



# Segurança Energética: geração nuclear

Othon Luiz Pinheiro da Silva



Centro de Estudos em  
Regulação e Infraestrutura

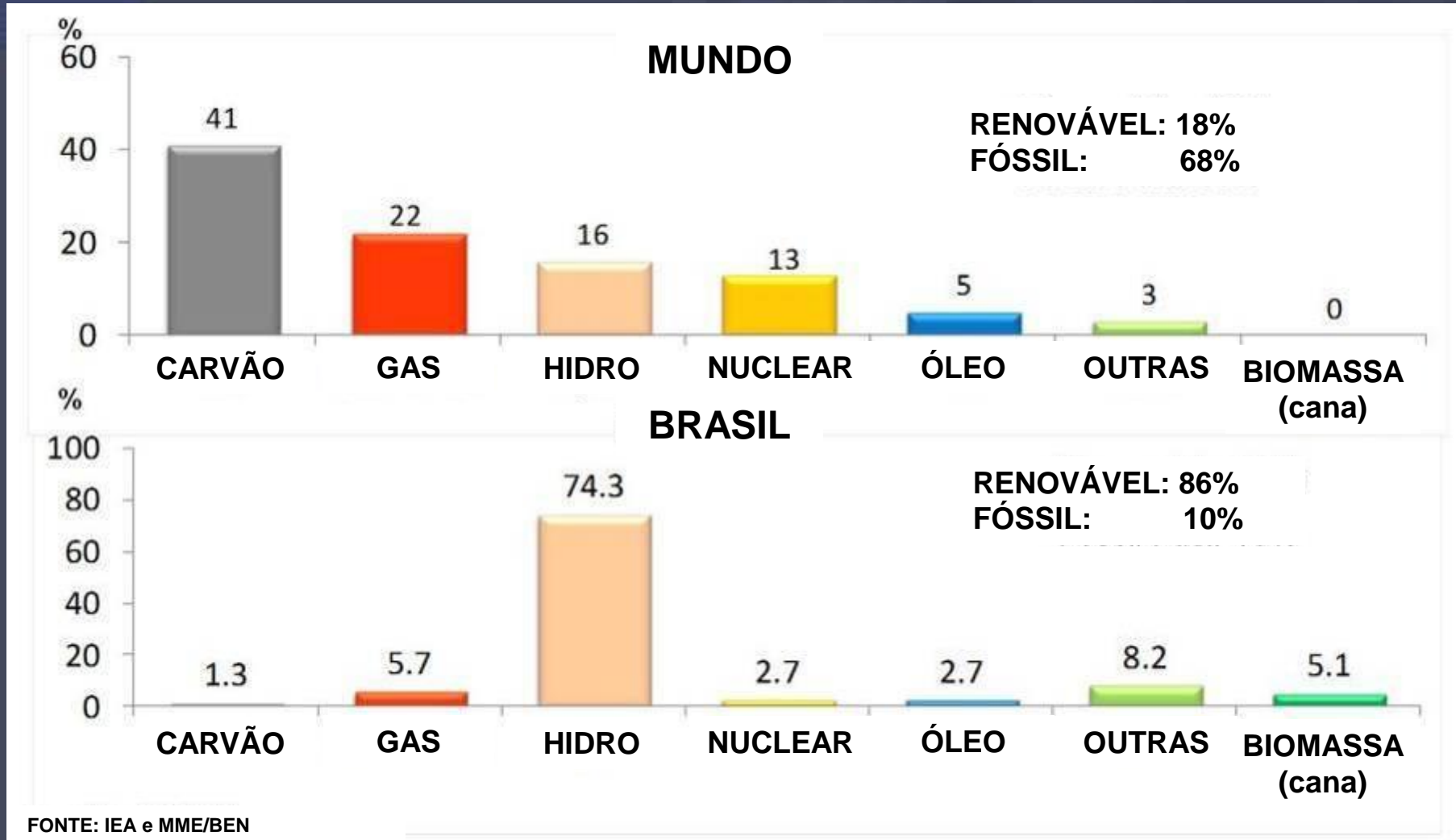


Rio de Janeiro, 5 de julho de 2013



# OFERTA DE ENERGIA ELÉTRICA

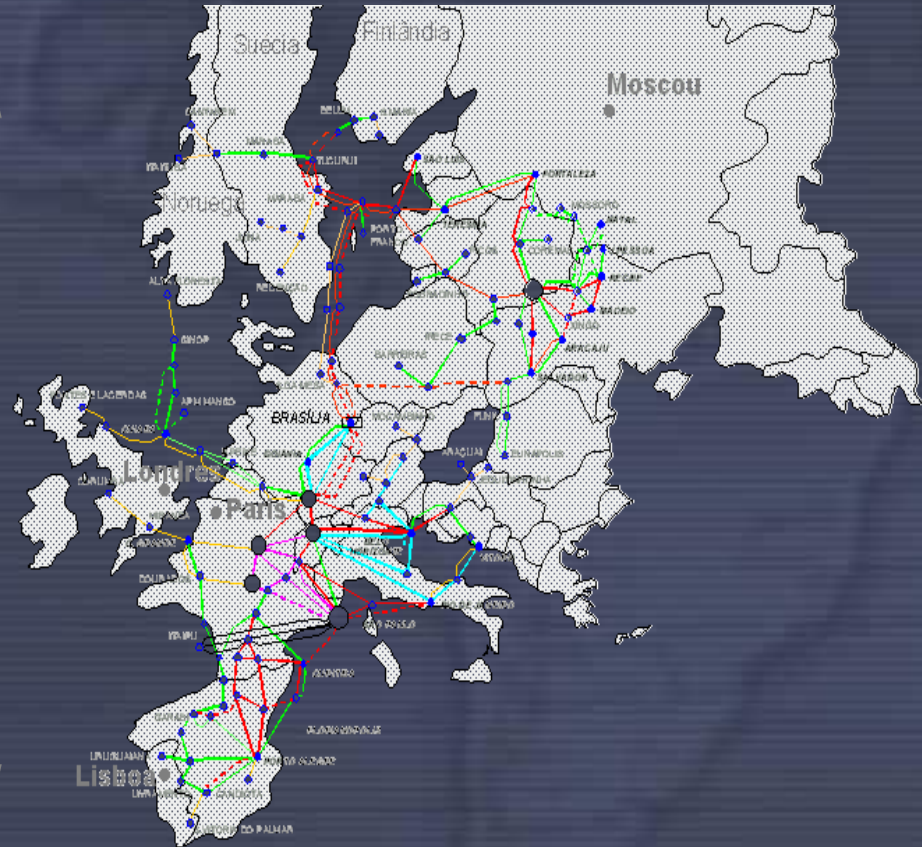
## MUNDO x BRASIL (%)





# HIDRO REQUER INTEGRAÇÃO EM DIMENSÕES CONTINENTAIS

4.000 km

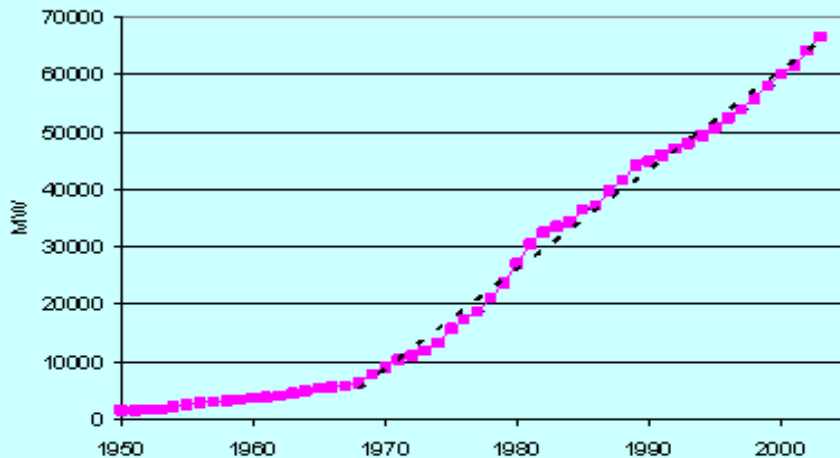




# EVOLUÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO

## NECESSIDADE TÉRMICA

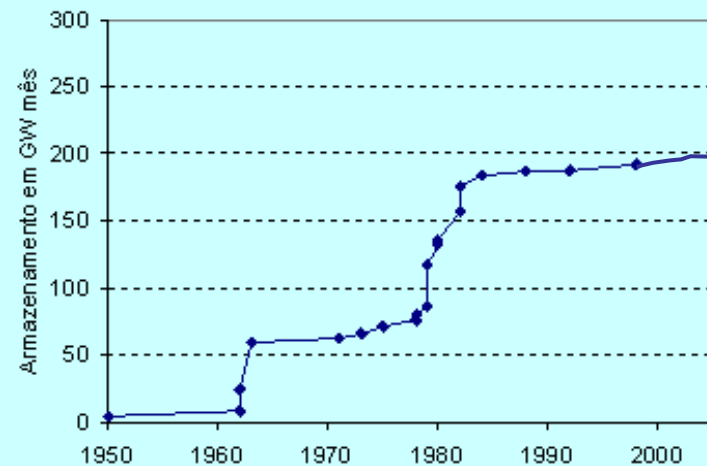
Potência Hídrica Instalada



**... sem aumento  
proporcional no  
armazenamento**

**Crescimento da  
capacidade instalada  
hidro ...**

Capacidade de Armazenamento  
(Usinas Representando 75% do Armazenamento Total)

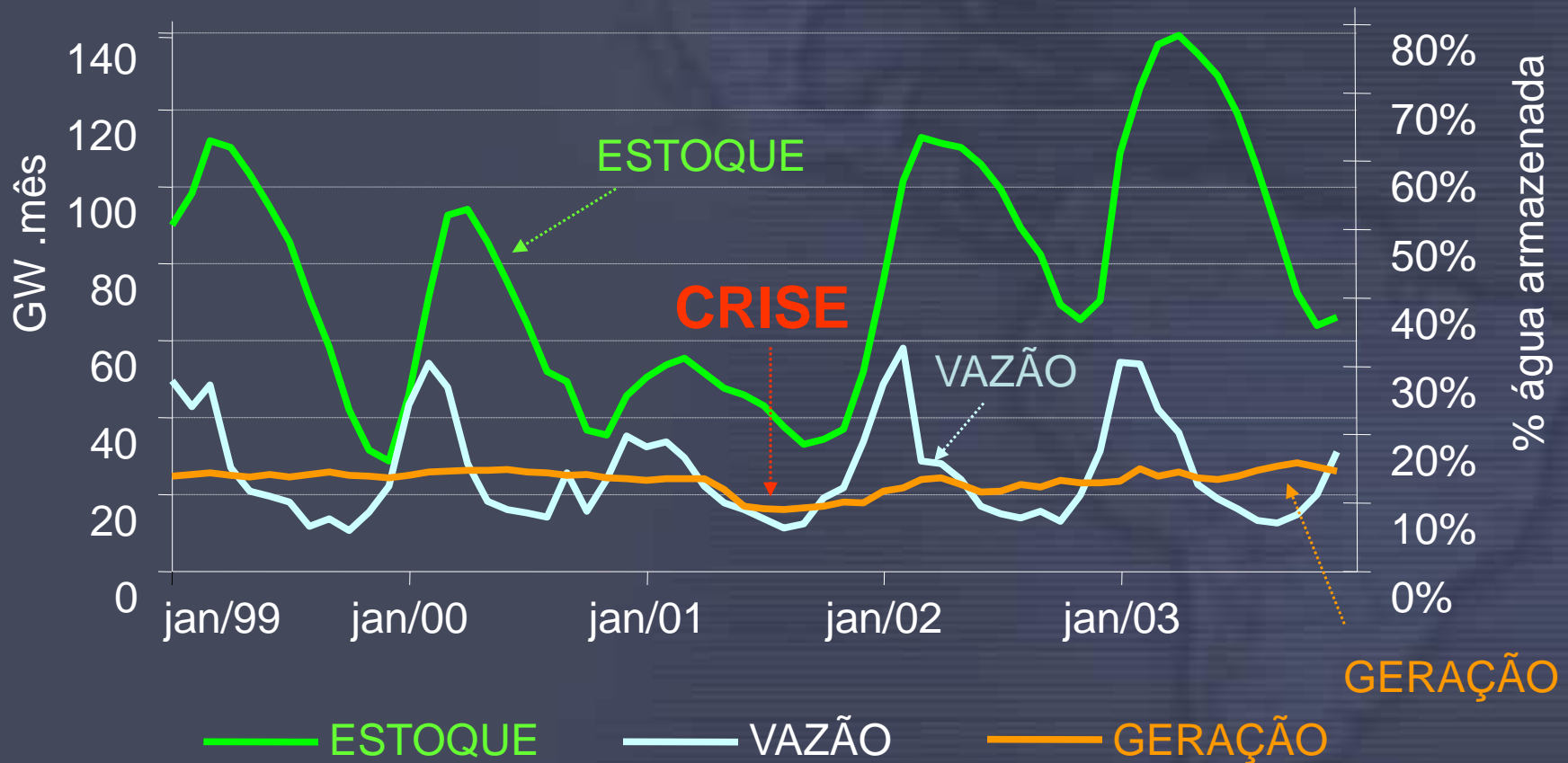




# EVOLUÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO

## NECESSIDADE TÉRMICA

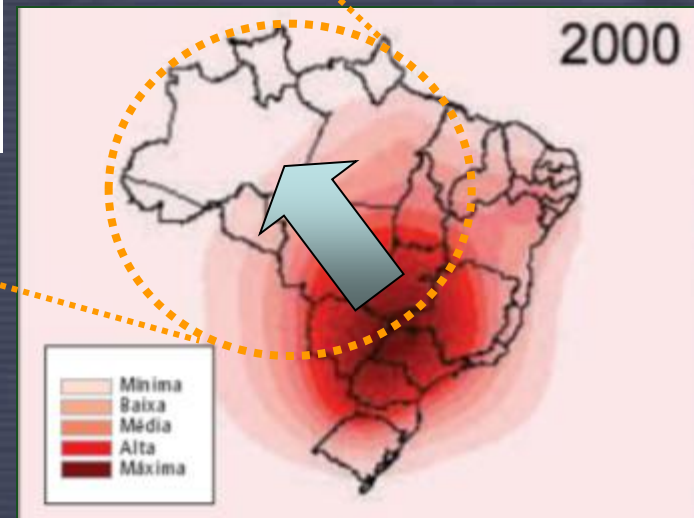
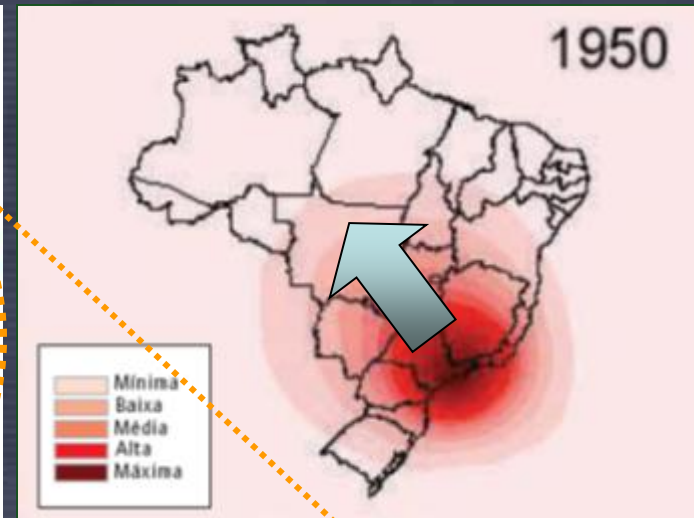
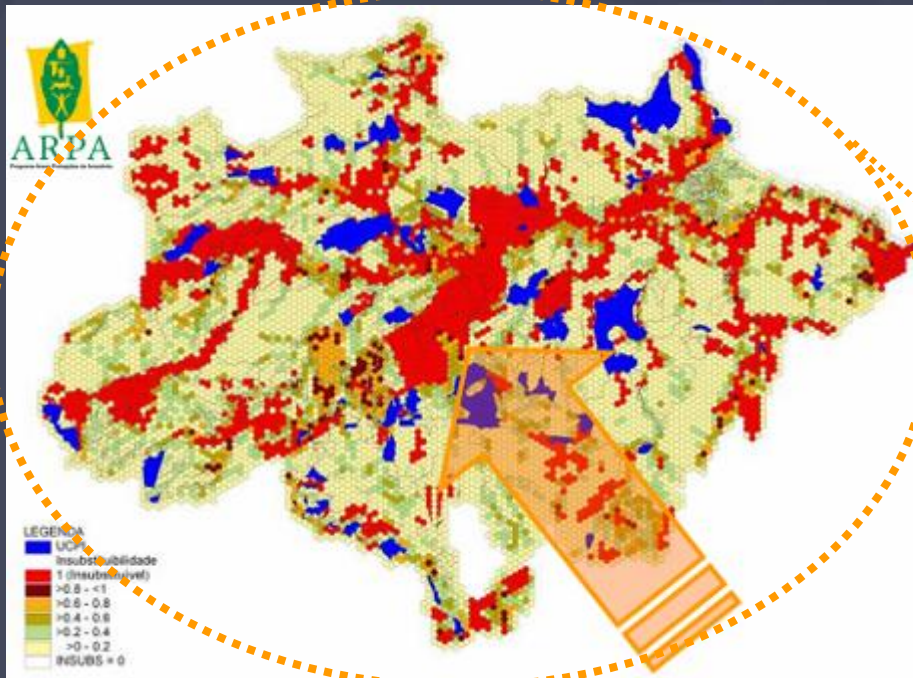
### CAUSA RAIZ DA CRISE DE 2001





# EVOLUÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO

## MUDANÇA NA “CULTURA” HIDRO



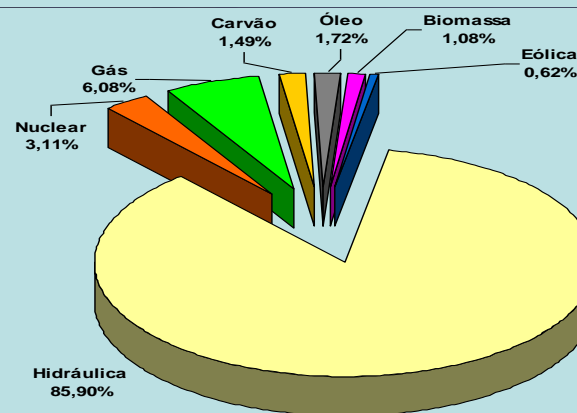
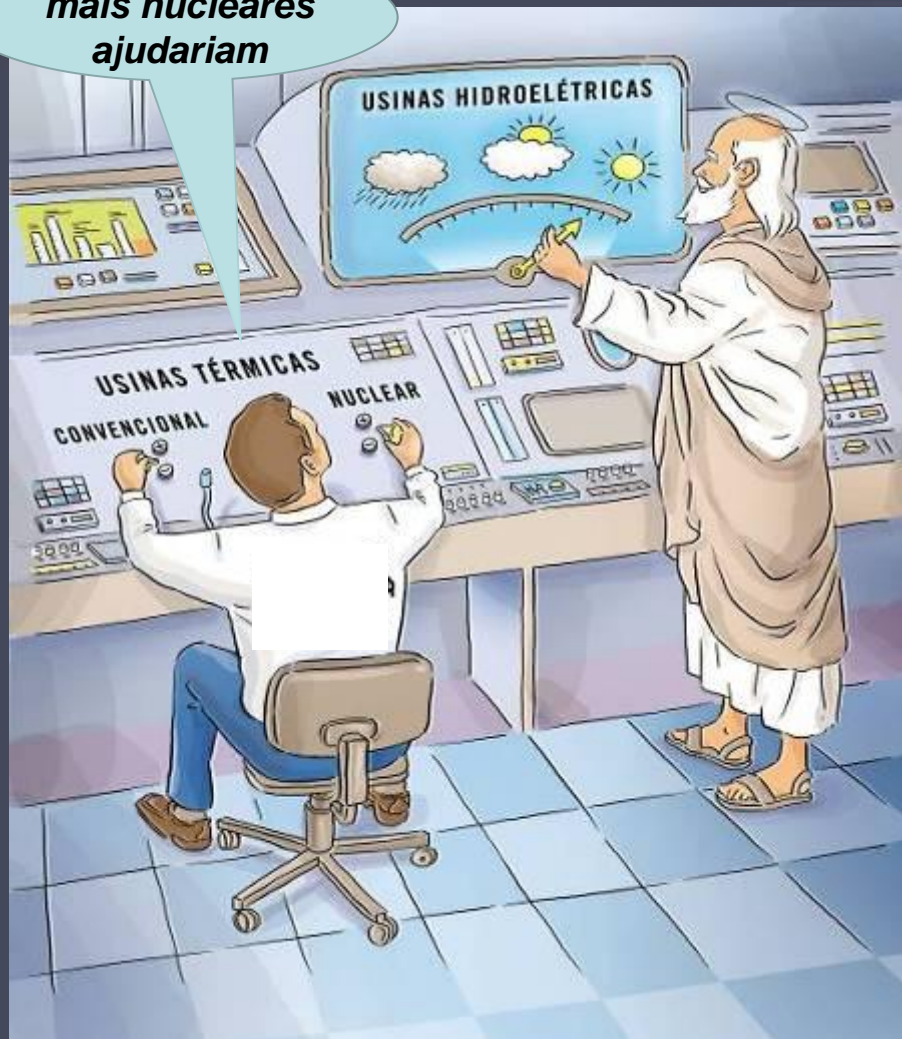
*pequenos  
reservatórios para  
evitar grandes  
alagamento*



# EVOLUÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO

## NECESSIDADE DE REGULAÇÃO

mais nucleares  
ajudariam







# OPERAÇÃO DE ANGRA 1 E ANGRA 2

GERAÇÃO TOTAL ATÉ 2012: **198.490 TWh**

**GERAÇÃO RECORD EM 2012: 16,1 TWh\***

*Itaipu: 100 TWh*







# OPERAÇÃO DE ANGRA 1 E ANGRA 2

Fator de disponibilidade de energia (EAF – IAEA)

2010-2013

Angra 1&2: 4°

2012


Angra 1&2: 2°

2011

Angra 1&2: 2°

EAF 2010

Angra 1&2: 15°



IAEA

PRIS

Power Reactor Information System

World Statistics

Country Statistics

Publications

Glossary

About PRIS

REACTOR STATUS REPORTS

Operational & LTS

Under Construction

Permanent Shutdown

LAST THREE YEAR FACTORS

Energy Availability

Unit Capacity

Unplanned Capability Loss

LIFETIME FACTORS

Energy Availability

Unit Capacity

Unplanned Capability Loss

TREND REPORTS

Nuclear Power Capacity

Energy Availability

Unit Capacity

Unplanned Capability Loss

Load Factor

Electricity Supplied

MISCELLANEOUS REPORTS

Nuclear Share

Reactors by Age

Energy Availability Factor

Includes all reactors that were in commercial operation within 2010 and 2012

Country	2010		2011		2012		2010 - 2012	
	Number of Reactors	EAF [%]	Number of Reactors	EAF [%]	Number of Reactors	EAF [%]	Number of Reactors	EAF [%]
ARGENTINA	2	81.9	2	72.0	2	71.7	2	75.2
ARMENIA	1	69.7	1	73.7	1	66.4	1	69.9
BELGIUM	7	87.5	7	88.7	7	74.1	7	83.4
BRAZIL	2	83.8	2	95.7	2	92.0	2	90.5
BULGARIA	2	84.3	2	90.0	2	88.5	2	87.6
CANADA	18	77.6	18	80.4	20	79.1	20	79.0
CHINA	13	88.8	14	87.7	15	89.2	15	88.6
CZECH REPUBLIC	6	81.6	6	81.7	6	86.0	6	83.1
FINLAND	4	91.9	4	92.8	4	91.0	4	91.9
FRANCE	59	76.4	58	79.3	58	76.0	59	77.2
GERMANY	17	76.7	17	82.0	9	90.5	17	81.9
HUNGARY	4	88.6	4	88.9	4	89.0	4	88.8
INDIA	19	87.6	20	76.2	20	77.3	20	70.6
JAPAN	54	66.9	54	41.8	50	9.8	54	40.0
KOREA, REPUBLIC OF	20	90.6	21	90.0	23	81.6	23	87.2
MEXICO	2	53.6	2	80.0	2	62.6	2	65.2
NETHERLANDS	1	88.9	1	92.1	1	86.9	1	89.3
PAKISTAN	2	69.7	3	70.3	3	84.3	3	75.9
ROMANIA	2	93.5	2	94.6	2	92.6	2	93.6
RUSSIA	32	81.4	32	80.3	32	80.6	32	80.8
SLOVAKIA	4	87.0	4	90.6	4	90.4	4	89.3
SLOVENIA	1	89.3	1	98.6	1	86.5	1	91.5
SOUTH AFRICA	2	82.9	2	81.3	2	77.4	2	80.5
SPAIN	8	90.1	8	83.2	8	88.7	8	87.4
SWEDEN	10	68.2	10	71.3	10	74.5	10	71.3
SWITZERLAND	5	88.6	5	89.5	5	84.8	5	87.6
UKRAINE	15	76.0	15	75.6	15	75.2	15	75.6
UNITED KINGDOM	19	63.4	19	71.2	18	77.1	19	70.4
UNITED STATES OF AMERICA	104	91.5	104	89.0	104	86.5	104	89.0
Total	441	81.0	444	78.7	438	73.6	460	77.8

The following information is included in the totals:

TAIWAN, CHINA	6	91.4	6	92.4	6	87.7	6	90.5
---------------	---	------	---	------	---	------	---	------



# CONSTRUÇÃO DE ANGRA 3

## PLANO DECENAL DE ENERGIA PDE-2021



**ANGRA 3: 1.405 MW**



**PRIMEIRA CONCRETAGEM: JUNHO 2010**

10/05/2013



Ministério de Minas e Energia  
Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético

### PLANO DECENAL DE EXPANSÃO DE ENERGIA 2021







# **CONSTRUÇÃO DE ANGRA 3**

## **PLANO DECENAL DE ENERGIA PDE-2021**





# **EXPANSÃO PÓS-ANGRA 3**

## **PLANO NACIONAL DE ENERGIA PNE-2030**



**1) NORDESTE**  
**2.000 MW**

**2) SUDESTE**  
**2.000 MW**

**OPERAÇÃO COMERCIAL:**  
**2022 - 2030**

## **FATORES DE SUCESSO**

1. Seleção de sítio
2. Seleção de tecnologia
3. Projeto de sistemas
4. Agência reguladora independente
5. Treinamento de pessoal

**6. HUMILDADE**





# EXPANSÃO PÓS-ANGRA 3

## ATLAS DO POTENCIAL NUCLEAR BRASILEIRO



**NORDESTE**



**SUDESTE**



**SUL**





# CENTRAL NUCLEAR DO FUTURO

## FURNAS

Capacidade Instalada: 9.910 MW

Fator de Capacidade: 63%

Produção Anual Bruta: 55,60 TWh

## CHESF

Capacidade Instalada: 10.615 MW

Fator de Capacidade: 53%

Produção Anual Bruta: 46,40 TWh

## CENTRAL COM 6 USINAS

Capacidade Instalada = 6600 MW

Fator de Capacidade = de 85% a 90%

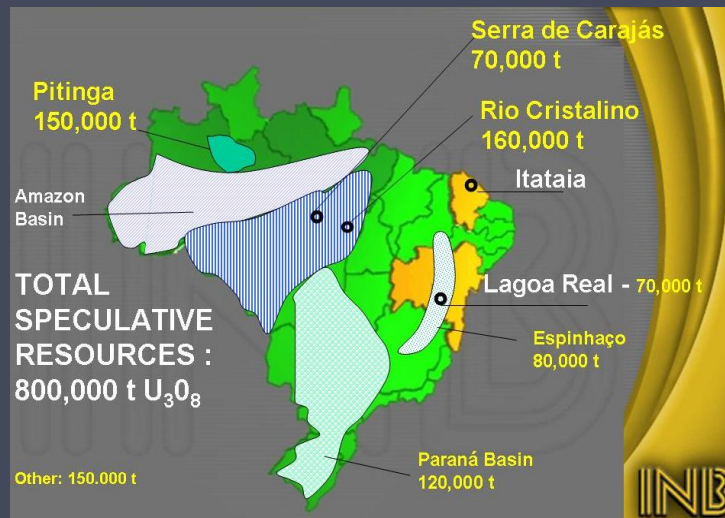
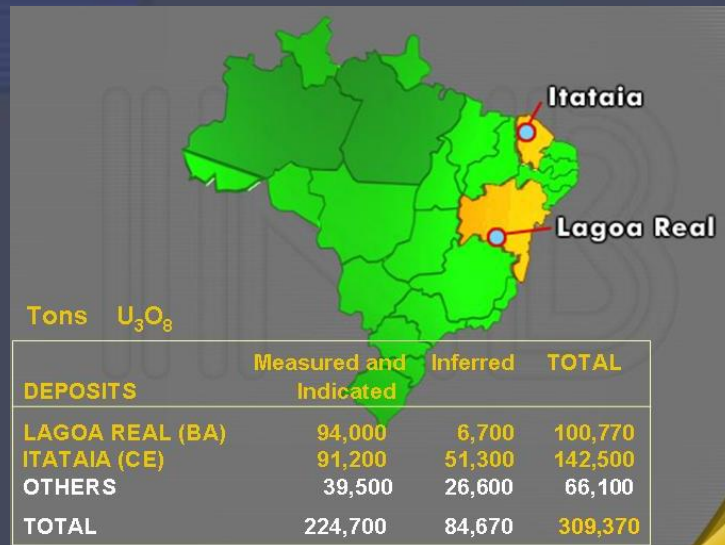
Produção Anual Bruta = 50,58 TWh





# RESERVAS BRASILEIRAS DE URÂNIO

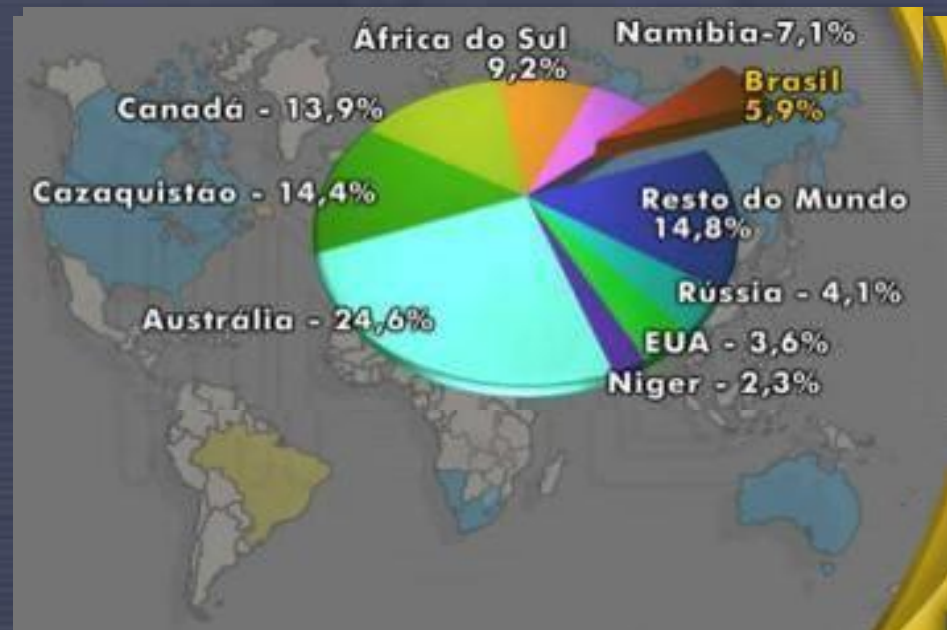
## UMA DAS MAIORES DO MUNDO



### ÁREA PROSPECTADA:

**SOMENTE 30% DO TERRITÓRIO NACIONAL  
E APENAS NA SUPERFÍCIE  
(ATÉ 100 METROS)**

### 6ª RESERVA MUNDIAL



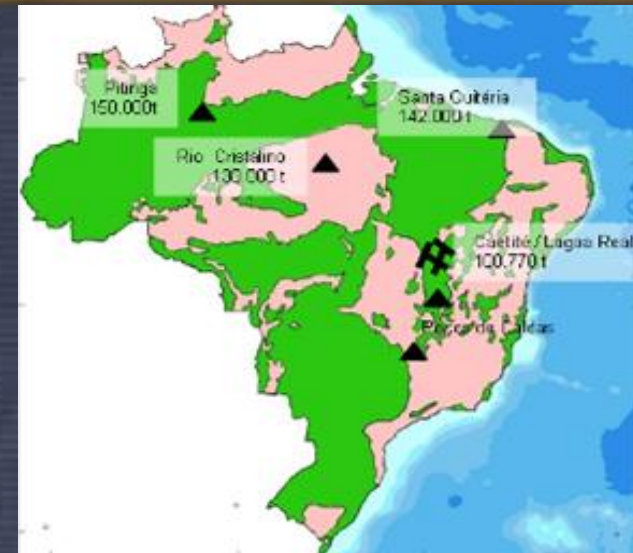


# RESERVAS BRASILEIRAS DE URÂNIO

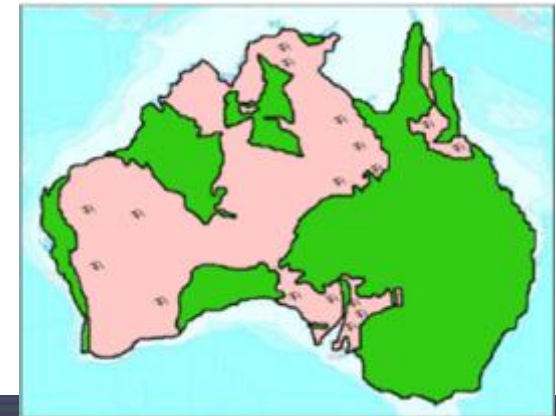
## UMA DAS MAIORES DO MUNDO

*Brasil deve ser  
uma das  
2 maiores  
reservas mundiais*

AUSTRÁLIA É ATUALMENTE  
A MAIOR RESERVA MUNDIAL



Solos Pré-cambrianos  
Brasil 3.400.000 km<sup>2</sup>  
Austrália 3.800.000 km<sup>2</sup>





# CICLO DO COMBUSTÍVEL NUCLEAR

## URÂNIO + CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA

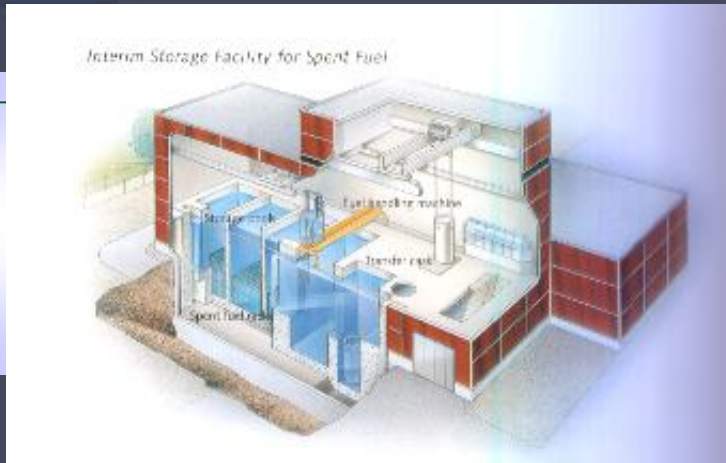




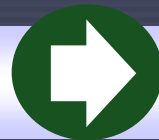
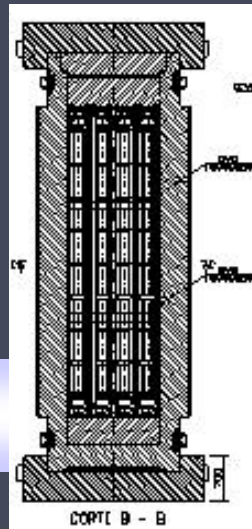
# GERENCIAMENTO DO COMBUSTÍVEL USADO

## SOLUÇÃO NACIONAL

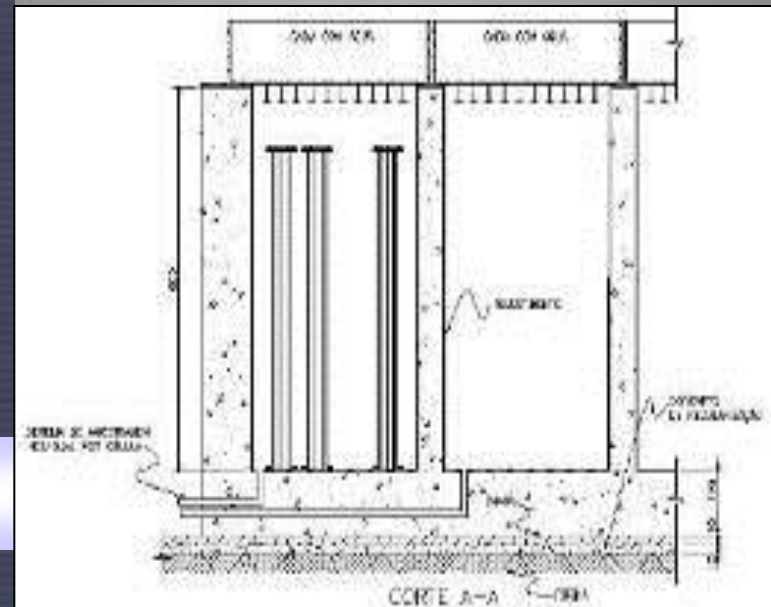
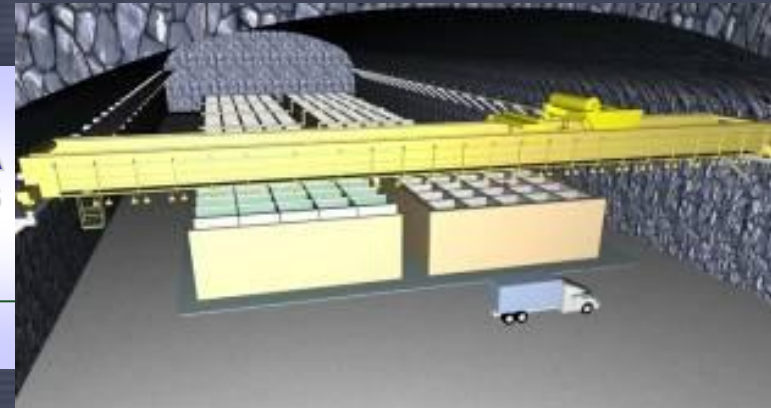
AMAZENAGEM NA CENTRAL (2020)



PROJETADA PARA  
500 ANOS



ARMAZENAGEM INTERMEDIÁRIA  
DE LONGA DURAÇÃO (2035)







MUITO OBRIGADO!