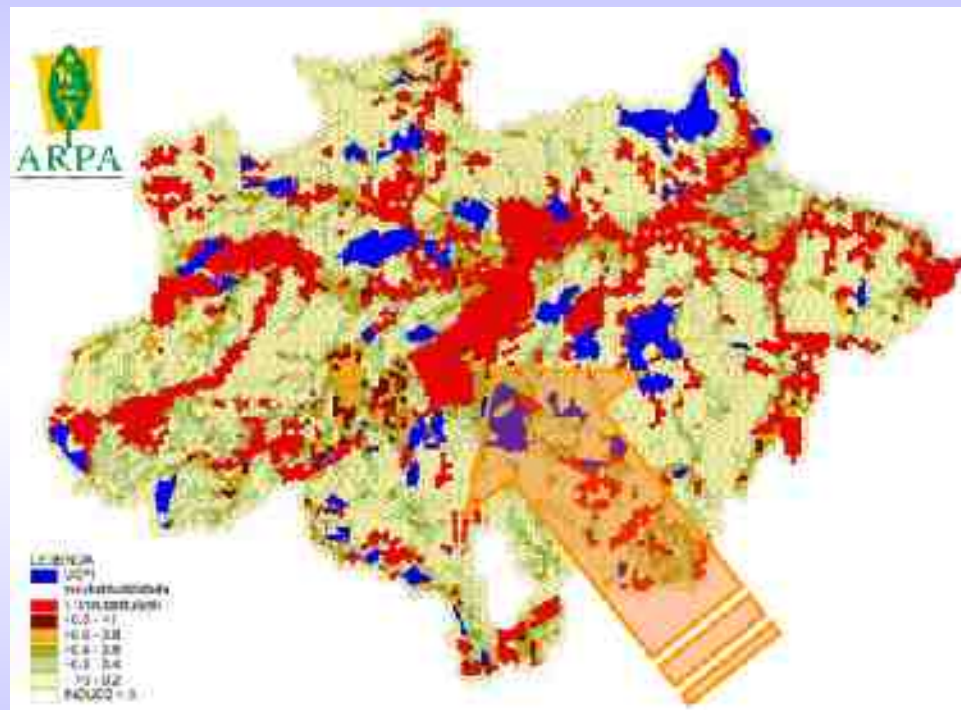


*Que bom seria ter mais nucleares!*



# 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

# Expansão da oferta de energia elétrica no Brasil

## Plano Decenal de Energia 2007-2016

### Grandes Empreendimentos para Geração de Eletricidade (Projetos > 1.000 MW)



#### Novas hidrelétricas com reservatórios limitados

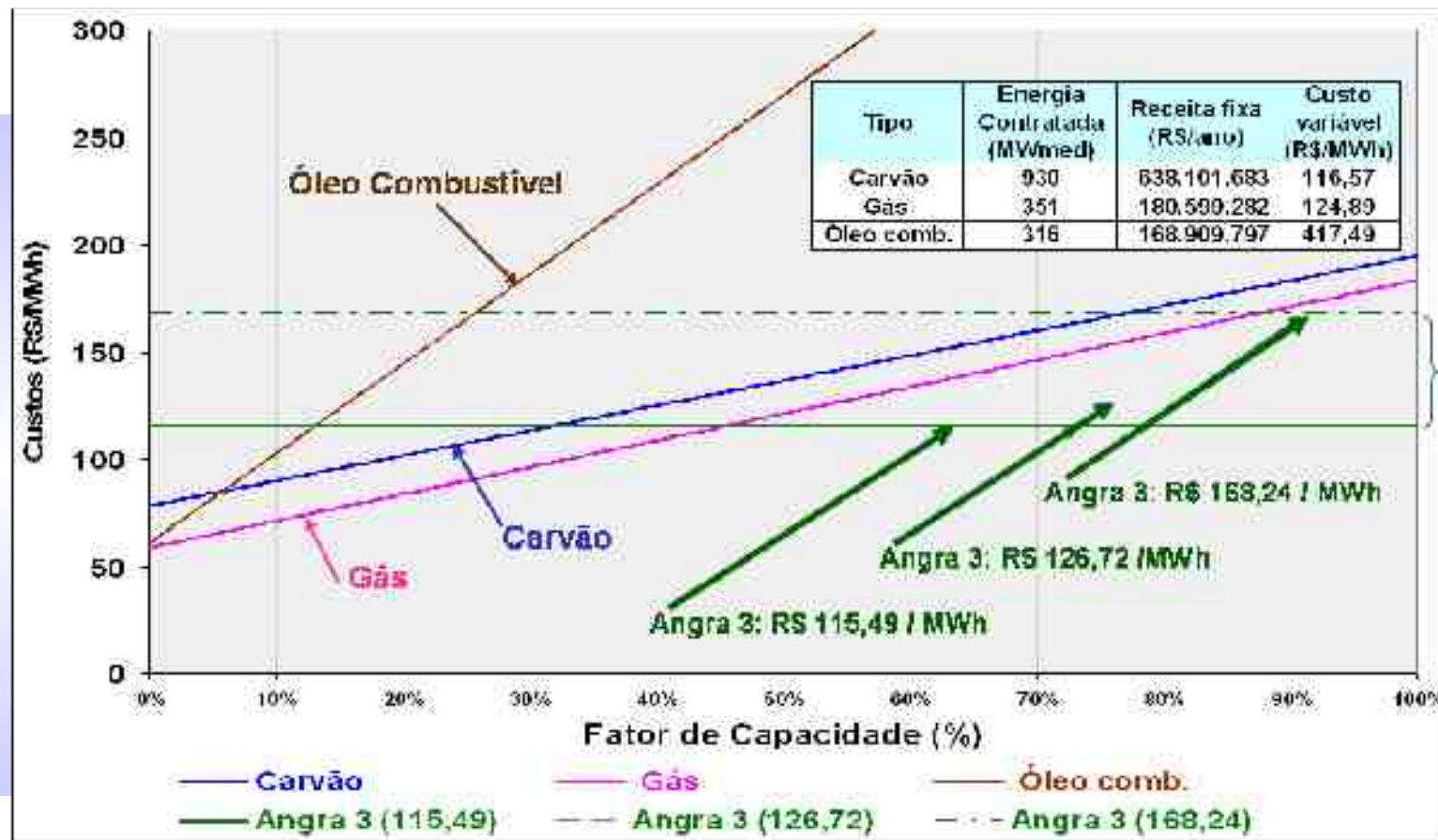
PROJETO	RIO	REGIÃO	POTÊNCIA (MW)	INÍCIO OPERAÇÃO
TUCURUÍ	Tocantins	N	1.125	Mar-2007
ESTREITO Toc	Tocantins	N	1.087	Dez-2010
SANTO ANTÔNIO	Madeira	N	3.150	Abr-2012
SERRA QUEBRADA	Tocantins	N	1.328	Jan-2013
JIRAU	Madeira	N	3.300	Mar-2013
BELO MONTE (1a Fase)	Xingu	N	5.500	Jan-2014
MARABÁ	Tocantina	N	2.160	Dez-2014
TELES PIRES	Teles Pires	CO	1.820	Set-2015
ANGRA 3		SE	1.350	Jan-2014

BELO MONTE



Fonte: PDLL-2007/2016 - MML/EPL - Dezembro - 2007

### Comparação entre custos de Angra 3 e os custos de usinas térmicas vencedoras do leilão de (A-5) realizado em 16/10/2007, em função do Fator de Capacidade



**Obs:** O custo do combustível da Angra 3 já está considerado na tarifa

Térmicas: Média ponderada, pela potência, das usinas do sistema que utilizam o mesmo combustível.

# Infra-estrutura Disponível

Local preparado para  
a instalação de  
3 usinas



## Situação do Empreendimento

- **Contratada em 1976, juntamente com Angra 2.**
- **Início de construção em 1984.**
- **Obras civis paralisadas em 1986.**
- **13.500 toneladas de equipamentos importados armazenados sob rigorosas condições de preservação.**
- **Instalações e áreas de canteiro preservados.**





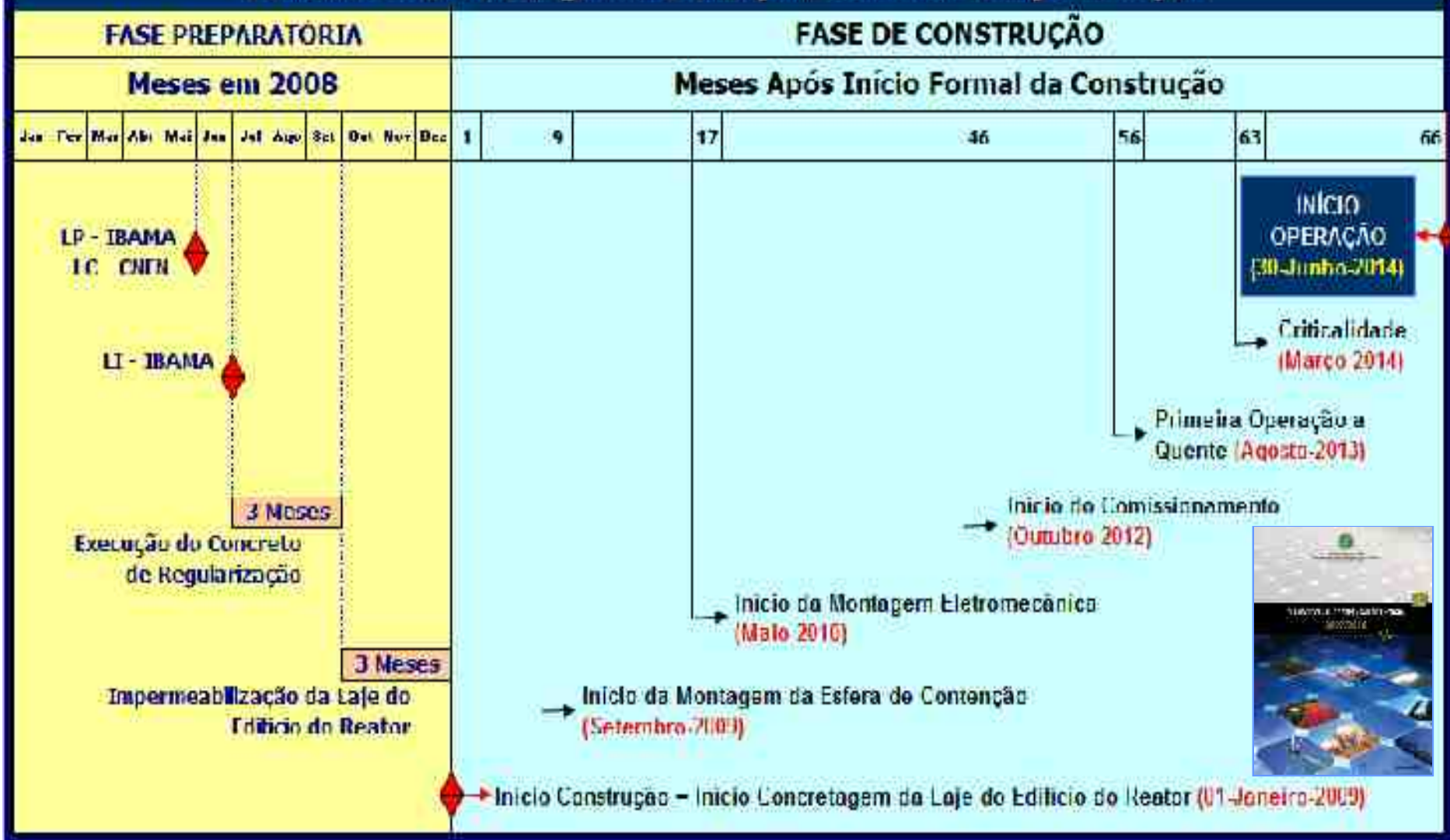
## Prazo de Construção

**5,5 anos a partir do início de concretagem da laje do edifício do reator**

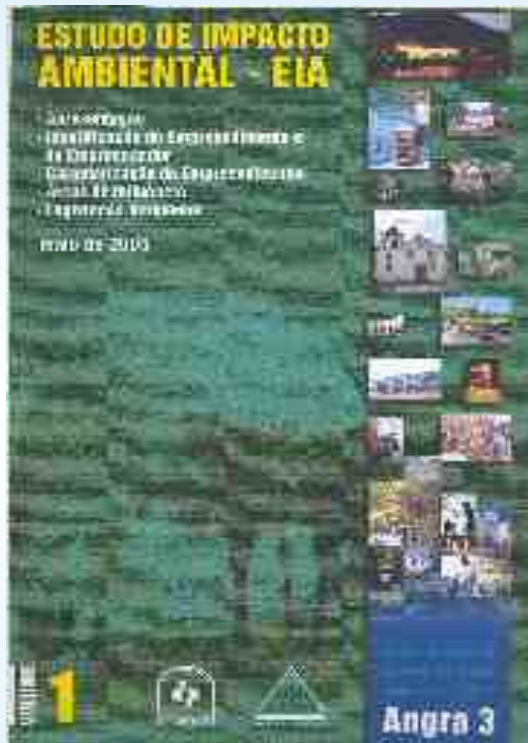


**O prazo para construção de Angra 3 é compatível com os cronogramas de montagem e comissionamento de Angra 2 e com a experiência internacional.**

# ANGRA 3 : Cronograma Simplificado de Implantação

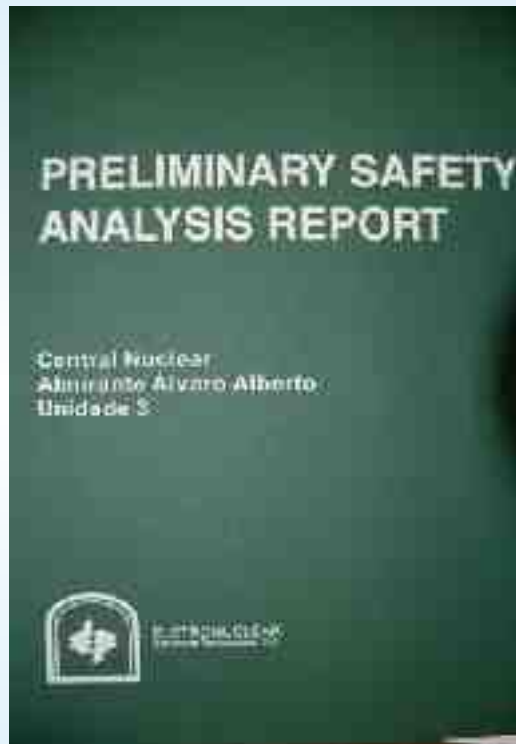


# Licenciamento Ambiental: I B A M A



- **EIA / RIMA submetido ao IBAMA**
  - **UFRJ: Meteorologia, Geologia, Recursos Hídricos, Geomorfologia, Solos, Sensoriamento Remoto, Cartografia.**
  - **UERJ: Oceanografia Física.**
  - **UFRJ: Estudos do Meio Biótico.**
  - **IBGE: Estudos do Meio Sócio-Econômico.**
  
- **17 Reuniões Prévias com comunidades em 2007**
  
- **4 Audiências Públicas realizadas em 2007**
  - **Angra dos Reis / Paraty / Rio Claro / Rio de Janeiro**
  
- **Vistoria técnica do IBAMA**
  - **Instalações da Usina: Outubro-2007**
  
- **4 Novas Audiências Públicas em Março-2008**
  - **Angra dos Reis / Paraty / Rio Claro / Ubatuba**

# Licenciamento de Segurança Nuclear: Comissão Nacional de Energia Nuclear



- **RPAS – Relatório Preliminar de Análise de Segurança em apreciação pela CNEN.**
- **Verificação da Segurança da Usina**  
**Assegurar que os diversos modos de operação da instalação *não acarretem nenhum dano ao trabalhador, à sociedade e ao meio ambiente.***
  - Desenvolvimento de Projeto
  - Construção Civil
  - Montagem Eletromecânica
  - Comissionamento
  - Operação Normal
  - Operações Especiais
  - Operações de Emergência



# Plano Nacional de Energia 2030


## PREMISSAS PARA EXPANSÃO DA OFERTA NA REDE:

	2007-2015	2016-2020	2021-2025	2026-2030	2016-2030
<b>REFERÊNCIA</b> 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
<b>INTERMEDIÁRI</b> O 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
<b>ALTO</b> 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

# Plano Nacional de Energia 2030

Comparação com os BRICS

*Sistemas de  
base térmica*



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

# EXPANSÃO NUCLEAR NO BRASIL

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



# EXPANSÃO NUCLEAR NO BRASIL

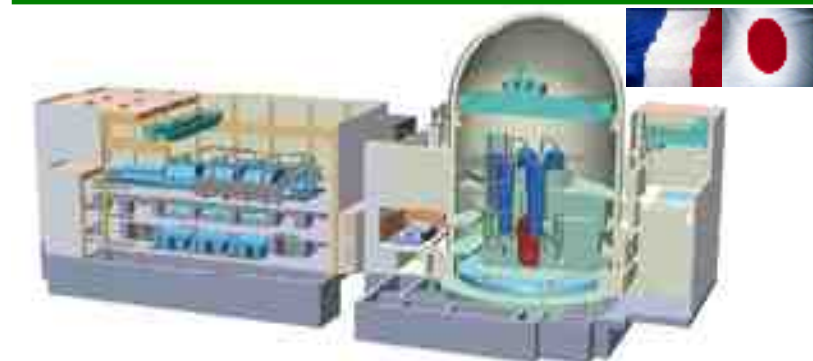
“ILHA NUCLEAR” PWR 1.000 MW: CONCORRENTES INTERNACIONAIS



**WESTINGHOUSE /  
TOSHIBA AP1000**



**ROSENERGOATOM  
VVER1000**

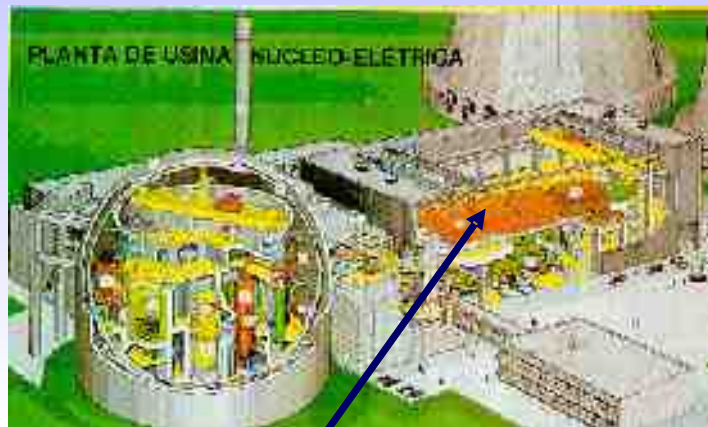


**AREVA / MITSUBISHI APWR1000**



# EXPANSÃO NUCLEAR NO BRASIL

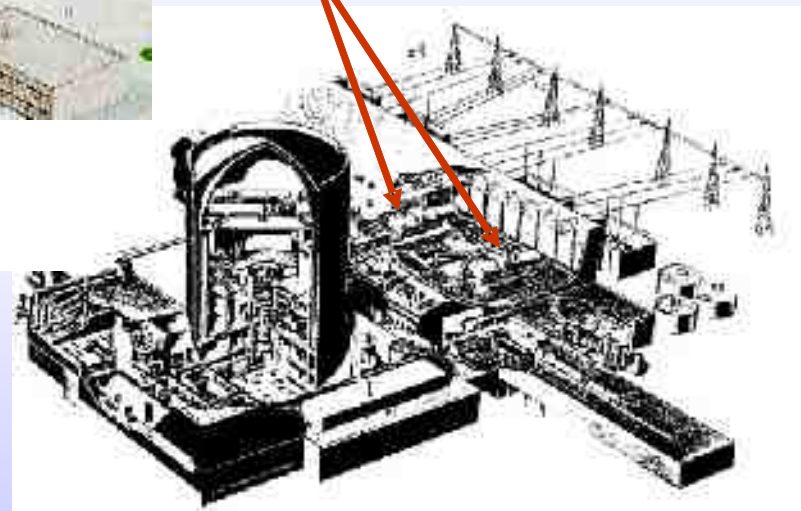
“ILHA CONVENCIONAL” 1.000 MW: 2 MÓDULOS DE 500 MW NACIONALIZADOS



**Configuração típica  
Angra 1, 2 e 3:  
1 único turbo-  
gerador**

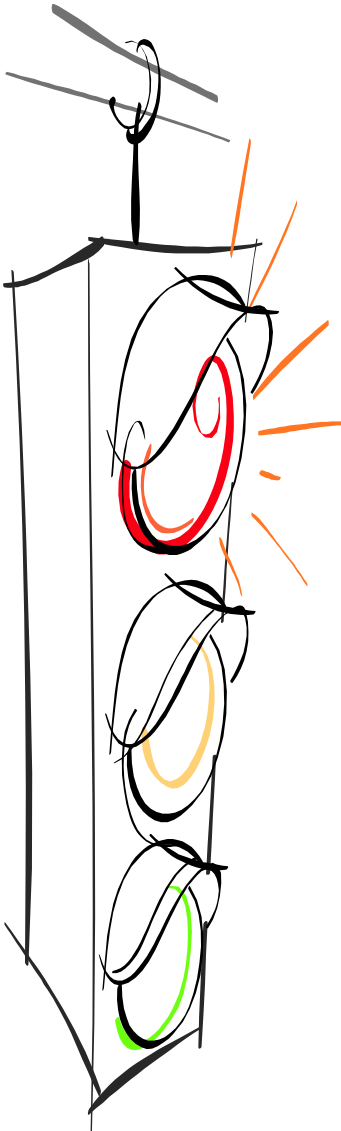
**Configuração  
nacional:**

**② turbo-geradores**



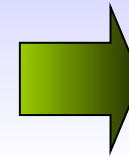
**Nacionalização:  
70%**

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



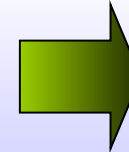
**Alta Atividade**

- Elementos Combustíveis usados



**Depósito Inicial**

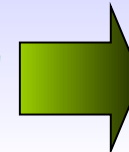
piscinas no interior das usinas e externa com capacidade para toda vida da Central



**Depósito Intermediário (Longa Duração)**, em concepção

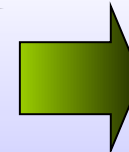
**Média Atividade**

- 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

**Baixa Atividade**

- Material descartável usado na manutenção



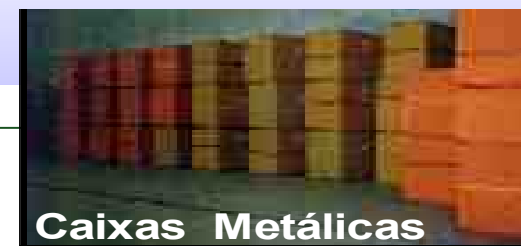
## Guarda de Rejeitos da CNAAA: Média e Baixa Atividades

em JUN/2007:

Angra 1 - 2150,2 m<sup>3</sup>

Angra 2 - 29,4 m<sup>3</sup>

Angra 1  
Depósitos iniciais de rejeitos



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 piscinas no interior das próprias usinas



Angra 1 – 614 elementos desde  
1982



Angra 1

Angra 2 – 272 elementos desde 2000



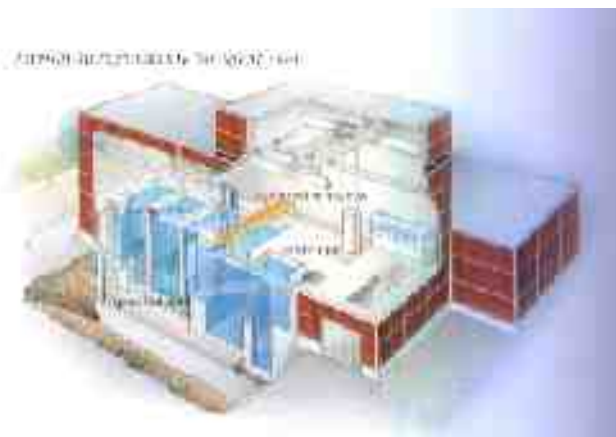
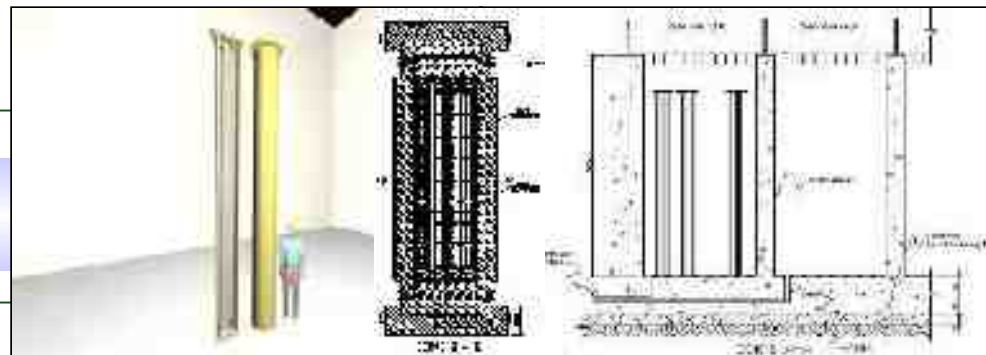
Angra 2 e Angra 3

# Guarda do Combustível Usado:

Solução nacional



Armazenamento intermediário  
e de longa duração (500 anos)



Piscina externa  
(2020)



Depósito de  
longa duração

(2050)





**ELETROBRÁS**  
Eletrobrás Termonuclear S.A.

# LAS/ANS SYMPOSIUM 2008

REACTIVATION OF NUCLEAR POWER  
PLANT CONSTRUCTION  
IN LATIN AMERICA

Rio de Janeiro, 16 de junho de 2008

**M U I T O O B R I G A D O**

**[www.eletronuclear.gov.br](http://www.eletronuclear.gov.br)**

**[othon@eletronuclear.gov.br](mailto:othon@eletronuclear.gov.br)**

