



# ***Tendências do Mercado Nuclear na Europa***

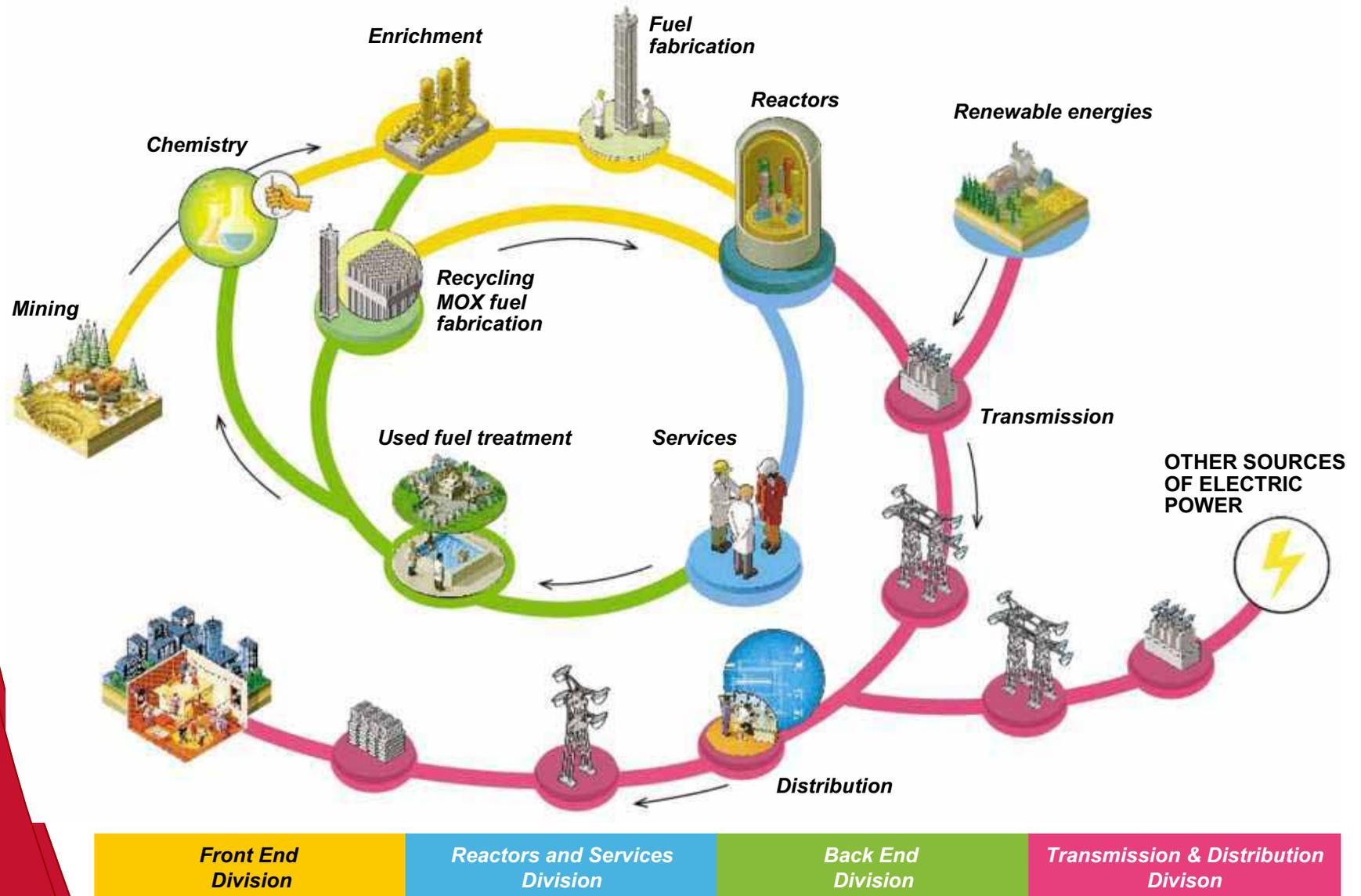
*Johannes Höbart*

*Diretor Executivo  
AREVA NP Brasil*

## **Apresentação da AREVA**

# **Tendências do Mercado Nuclear na Europa Novos Reatores da 3ª Geração**

# AREVA: Oferta Integrada Energia é a base de nossos negócios



# Organização do Grupo



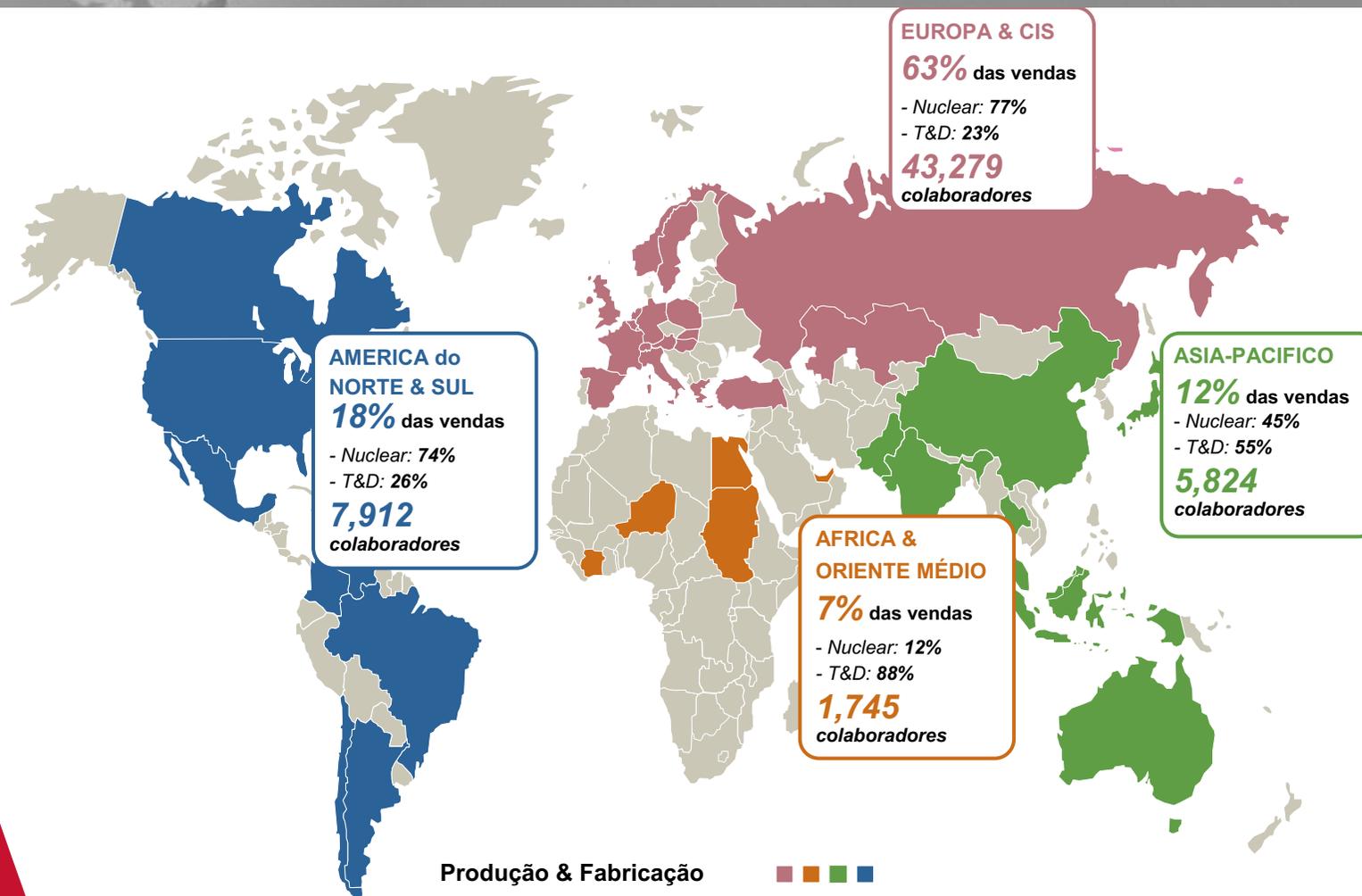
**AREVA NP**

# Estrutura da AREVA

- ☐ ~ € 11 bilhões em vendas
- ☐ ~ 60.000 colaboradores



- ❑ 41 países: produção & fabricação
- ❑ 100 países: marketing & vendas
- ❑ 67 % de todas as vendas vem do exterior



## **Apresentação da AREVA**

### **Tendências do Mercado Nuclear na Europa**

### **Novos Reatores da 3ª Geração**

# *Momento do Renascimento da Energia Nuclear*



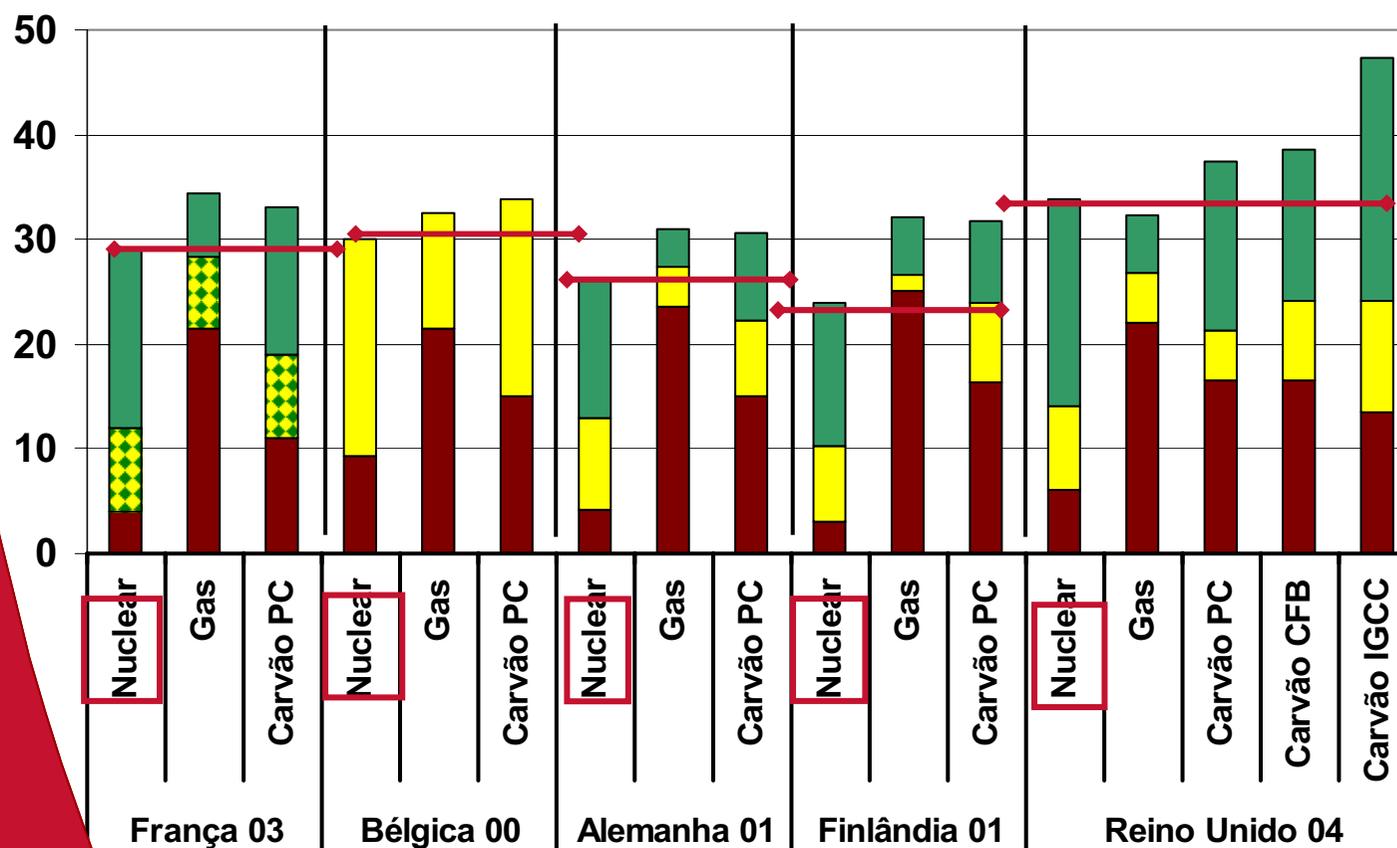
# Momento do Renascimento da Energia Nuclear

## O que mudou?

### 1. Taxas do custo de produção de eletricidade revisadas (w/o CO<sub>2</sub> Tax)

€/MWh

■ Combustível ■ O&M + inf.complementares ■ Investimento

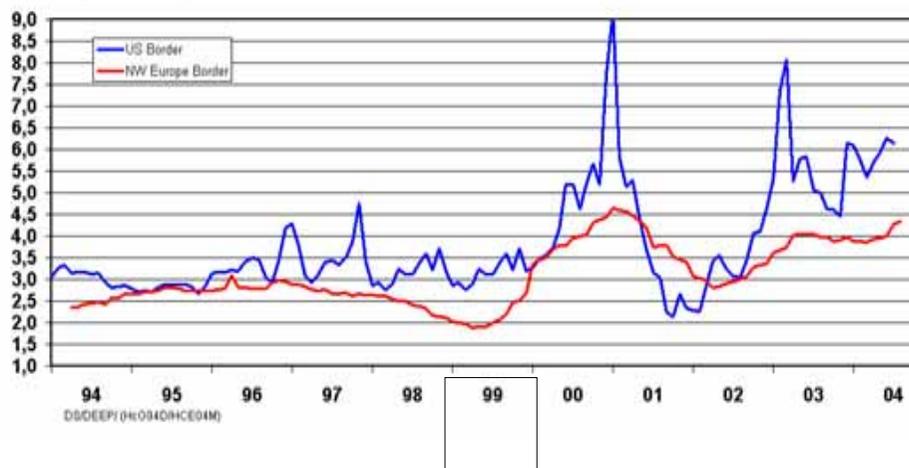


# Momento do Renascimento da Energia Nuclear

O que mudou?

## 2. Grande instabilidade dos preços da energia primária

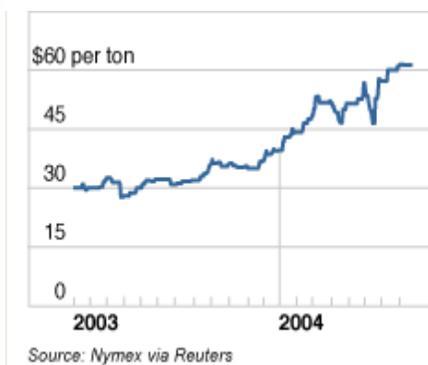
Preço do gás natural



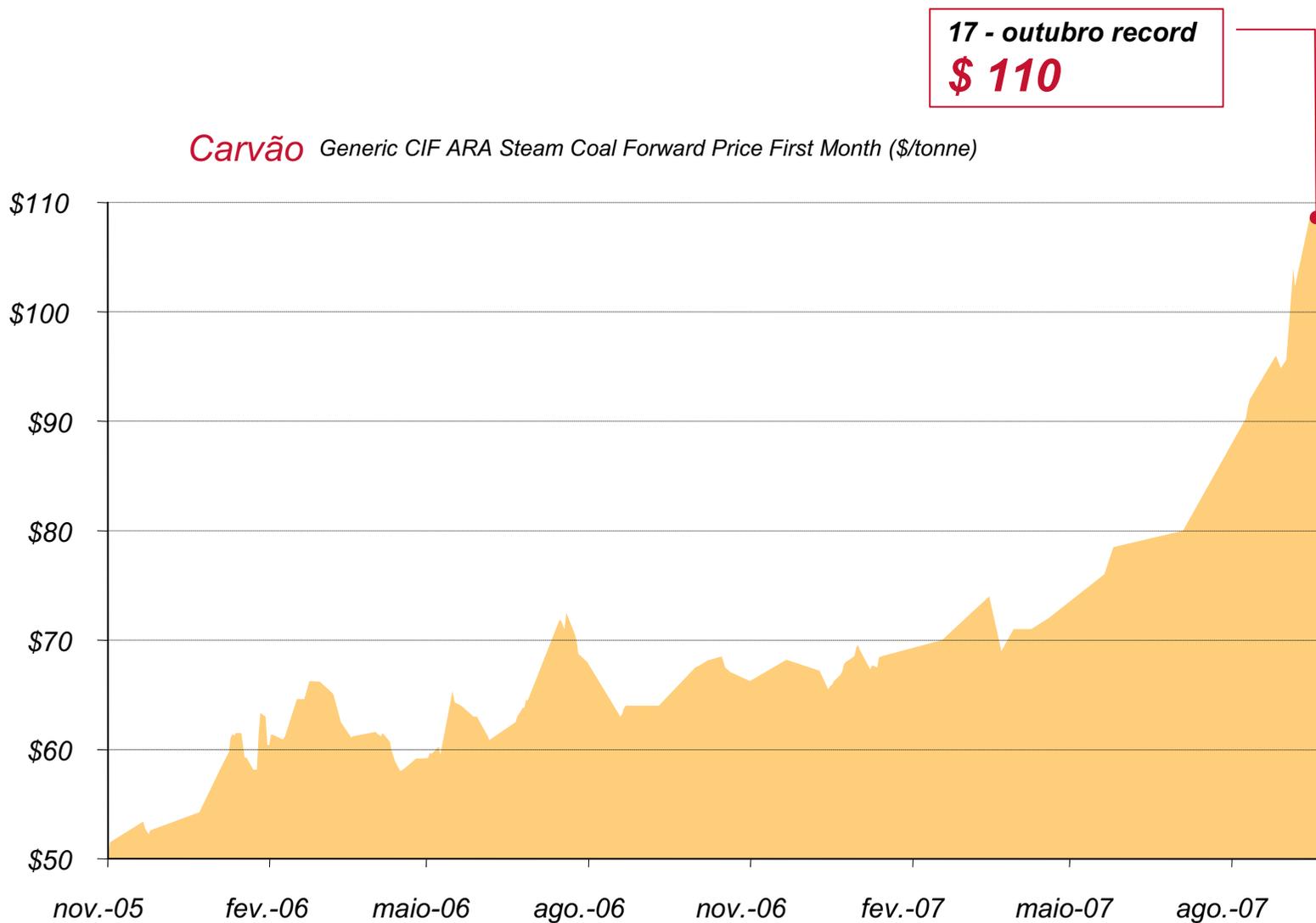
Preço do Petróleo Bruto



Carvão



# Preço do Carvão, Europa do norte

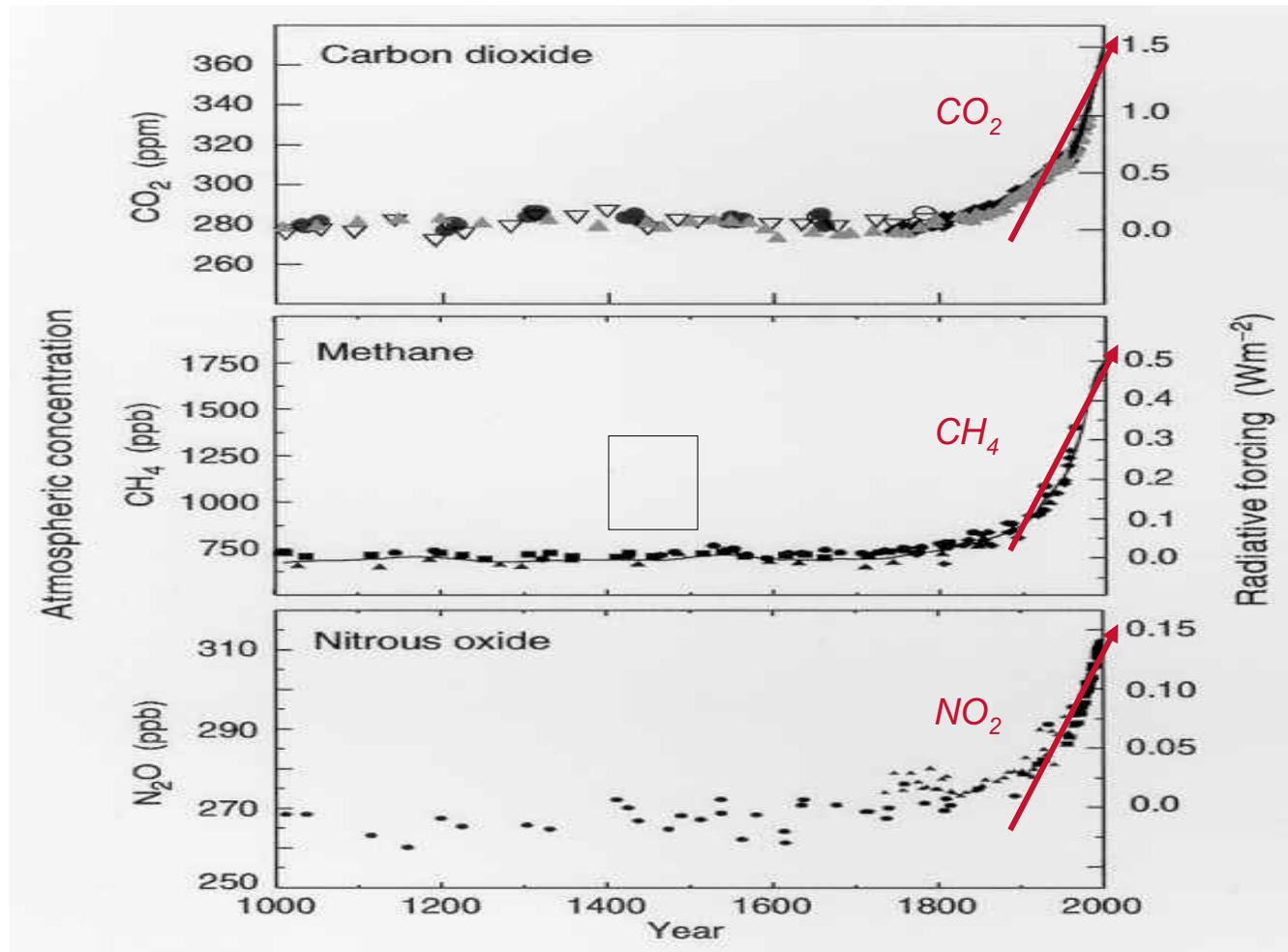


Fonte: Bloomberg

# Momento do Renascimento da Energia Nuclear

## O que mudou?

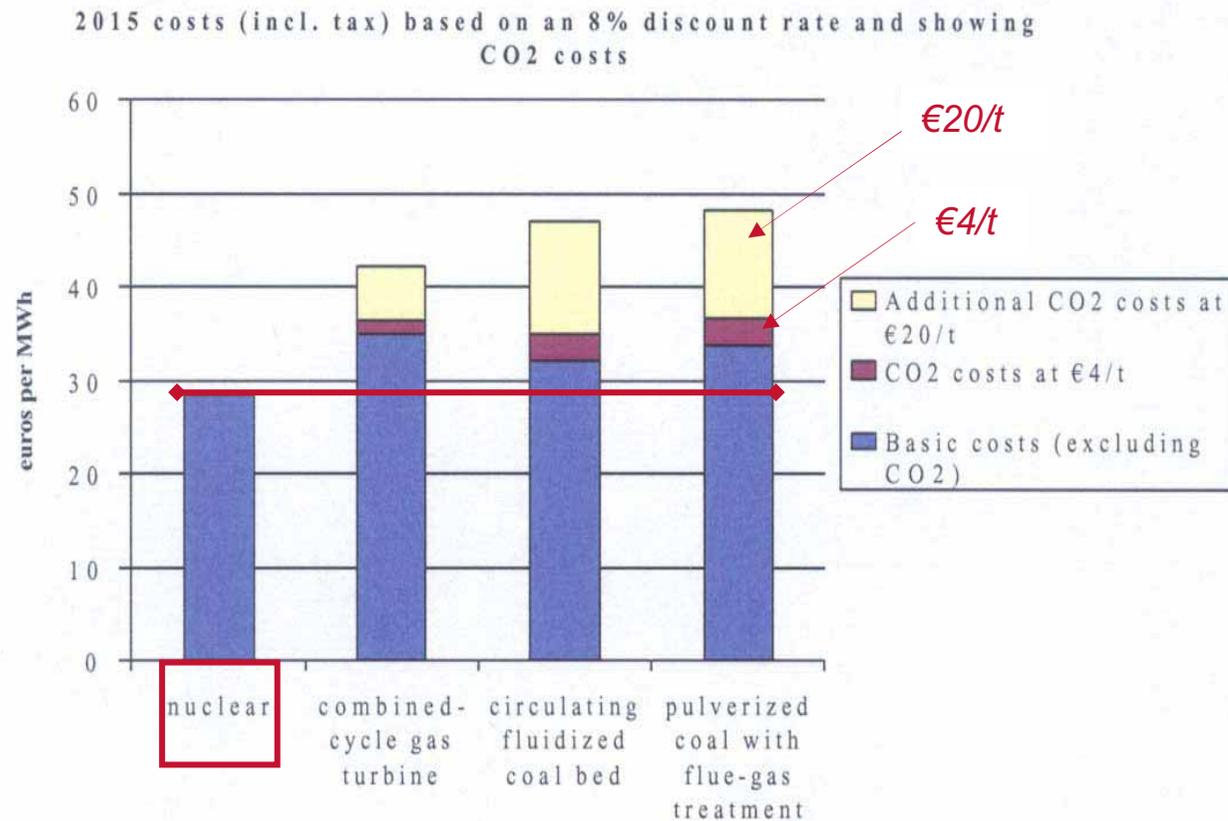
**4.a-** A crescente preocupação com a emissão de gases (« Efeito Estufa ») ...



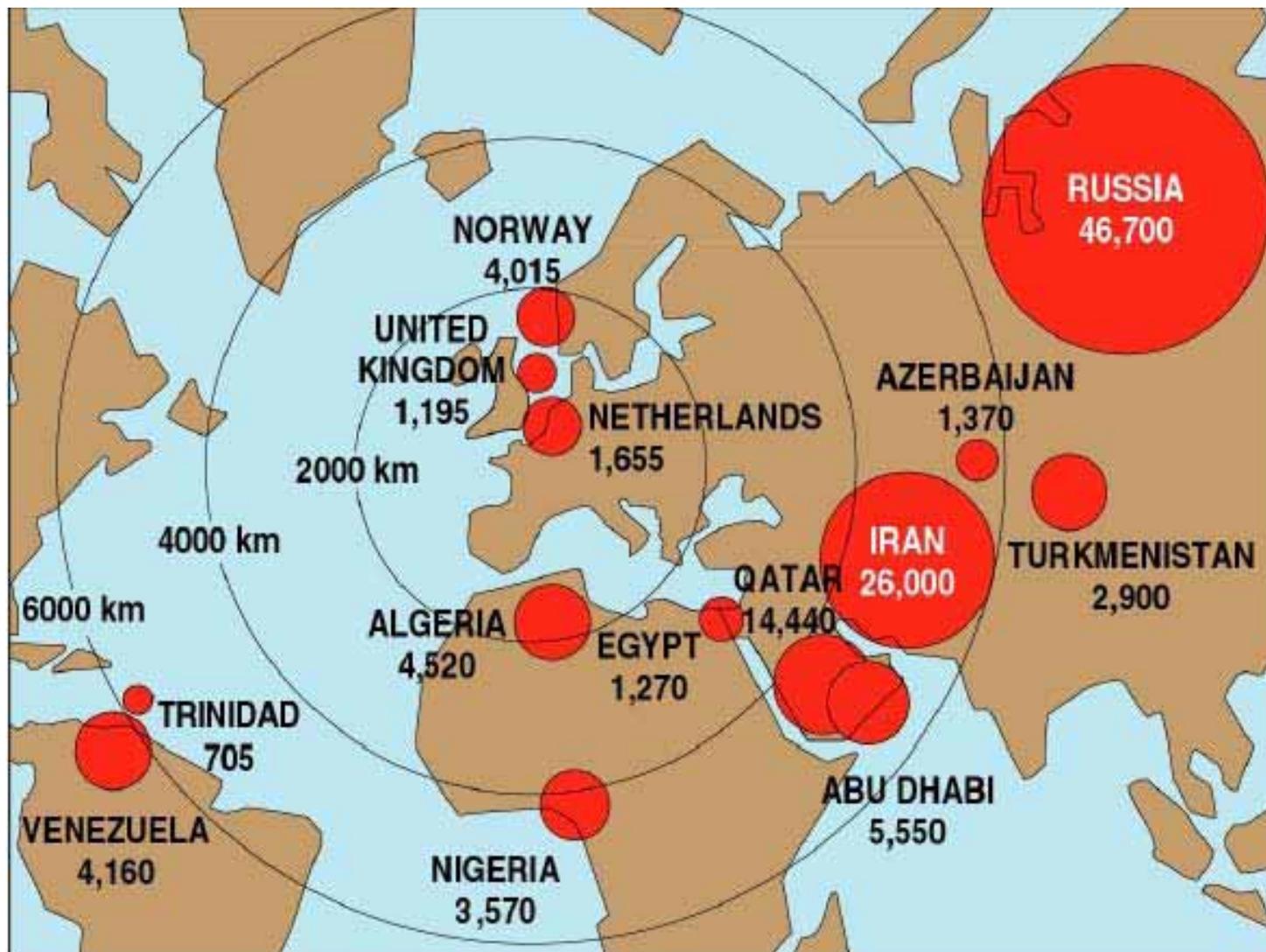
# Momento do Renascimento da Energia Nuclear

## O que mudou?

4.b- ... isto irá levar a uma nova compensação econômica

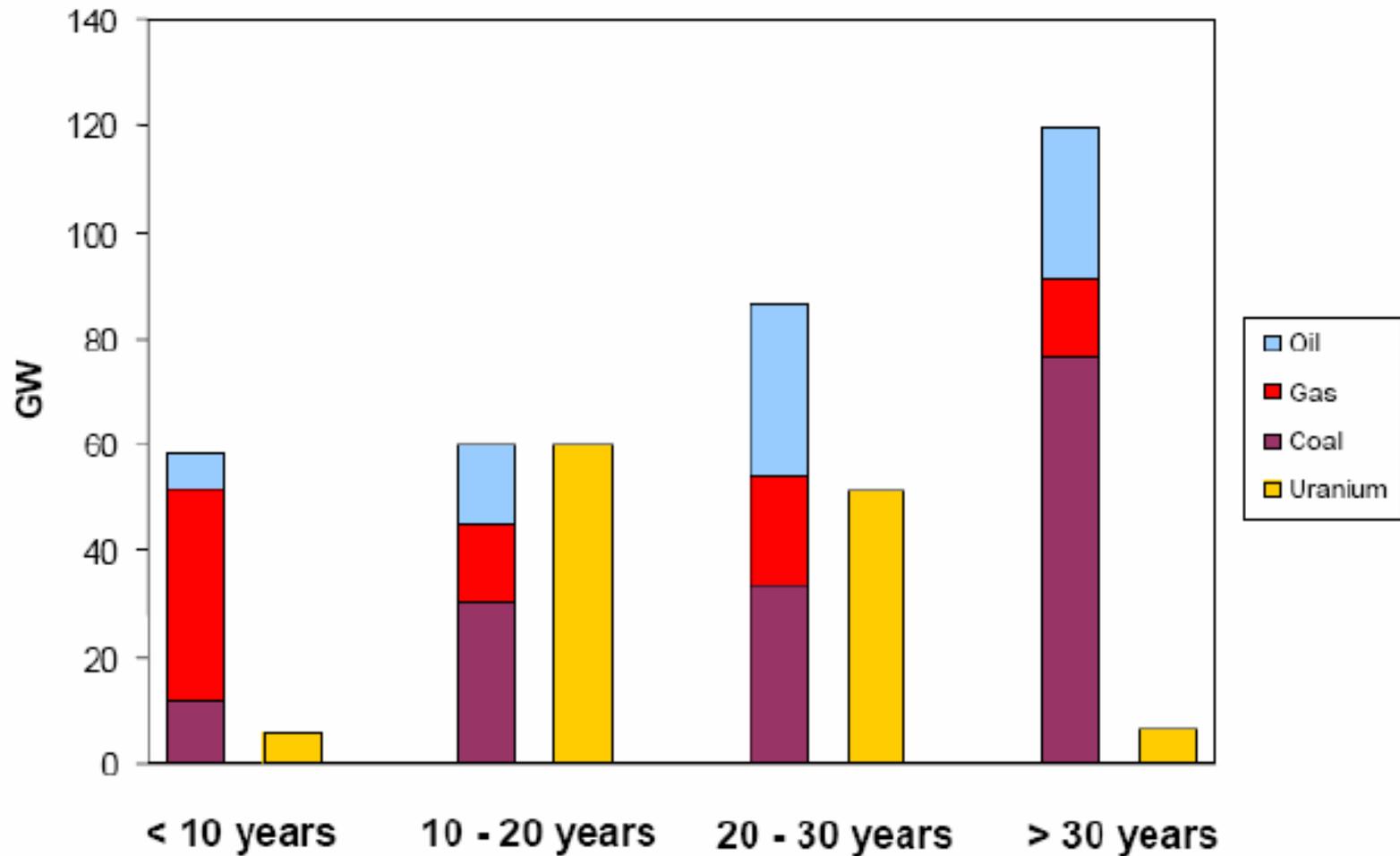


## Recursos de gás (Gm<sup>3</sup>) ao redor da Europa



Source : CEDIGAZ

## As usinas da Europe estão envelhecendo

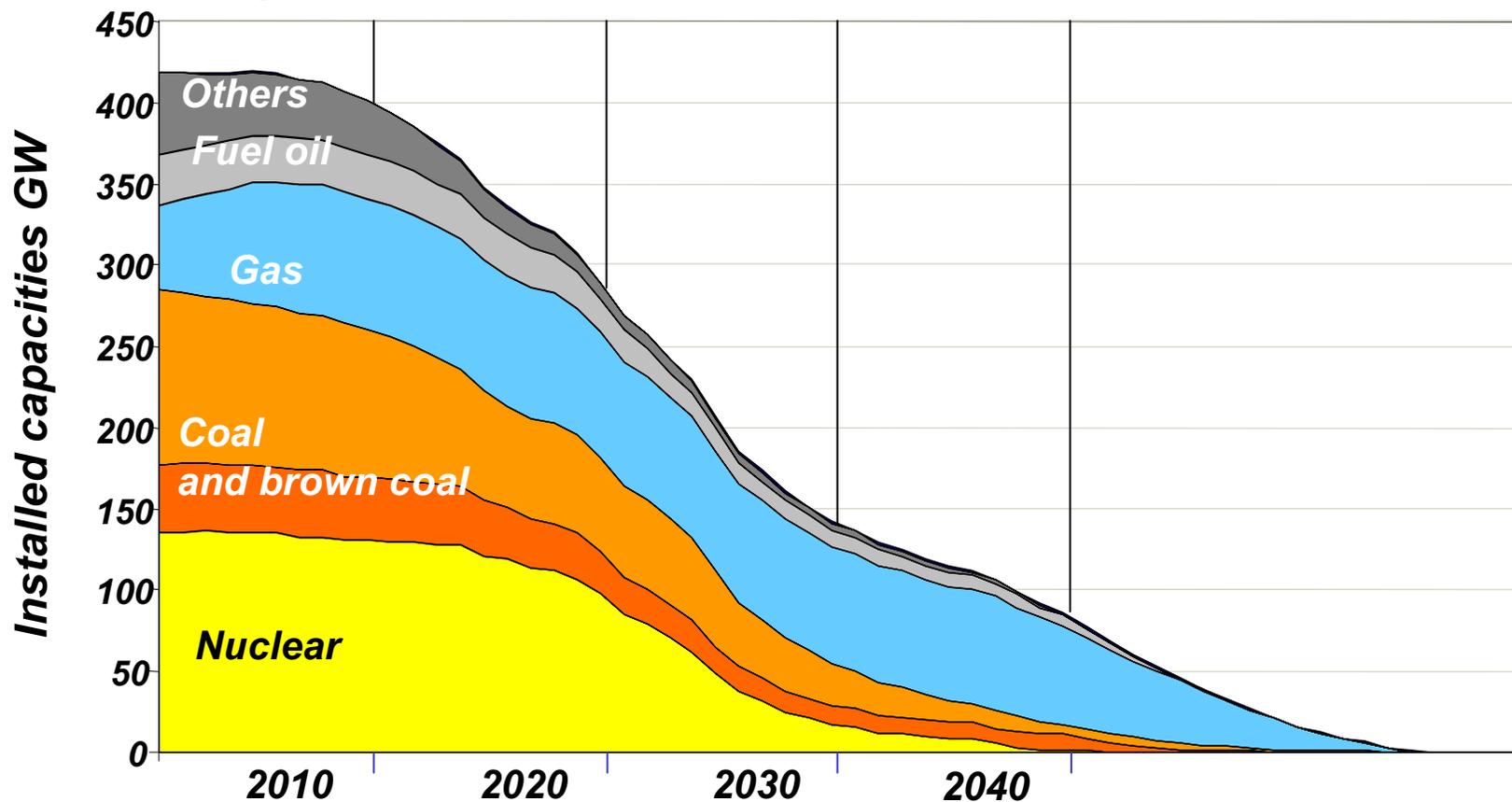


**Europe's power plants are ageing: half current capacity - mostly coal-fired - could be retired by 2030**

**Fonte IAE**

# A geração entra no ciclo de reinvestimento após período de sobrecapacidade na Europa

**The European thermal and nuclear fleet retirements**



**Mais de 100 GW de capacidade nuclear precisa ser substituída entre 2010 e 2030**

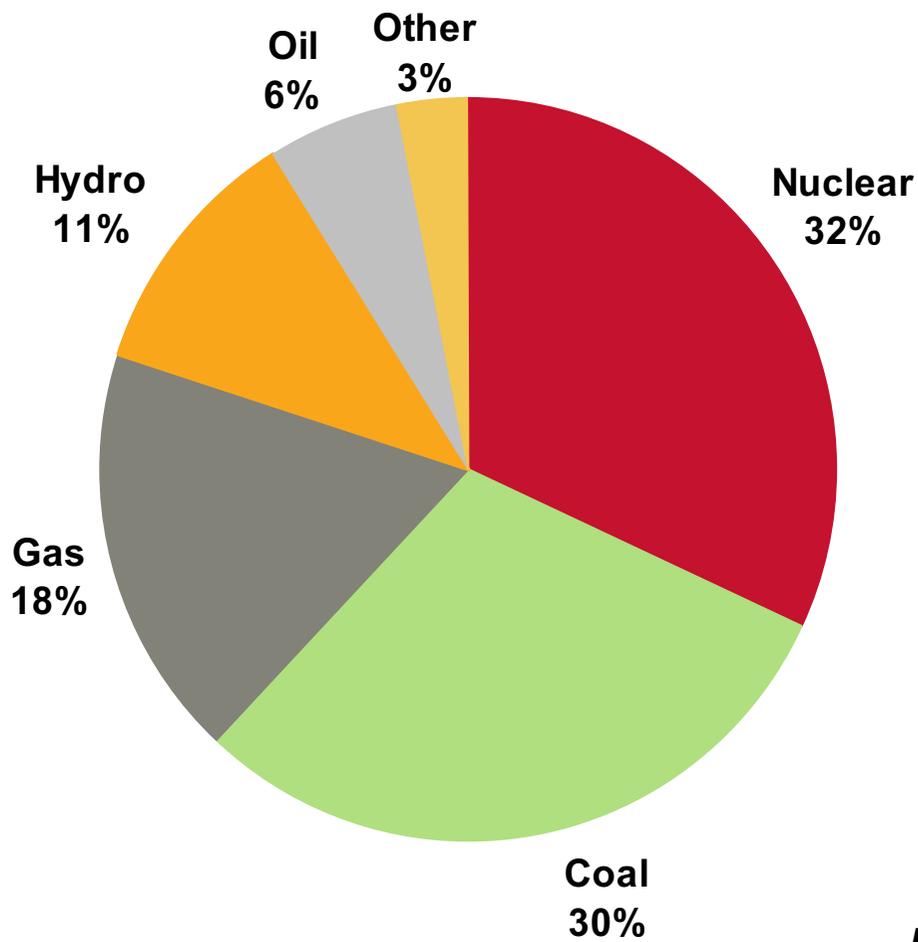
Fontes: Eurelectric and EDF

## *Livro Verde da Comissão Europeia de Energia, Março 2006*

- ***Aumento da dependência de importação.***
- ***As reservas de gás concentram-se em poucos países.***
- ***Aumento do preço do petróleo e gás. Os preços altos do petróleo e do gás permanecerão.***
- ***Há uma necessidade urgente de investimentos. Somente na Europa, serão necessários, nos próximos 20 anos, investimentos em torno de um trilhão de Euros, para suprir a demanda de energia e para substituir a infraestrutura envelhecida.***

# *Um terço da eletricidade da Europa é gerada por 155 reatores nucleares*

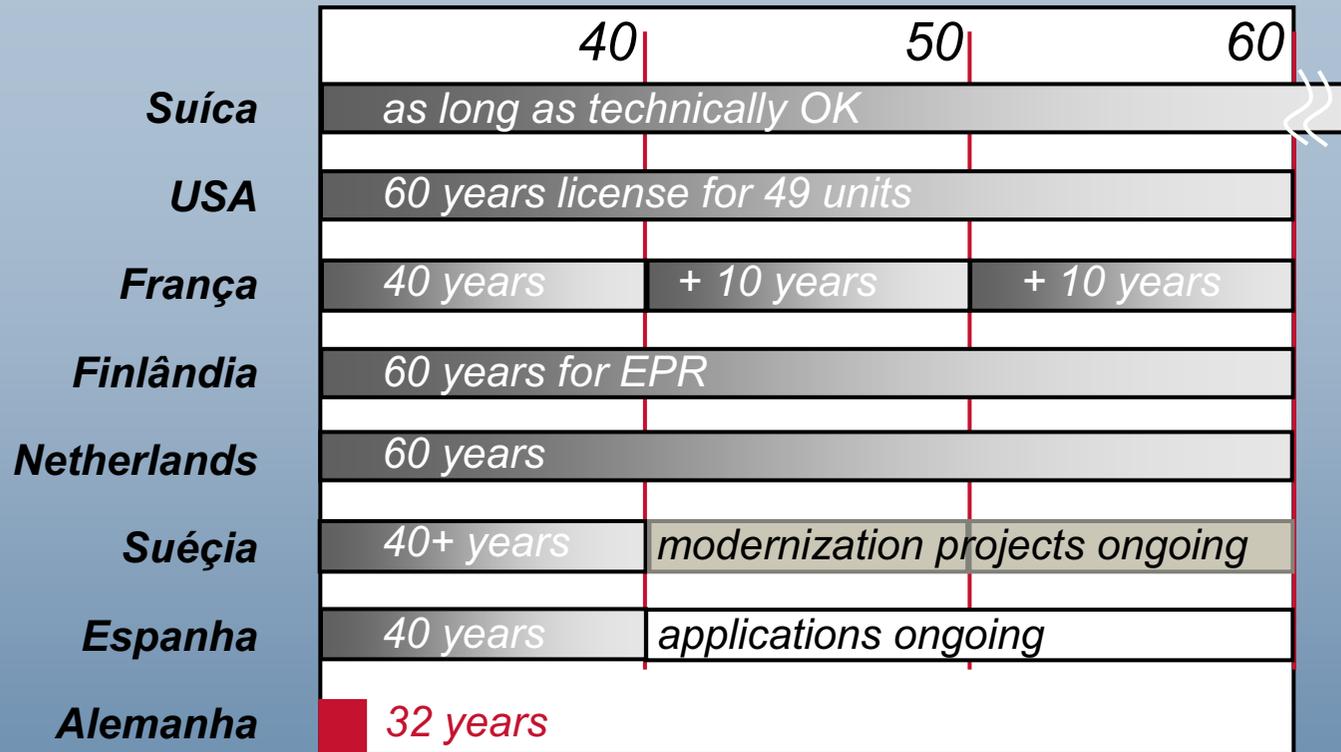
## ***EU-25 Power Shares 2002***



**Fonte: Eurostat**

# Modernização das Usinas: Economise seu Dinheiro!

*maximum life-time in years*



**German utilities have a clear competitive disadvantage in the liberalized electricity market**

# Energia Nuclear na Europa



*Finlândia:  
3 OL em  
construção.*

*Construção de um  
6º reator em  
discussão.*



FINLÂNDIA

# Energia Nuclear na Europa



*França:*

*A EDF começou o primeiro EPR com “series-forerunner” em Flamanville.*

*Suez-Electrabel está avaliando a possibilidade de construir um EPR na França.*



**FRANÇA**



**Abril 2007**



# Energia Nuclear na Europa



*Holanda:*

*Aumento da vida útil da Usina de Borssele até 2033, está sendo avaliada a construção de uma nova usina nuclear .*



HOLANDA

# Energia Nuclear na Europa



## GRÃ BREITNHA

### Grã Bretanha:

*Preparação para novo programa nuclear com a experiência das antigas usinas Magnox devido a queda da disponibilidade de gás.*

*O EPR da AREVA está na fase da pré-licença no Reino Unido.*

*Favorecendo o apoio de alianças das empresas interessadas como EDF, Iberdrola, RWE, E.ON, Suez-Tractebel, Vattenfal, etc.*



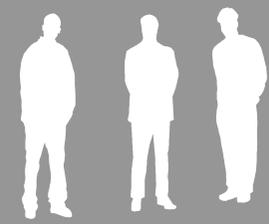
# Energia Nuclear na Europa



ITÁLIA

**Itália:**  
**ENEL:**

- *É a maior proprietária das NPPs da Eslováquia*
- *Adquire 3400 MW das NPPs da Espanha.*
- *Pretende adquirir 15% do 1º reator GEN3 da França.*



# Energia Nuclear na Europa



**BULGÁRIA**

*Bulgária:  
Conclusão de Belene 1  
e construção de  
Belene 2*



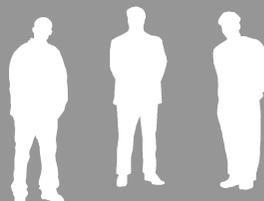
# Energia Nuclear na Europa



**Suíça:**  
A Suíça participa do Fórum Internacional de IV Geração.

Em discussão o projeto para a substituição das antigas usinas nucleares de Muehleberg e Beznau em 2020.

Todas as empresas suíças da área nuclear começam a se preparar para realizar as próprias construções.



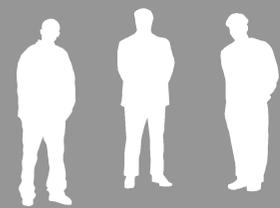
SUÍÇA

# Energia Nuclear na Europa



SUÉCIA

*Suécia:  
Os operadores estão modernizando as usinas e querem estender a vida útil em até 60 anos. A maioria do público em geral é contra o “phase-out” da energia nuclear.*



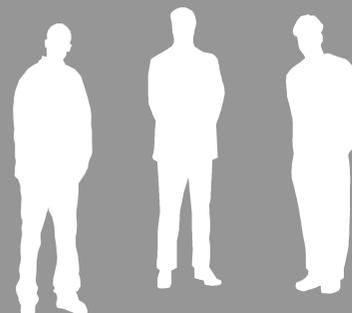
# Energia Nuclear na Europa



## Lituânia e Países Bálticos:

LITUÂNIA

**A Construção de uma NPP com o projeto ocidental está sendo considerada para substituir Ignalina (RBMK, 2x1500 MW).**



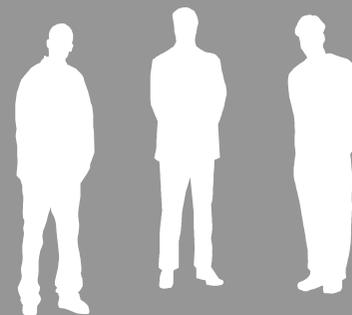
# Energia Nuclear na Europa



ESLOVÁQUIA

*Eslováquia:*

*Enel, principal acionista da Slovenske Elektrarne, está interessada na conclusão da Mochovce 3 & 4 (2x440 MW VVER)*



## *Perspectivas para novas NPPs*

### **Forças Propulsoras**

- ▶ **Aumento da demanda de eletricidade e/ou necessidade de substituição de antigas usinas nucleares e fósseis**
- ▶ **Instabilidade no mercado internacional de combustíveis fósseis**
- ▶ **Continuação do compromisso de preservar o meio ambiente e combater a mudança de clima**
- ▶ **Necessidade de geração básica confiável**
- ▶ **Custos competitivos da produção de energia**

## *Perspectivas para novas NPPs*

### **Pré requisitos**

- ▶ Usinas Nucleares competitivas
- ▶ Aumento de segurança ( $CDF \leq 10^{-6}/a$ )
- ▶ Vendedores de reatores nucleares no mundo com compromisso a longo prazo
- ▶ Base de sub-fornecedores viável
- ▶ Continuação de R&D e educação/formação na área de tecnologia nuclear
- ▶ Depósito e tratamento de resíduos com alta tecnologia
- ▶ Aceitação Pública

**Apresentação da AREVA**

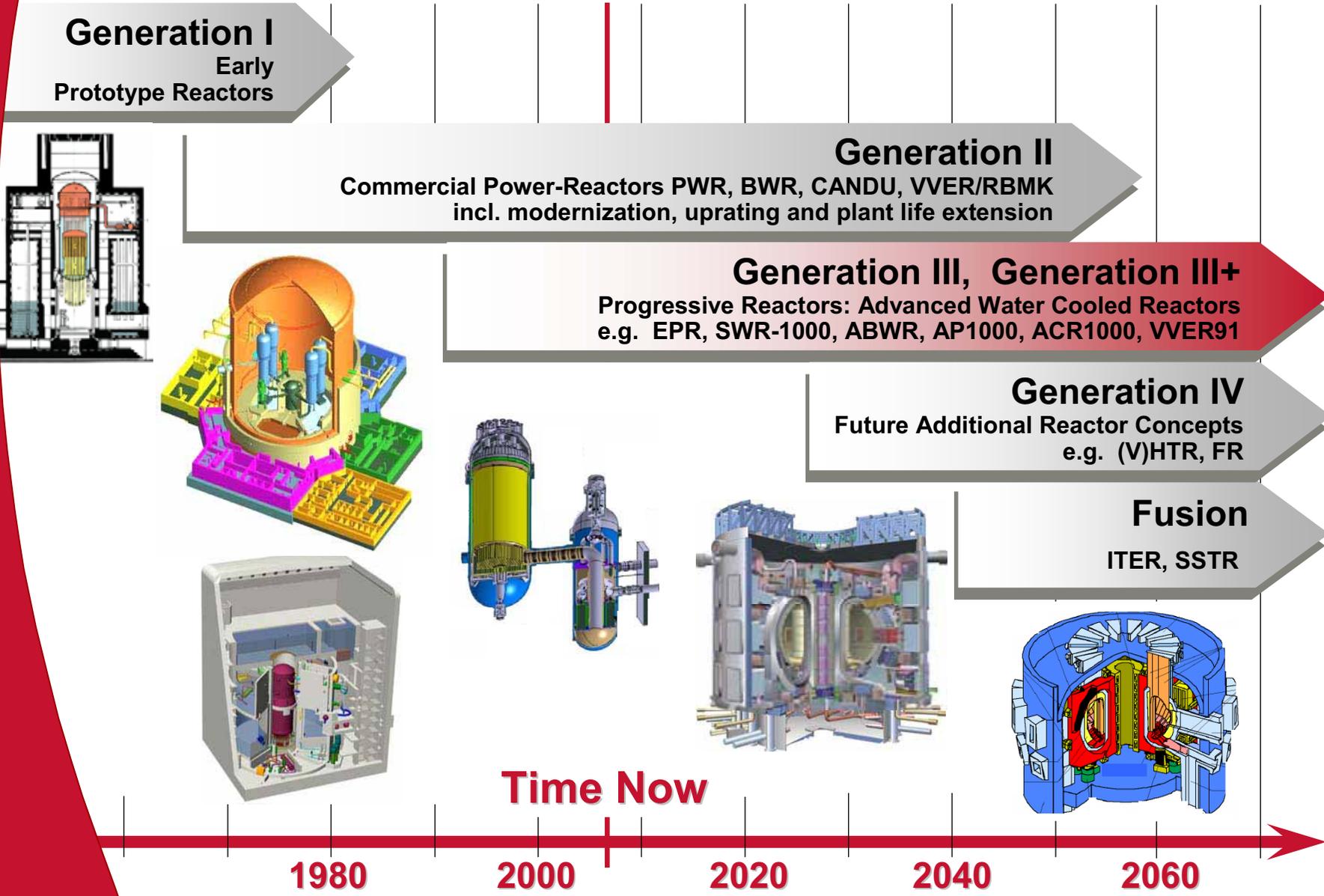
**Situação da Geração de Energia Nuclear**

**Tendências do Mercado Nuclear na Europa**

**Novos Reatores da 3ª Geração +**

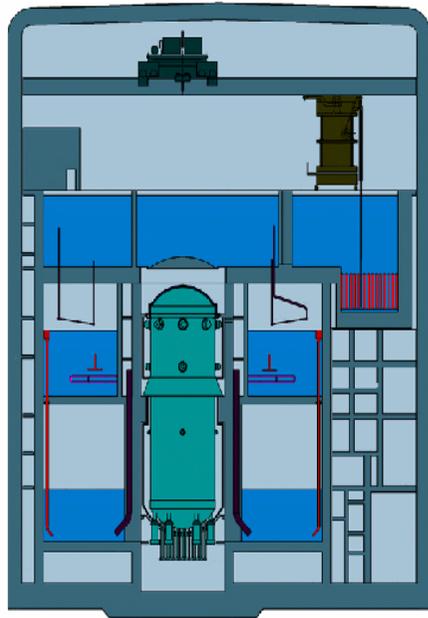
# Chronology of Reactor Generations

Advanced Gen-III+ Reactors

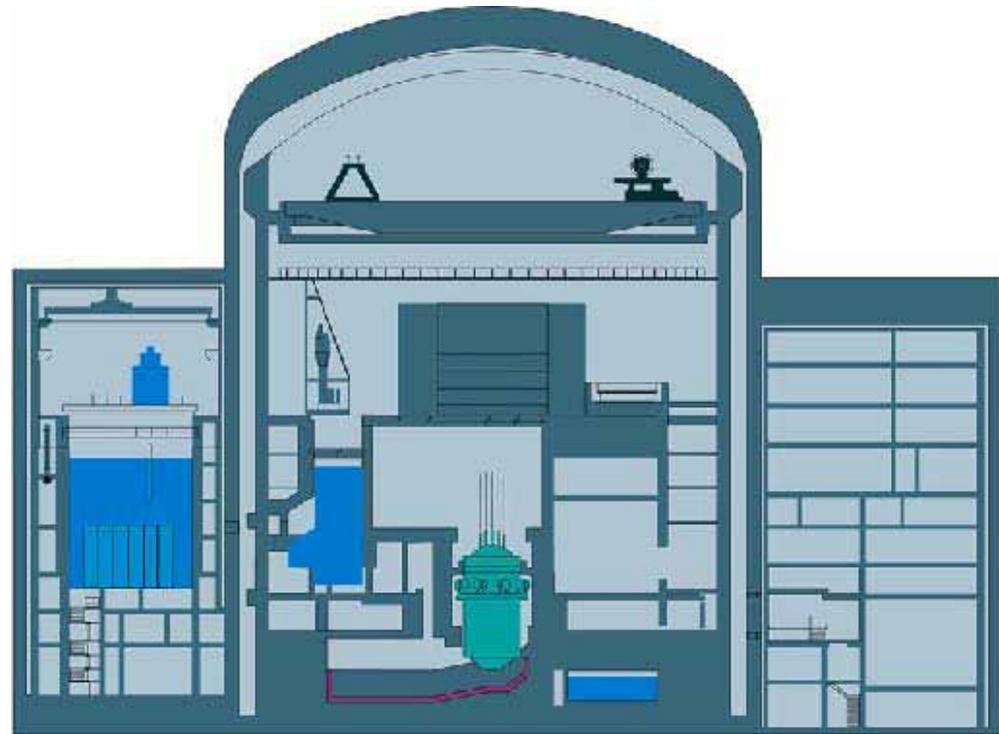


# *Terceira geração de reatores: Aumento da segurança, melhoria da relação custo-benefício*

**SWR 1000**



**EPR (Evolutionary Power Reactor)**

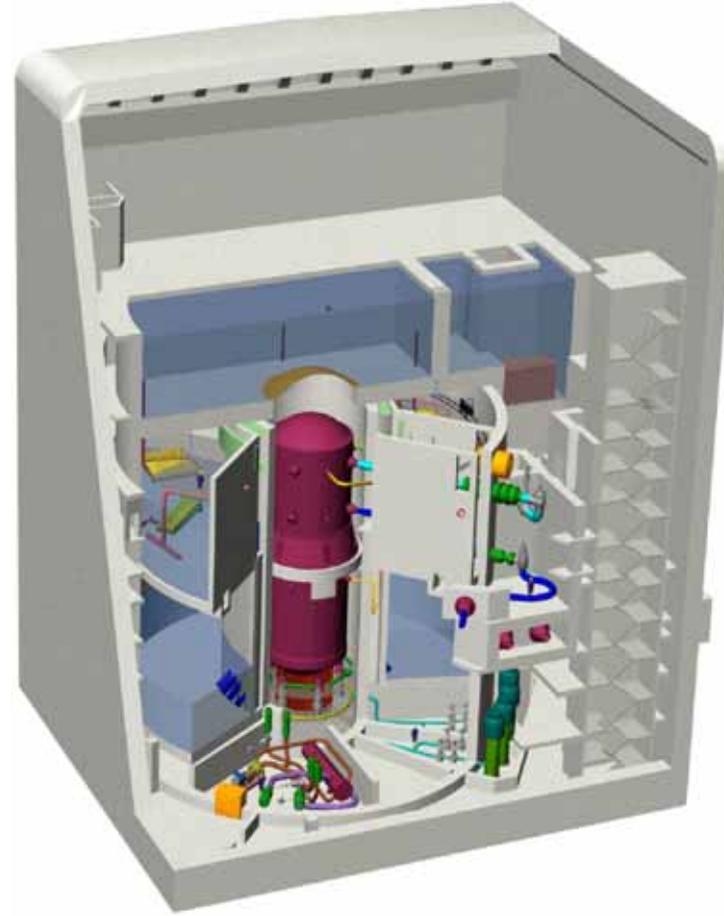


***Um avançado design baseado em tecnologia testada***

# SWR-1000

*Próxima Geração  
Tamanho Médio BWR*

***Geração-III + Reactores da AREVA NP***



Parceria Internacional

SWR-1000

EPR

EPR & SWR-1000



## Usinas alemãs e AREVA NP

com contribuições de:



Finlândia: Teollisuuden Voima Oy (TVO)  
Technical Research Center of Finland (VTT)



França: Electricité de France (EdF)



Suíça: Paul Scherrer Institut (PSI)



Alemanha: Research Center Jülich (FZJ)



Holanda: Dutch Utilities (NRG)

# Geração-III+ Reatores da AREVA NP

**EPR & SWR-1000**

<i>Design Goals</i>	<b>SWR-1000</b>	<i>EPR</i>
<p style="text-align: center;"><b>Segurança</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Introdução de sistemas de segurança com atributos passivos</i></li> <li>➤ <i>Alto grau de diversidade tanto quanto a redundância dos sistemas e componentes</i></li> <li>➤ <i>Redução da probabilidade de fusão do núcleo</i></li> <li>➤ <i>core meltdown postulado sem acoes da emergencia</i></li> <li>➤ <i>Maior período de tempo antes da necessidade de intervenção manual (&gt; 3 Dias)</i></li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Operação e Economia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Desenho do sistema operacional baseado no sistemas de operação de outras usinas para alcançar alta eficácia</i></li> <li>➤ <i>Alta eficácia e pequena espera</i></li> <li>➤ <i>Pouco custo de manutenção devido ao simples design de manutenção</i></li> <li>➤ <i>Ciclos de recarga flexíveis (12 a 24 meses) e alta eficácia de combustível/ burn-up (até 65 GWd/t)</i></li> <li>➤ <i>60 anos de operacao projetado</i></li> <li>➤ <i>Menor tempo de construção de 48 meses</i></li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>SWR-1000</b> <i>As metas de segurança cumprem os padrões de segurança Internacionais da NRC</i></p>	<p style="text-align: center;"><i>Os custos de produção de energia são competitivos com as usinas nucleares maiores tanto quanto as usinas de combustível fóssil</i></p>	

# Geração-III + Reatores da AREVA NP

EPR & SWR-1000

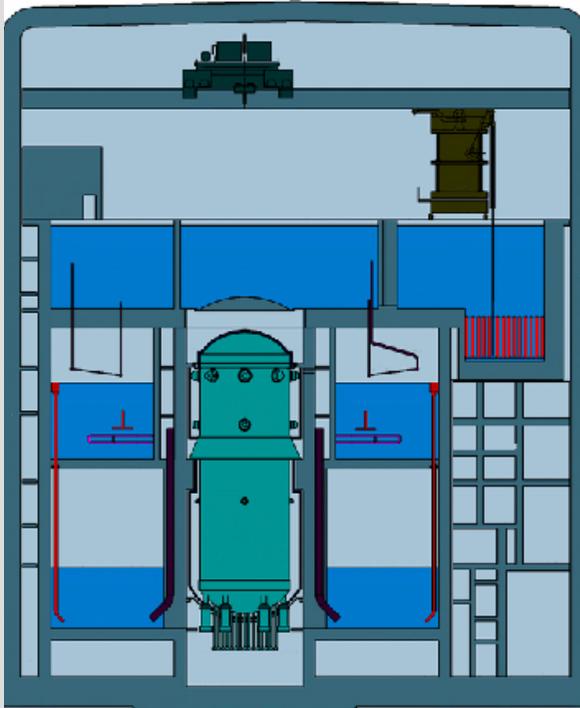
<b>Contenção</b>	<b>SWR-1000</b>	<b>EPR</b>
------------------	-----------------	------------

Proteção contra Aviões



	Protection against		
	Earth quake	Airplane crash	
		Full Protection	Phys. Sep., Wreckage, Fire
Reactor building	✓	✓	
Main control room	✓		✓
Emergency control room building	✓		✓
Diesel & Cooling water system building	✓		✓

## Operação e Economia



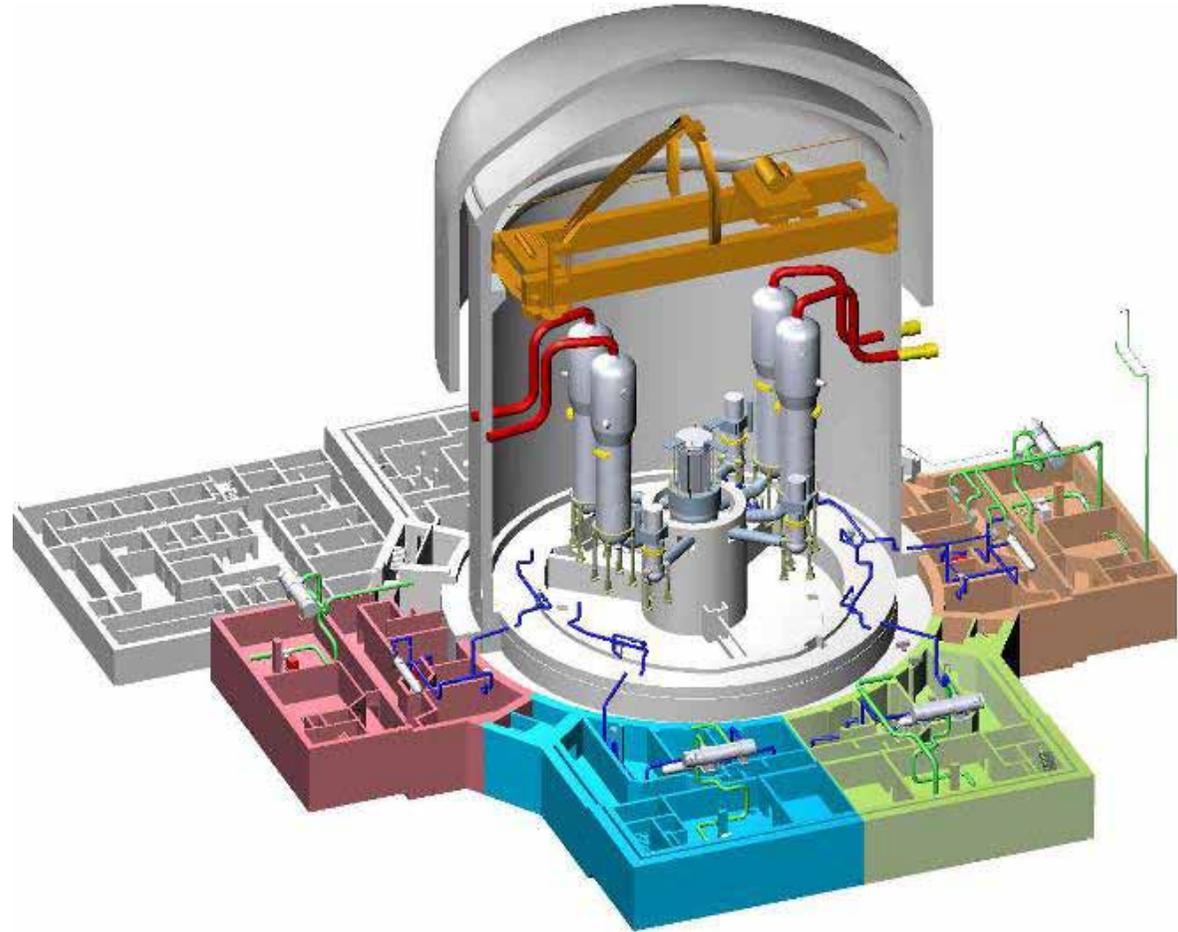
- ✓ *Baixo custo de investimento, baixo custo de O&M e alta disponibilidade das usinas.*
  - ✓ *Pouco custo de manutenção devido ao simples design de manutenção*
  - ✓ *O SWR-1000 foi projetado para alcançar alta disponibilidade com pequenas paradas.*
  - ✓ *60 anos de operação projetado*
  - ✓ *Menor tempo de construção de 48 meses*
- ✓ *Ciclos de recarga flexíveis (12 a 24 meses) e alta eficácia de combustível/ burn-up (até 65 GWd/t)*

***Esta usina nuclear de médio porte está pronta para implementar!***

EPR & SWR-1000

# EPR

(Evolutionary Power Reactor)  
Advanced PWR



# Geração-III + Reatores da AREVA NP

*Parceria Internacional*

SWR-1000

EPR

**EPR & SWR-1000**



**Full members**

**Associated Member**



*French Utility – EDF*



*German Producer Federation – VDEW*



*Finnish Producers – Fortum & TVO*



*Spanish Nuclear Utilities – DTN*



*Belgian Utilities – Tractebel*



*Italian Nuclear Facilities – SOGIN*



*Dutch Utilities – NRG*



*UK Nuclear Producer – British Energy / Nuclear Electric*



*Swedish Producers – Vattenfall / FKA*



*Swiss Producer Federation – UAK*



*Russian Nuclear Utility – REA*

# Geração-III+ Reatores da AREVA NP

## Design Goals

## SWR-1000

## EPR

### Segurança

- **O EPR cumpre com as Regras e Regulamentações de licenciamento tanto das autoridades alemãs quanto das francesas.**
- **Redundante múltiplo e diversos sistemas de segurança.**
  - **Redução da probabilidade de acidentes graves.**
- **Uso de instrumentação digital e tecnologia controlada.**
- **Aperfeiçoamento na interface entre seres humanos e máquinas.**
- **Tratamento do acidentes graves a core meltdown postulado**

*O sistema de segurança cumpre rigorosas exigências definidas internacionalmente.*

### Operação e Economia

- **Design de última geração de 1600 MW<sub>el</sub>**
  - **Conceito de desenvolvimento evolucionário para sistemas e componentes na base de trabalho e experiência de projetos para minimizar os riscos para investidores e operação da empresa.**
- **Alta eficácia no combustível do “burn-up” e alto grau de eficiência**
- **Alta disponibilidade e curto período para recarga de combustível.**
- **Manutenção simplificada devido a acessibilidade fácil e a padronização.**
  - **Vida útil do design de 60 anos**
  - **Período de construção menor.**

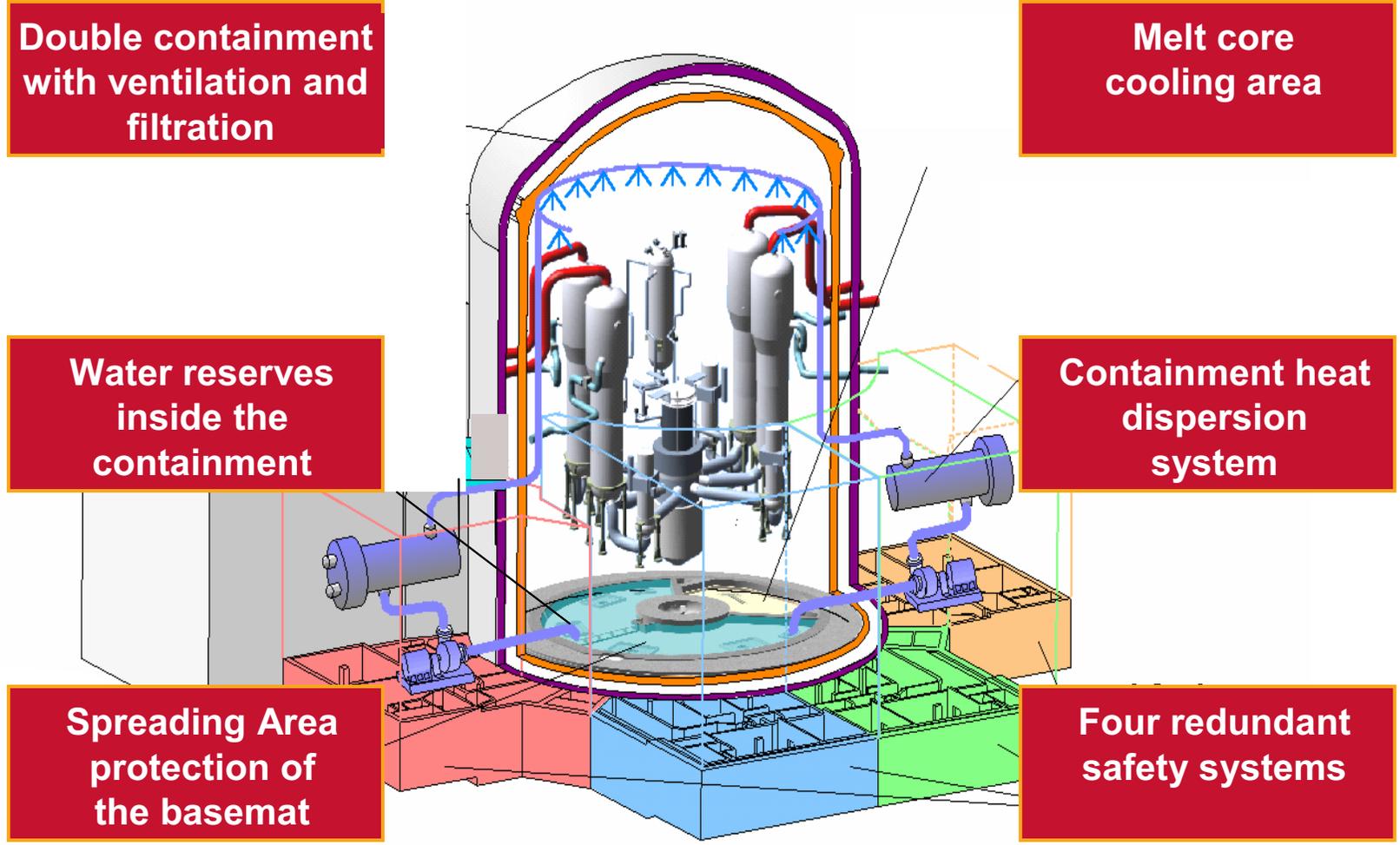
*Os custos de produção de energia com o EPR são aproximadamente 10% menores do que os das mais modernas NPPs hoje.*

## EPR – Um design evolucionário, desenvolvido com a experiência dos reatores mais recentes

	<b>EPR</b>	<b>N4 AREVA</b>	<b>Konvoi Siemens</b>
			
		Chooz 1+2 Civaux 1+2	Isar 2 Emsland Neckar 2
<b>Energia Térmica</b> <i>MWth</i>	<b>4300</b>	4250	3850
<b>Energia Elétrica</b> <i>MWe</i>	<b>1600</b>	1450	~1400
<b>Capacidade</b> %	<b>37</b>	34	34,5
<b>Número de loops primários</b>	<b>4</b>	4	4
<b>Número de elementos combustível</b>	<b>241</b>	205	193
<b>Vida útil</b> <i>anos</i>	<b>60</b>	40	

# *EPR Aumento da Segurança*

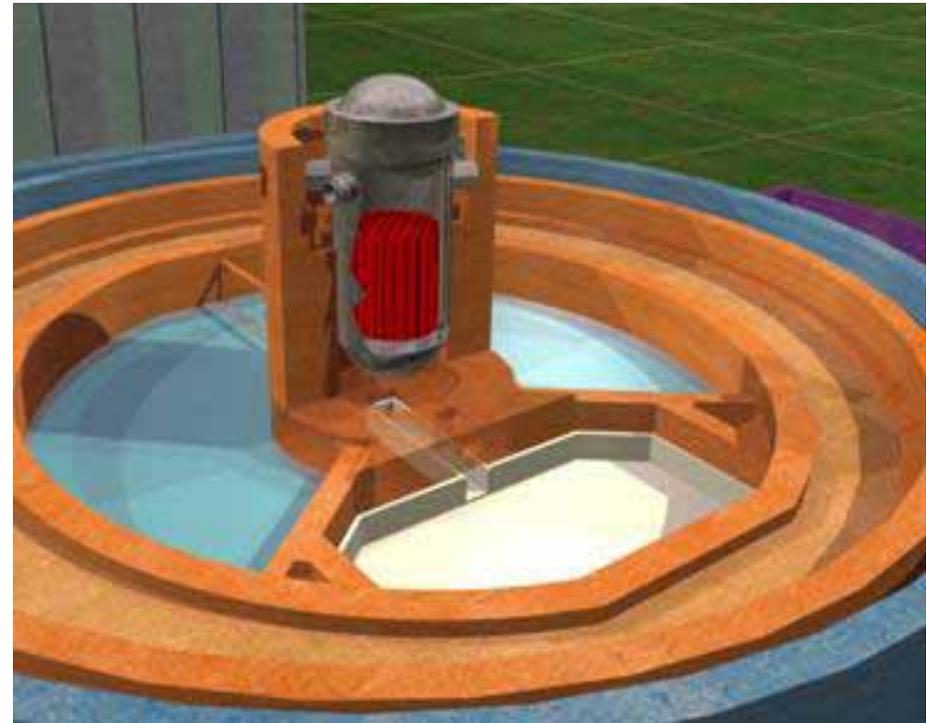
## *Principais Sistemas de Segurança do EPR*



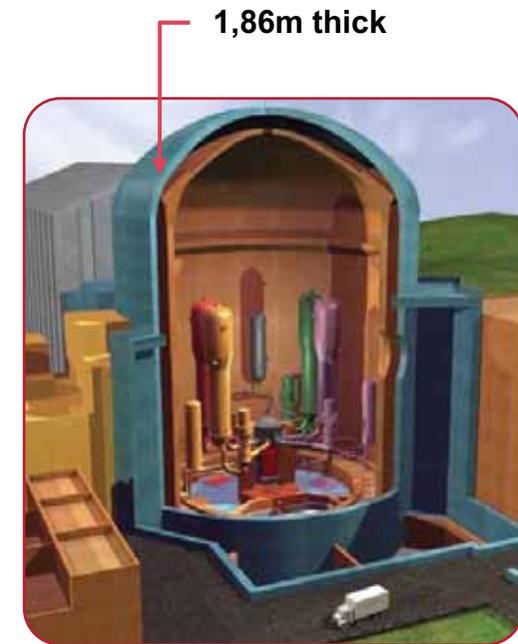
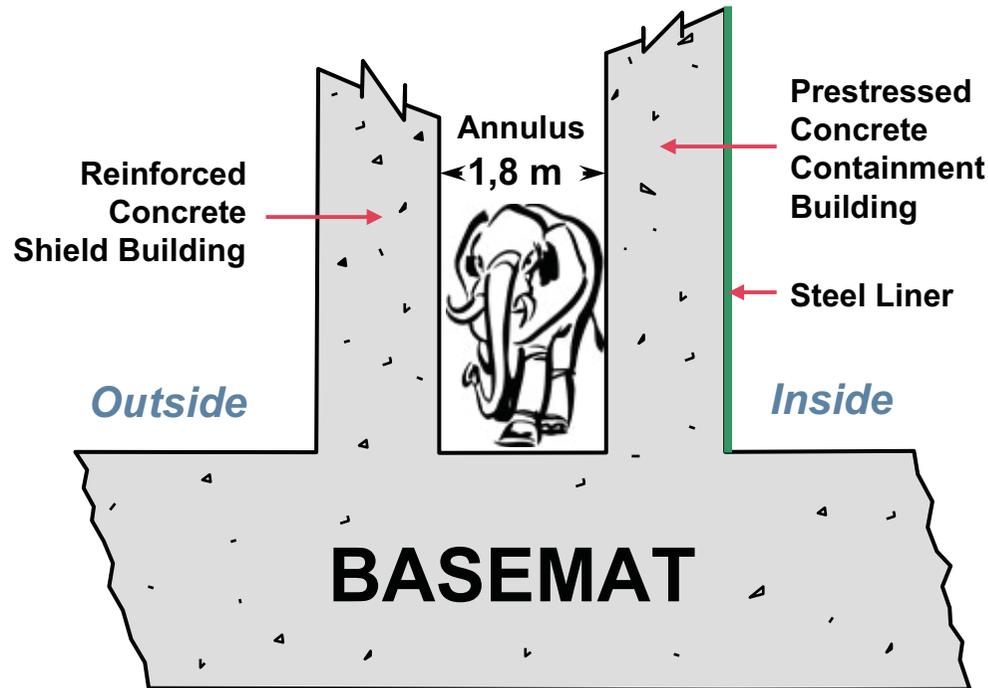
## ***EPR Mitigation of Severe Accidents***

### ***Short and long-term confinement function of the Containment***

- ***Leaktight double containment with steel liner***
- ***Postulated core melt down is safely stabilized within the containment***



# Post 9/11 aircraft crash resistance



**EPR Reactor, Fuel and two Safeguard Buildings are plane crash resistant:**

**No supplementary cost or licensing delay**

**Bolstering public and political acceptance**

# Concepção EPR – 3ª Geração

## ALTO NÍVEL DE SEGURANÇA

Medidas adicionais para prevenir a ocorrência de eventos tais como danos ao núcleo

An extremely robust, leak tight containment

Redução da exposição de pessoas na operação e manutenção

## MAIOR PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE

Redução do uso de urânio, menor produção de plutônio e redução da geração de rejeitos de longa duração

## UM REATOR MAIS COMPETITIVO

Energia Elétrica por volta de 1600 Mwe,

Aumento da eficiência energética,

Melhor uso do combustível,

Duração ampliada para 60 anos,

Aumento da disponibilidade do reator – mais de 90%

Manutenção simplificada

## ***ATMEA – new medium sized Gen III+ PWR***

- > ATMEA - Joint Venture *AREVA and Mitsubishi*, located in Paris.**
- > ATMEA - Develop, market, license and sell an advanced Generation III PWR with 1100 MW.**
- > ATMEA 1 to be ready for licensing in less than 3 years.**
- > ATMEA 1 will complete AREVA's portfolio for all kinds different sizes/demands of new reactors.**



## *Considerando a experiência da Finlândia*



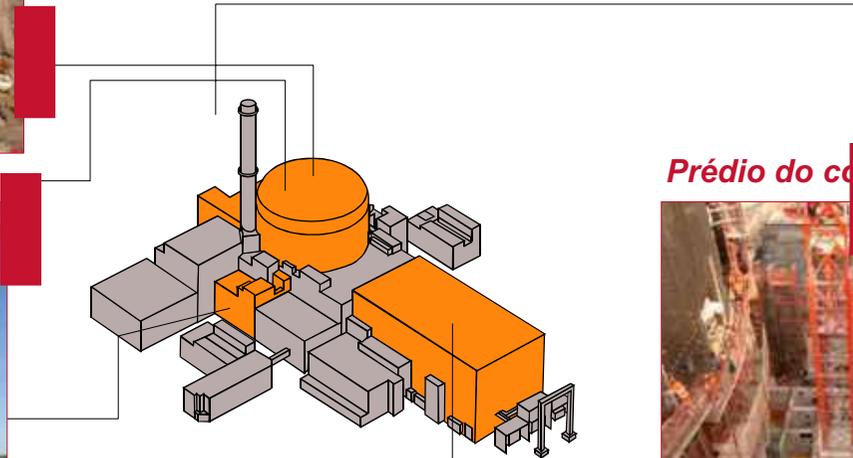
# Progresso da Construção Civil



*Prédio do Reator*



*Prédio da Segurança*



*Prédio da turbina*

*Prédio do combustível*



# *Prédio do Reator Lifting Containment Liner Section +12.0m*

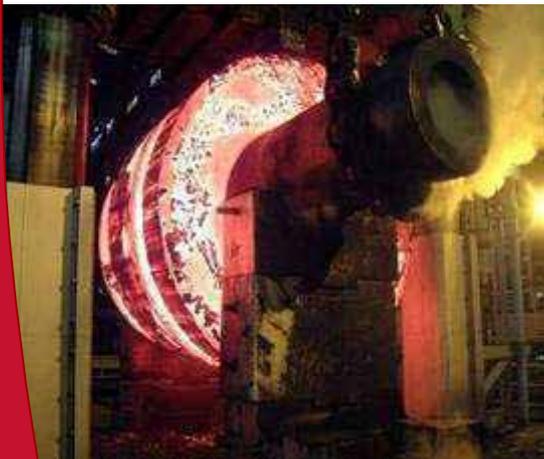
*Junho 07, 2007*



*Dezembro 20, 2006*

# **Pressurizador** **Sipping test**





## Vaso do Reator

- ▶ **Forjamento em Muroran, Japan Steel Works (JSW) (Japão)**
- ▶ **Fabricação em Kobe, Mitsubishi Heavy Industries (MHI) (Japão)**
- ◆ **Montagem final realizada**

**Agosto 2007**



# *Reactor Coolant Pump*

*Primeiro Invólucro após o trabalho mecânico na AREVA JSPM (França)*



## Três tarefas para a Energia Nuclear, Hoje e Amanhã

*Cobrir parte do crescimento da demanda de energia nos países industrializados e em desenvolvimento*

*Substituir as usinas nucleares que serão descomissionadas, iniciando por volta de 2010*

*Evolução da energia nuclear em novas áreas além da geração de eletricidade baseada em novos tipos de reatores („Generation IV“)*

**Nós estamos prontos  
para enfrentar estes  
desafios!**

**Thank You!**

**Muito Obrigado!**

**A**  
**AREVA**