

Marinha do Brasil



Comando da Marinha

Apresentação à Comissão de Relações Exteriores e de Defesa Nacional e à Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação, Comunicação e Informática do Senado Federal

25 de outubro de 2007





Roteiro



- O Programa Nuclear da Marinha (PNM)
 - Principais projetos e situação atual
 - O Ciclo do Combustível
 - Projeto do Laboratório de Geração Núcleo-Elétrica (LABGENE)
 - Situação atual e perspectivas
- Recursos orçamentários e estrutura de financiamento do PNM
 - Dispêndios em “dólares equivalentes”
 - Perspectivas de investimentos
 - Recursos humanos
- O significado do PNM
- Considerações finais



O Programa Nuclear da Marinha (PNM)

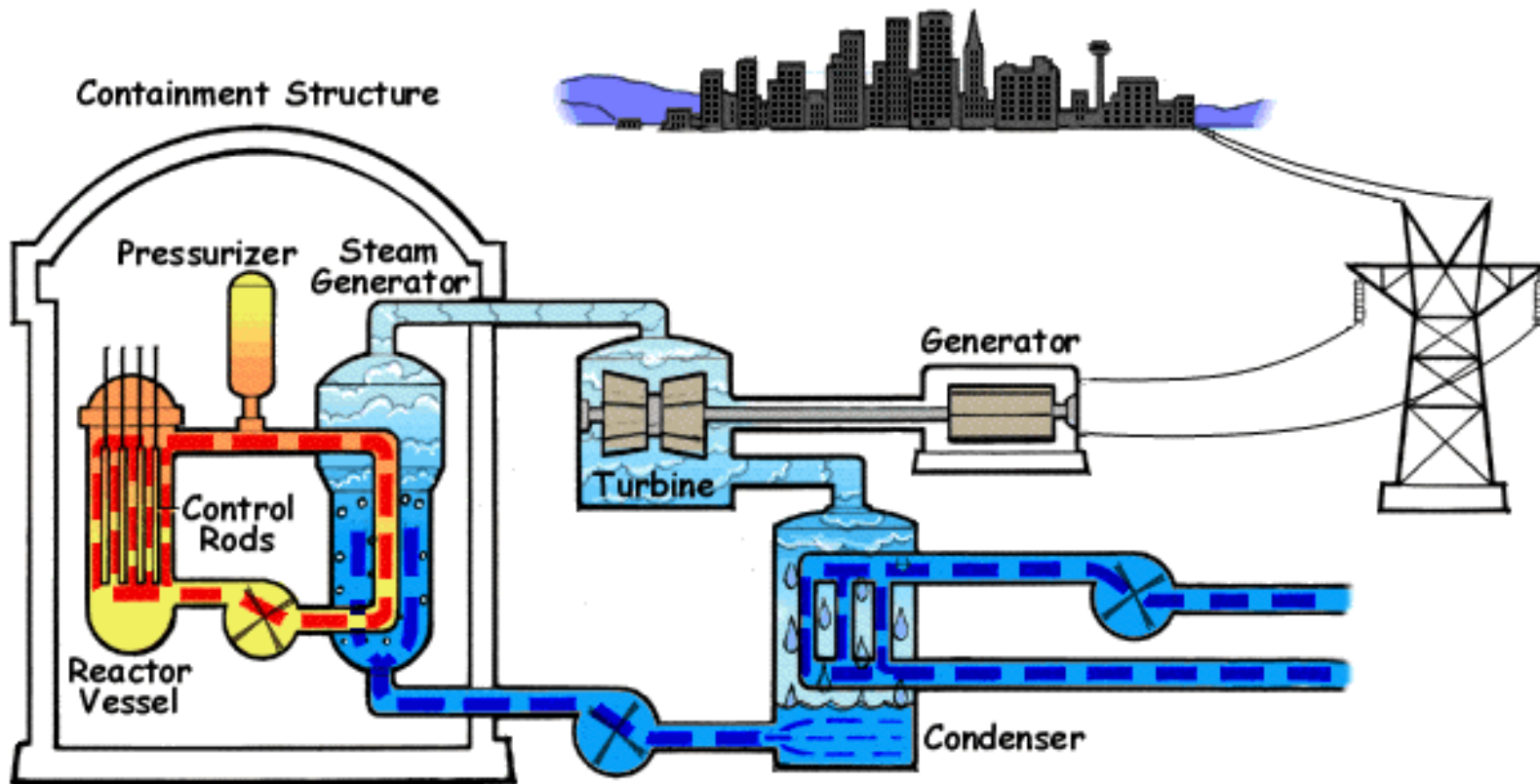


- tem como principal objetivo o ***desenvolvimento de capacitação tecnológica nacional*** no ***projeto, construção, comissionamento, operação e manutenção de reatores*** núcleo-elétricos tipo PWR e na ***produção de combustível*** nuclear.



Reator de Água Pressurizada

Geração de energia para cidades





O Programa Nuclear da Marinha (PNM) Situação atual



- o domínio completo do ciclo do combustível nuclear - **já conquistado**; e
- o desenvolvimento e construção de uma planta nuclear de geração de energia elétrica - **o que ainda não está pronto**.



O Programa Nuclear da Marinha (PNM)

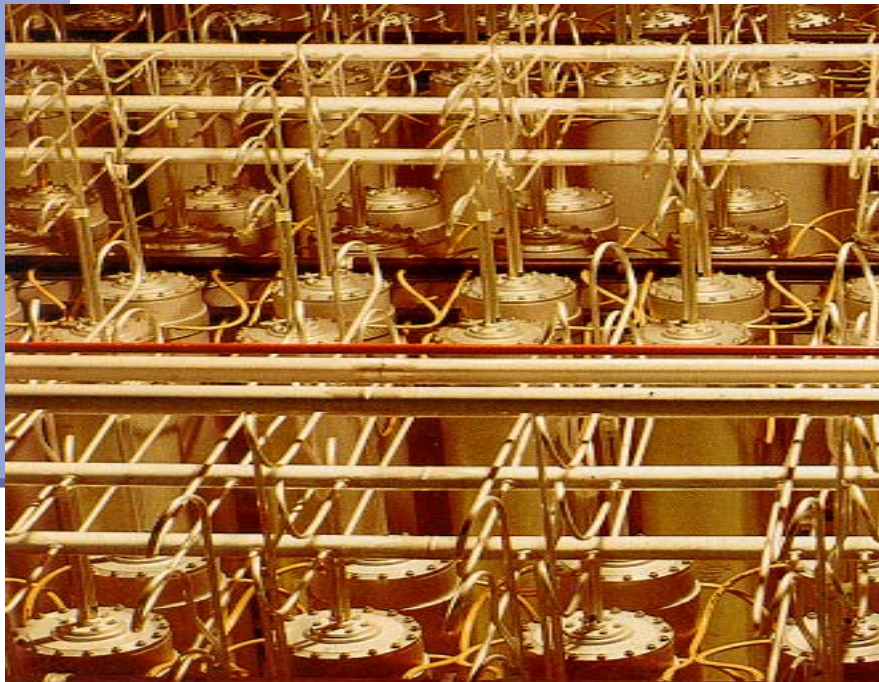




O Programa Nuclear da Marinha (PNM)



Projeto do Ciclo do Combustível



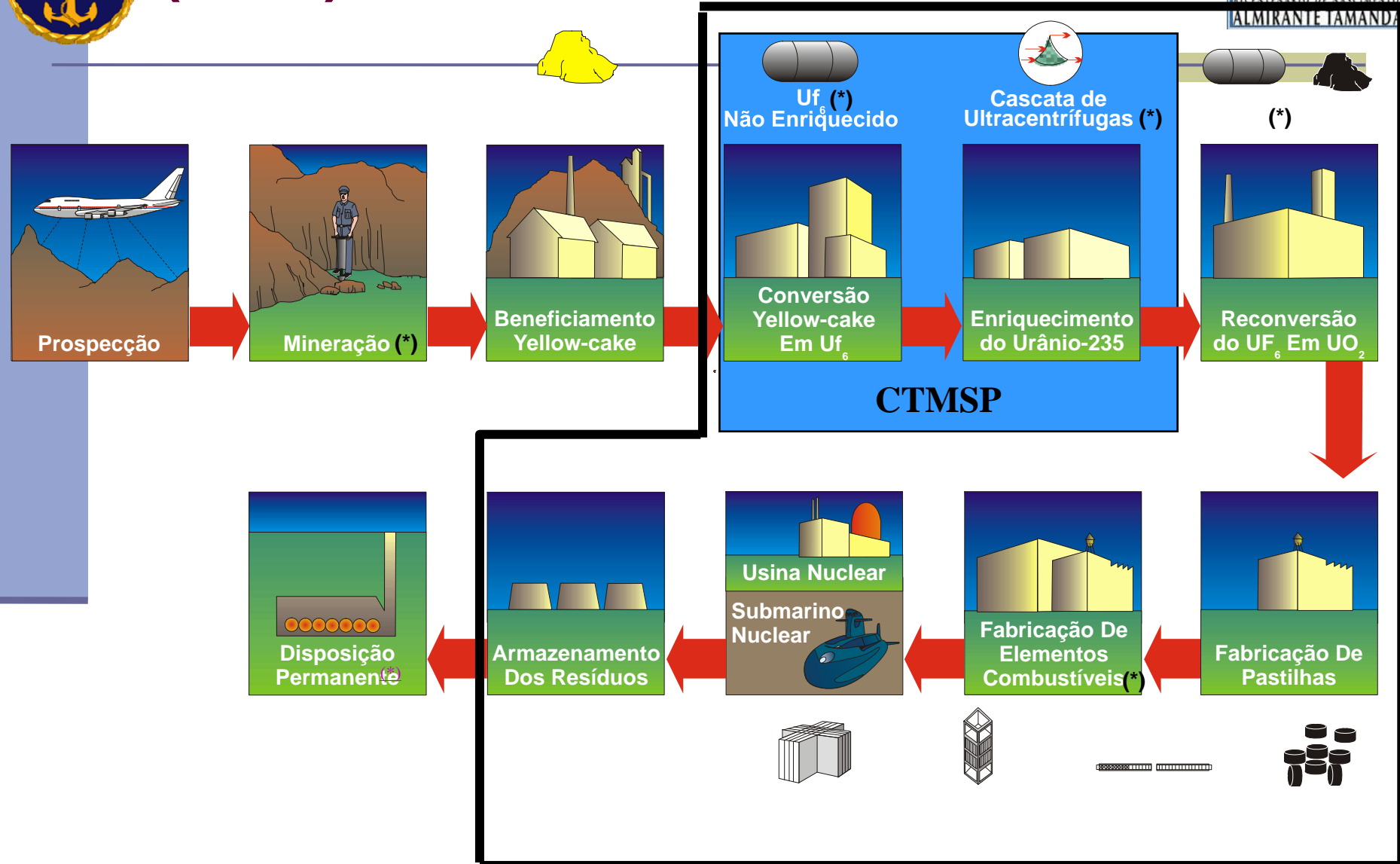
Processo de ultracentrifugação desenvolvido pelo CTMSP



Usina de Hexafluoreto de Urânio no Centro Experimental de Aramar (CEA)



O Programa Nuclear da Marinha (PNM) – O Ciclo do Combustível





O Programa Nuclear da Marinha (PNM) – O Ciclo do Combustível





O Programa Nuclear da Marinha (PNM)



Projeto do Laboratório de Geração Núcleo-Elétrica (LABGENE)



Prédio do Reator



Vaso de Pressão do Reator



O Programa Nuclear da Marinha (PNM)



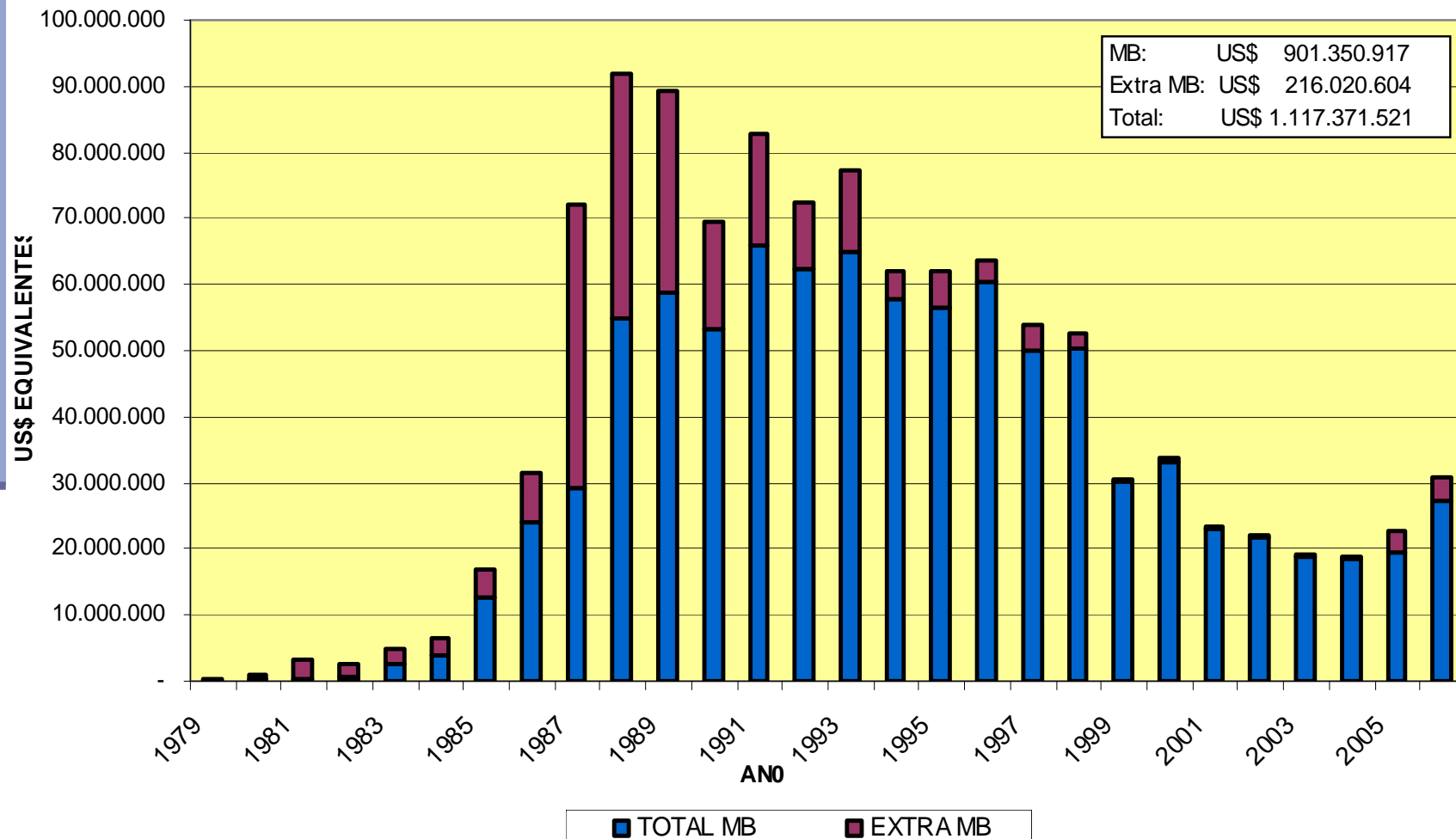
- “Estado vegetativo” do Programa Nuclear
- É um Projeto Nacional



Recursos orçamentários e estrutura de financiamento do PNM



DISPÊNDIO TOTAL ATÉ DEZ/2006





Perspectivas de Investimentos



| <i>Natureza</i> | <i>Valor</i> |
|---|-------------------------|
| <i>Pagamento de pessoal:</i> | <i>R\$ 50,5 milhões</i> |
| <i>Custeio:</i> | <i>R\$ 9,8 milhões</i> |
| <i>Preservação/manutenção de equipamentos:</i> | <i>R\$ 1,7 milhões</i> |
| <i>Total</i> | <i>R\$ 62,0 milhões</i> |
| <i>Recursos para manter o estado vegetativo</i> | |



Perspectivas de Investimentos

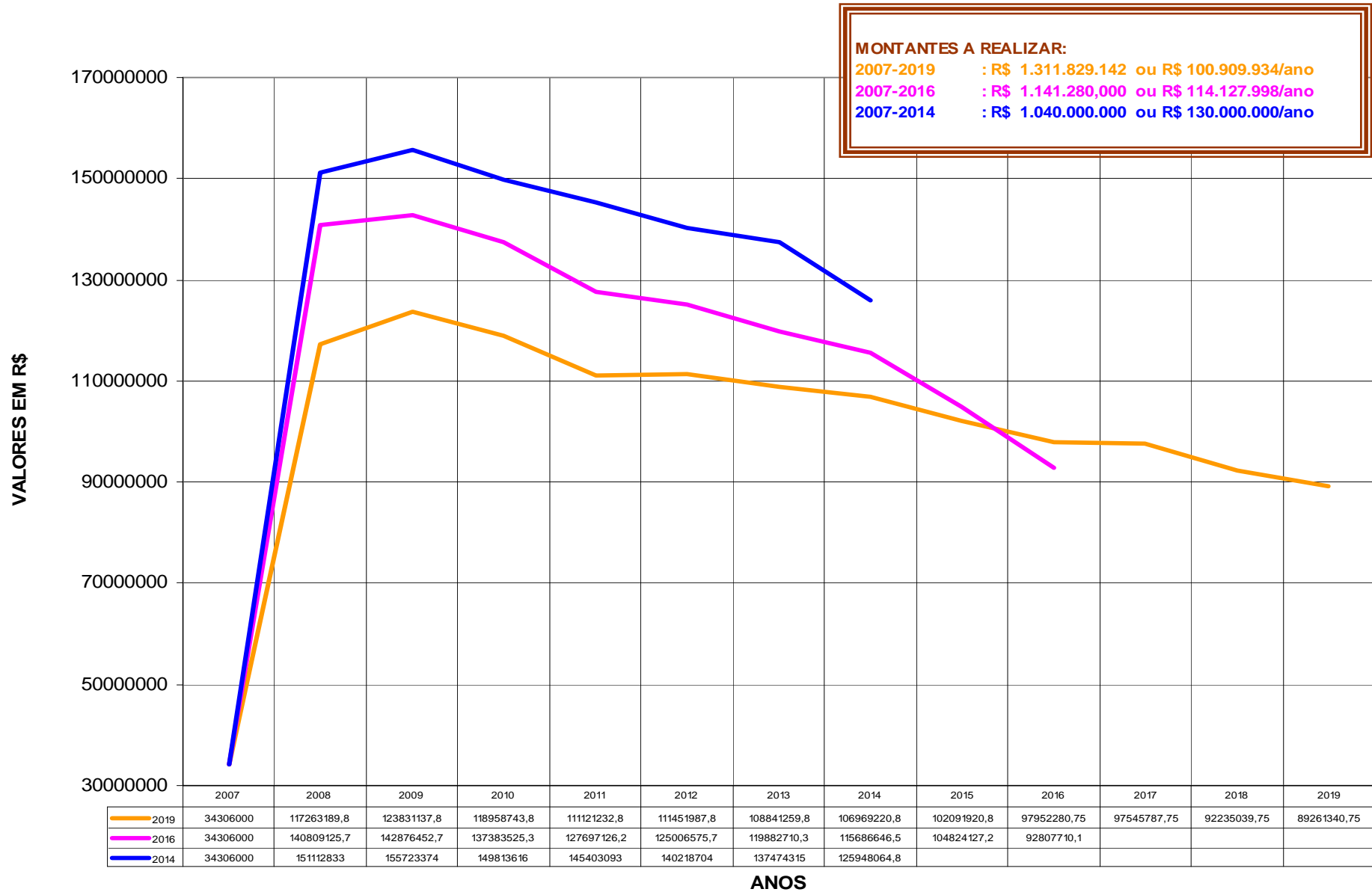


LABGENE

US\$ 130 MILHÕES EM EQUIPAMENTOS

PRONTOS EM ESTOQUE

CENÁRIOS





Perspectivas de Investimentos



- Falta de investimentos no Programa Nuclear:
 - Evasão de pessoal qualificado;
 - Perda de conhecimento técnico específico; e
 - Comprometimento dos investimentos já realizados.
- Retomada de aportes financeiros no Programa Nuclear:
 - Melhora nos prazos estipulados para a conclusão das principais metas do PNM;
 - Estímulo aos profissionais envolvidos e redução de evasões; e
 - Redução da carência da demanda de profissionais na área nuclear no Brasil.



O significado do PNM



- Grande capacidade de mobilização e estímulo dos setores de Ciência e Tecnologia e de produção;
- Capacidade de gerar efeitos de arrasto:
 - Por meio do incentivo à ampliação da base tecnológica nacional; e
 - Por meio do desenvolvimento de equipamentos e componentes de uso não restrito aos objetivos do Programa.



SCMPA-FRAGATAS CLASSE NITERÓI



SENDO CONFECCIONADO O SEGUNDO SISTEMA

- ◆ projetos de sistemas de controle e automação



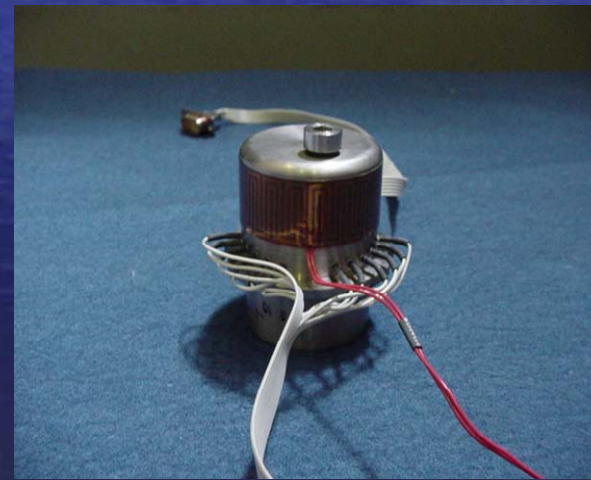


GIROSCÓPIO E ACELERÔMETROS



Projetos em andamento

◆ Giroscópio e Acelerômetros



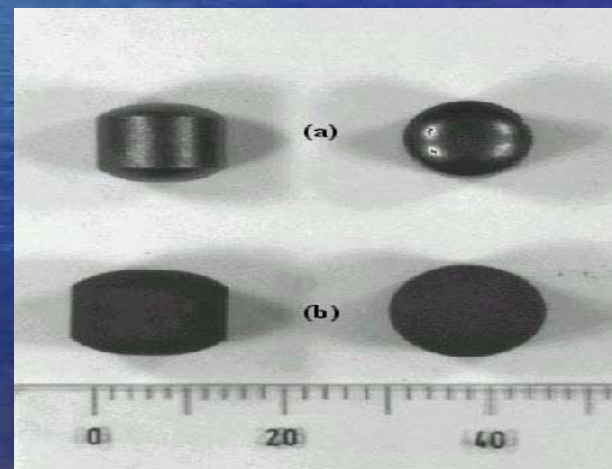


BLINDAGEM



Projetos decorrentes

- proteção balística





VÁLVULAS GÁS



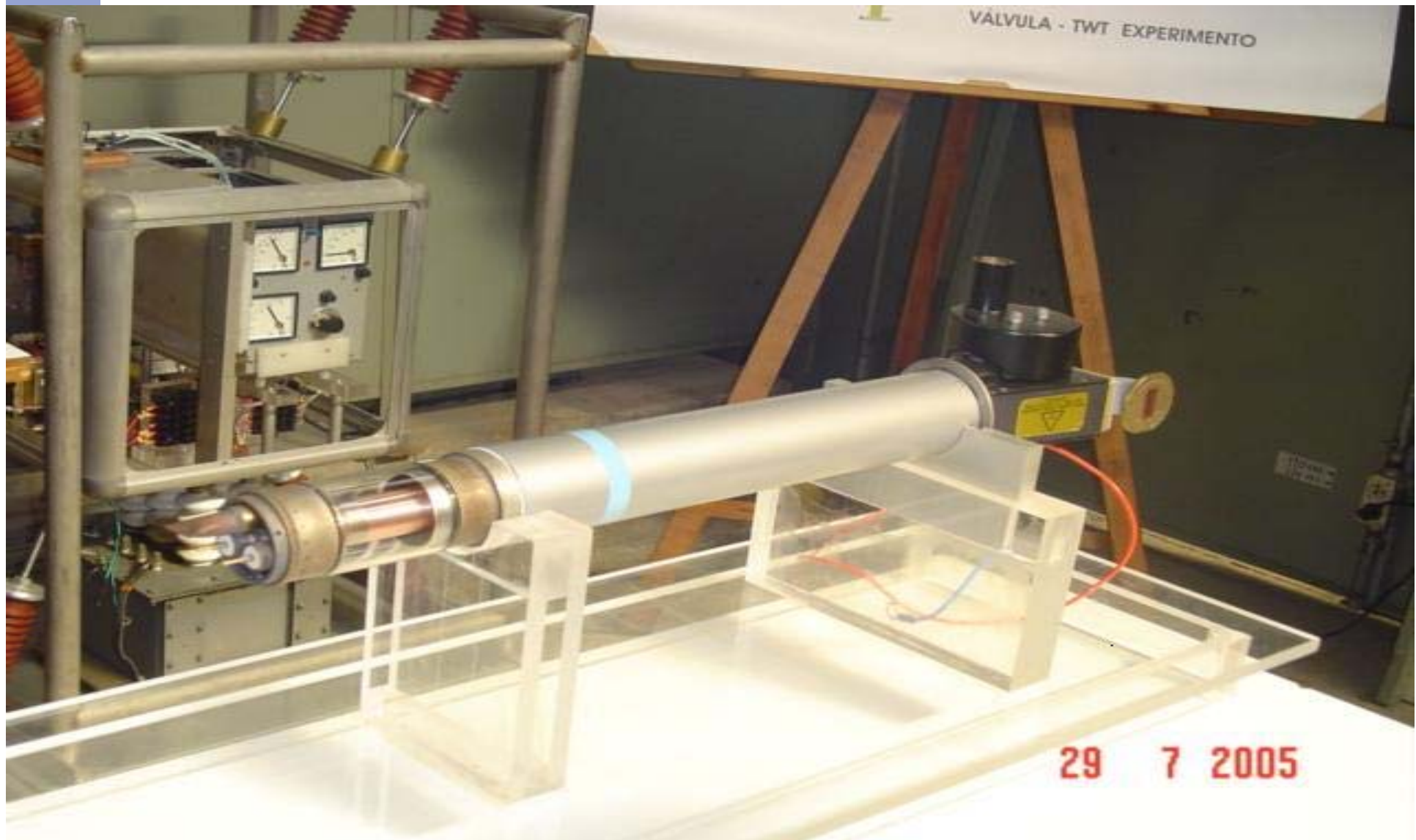
Projetos decorrentes

◆ válvulas



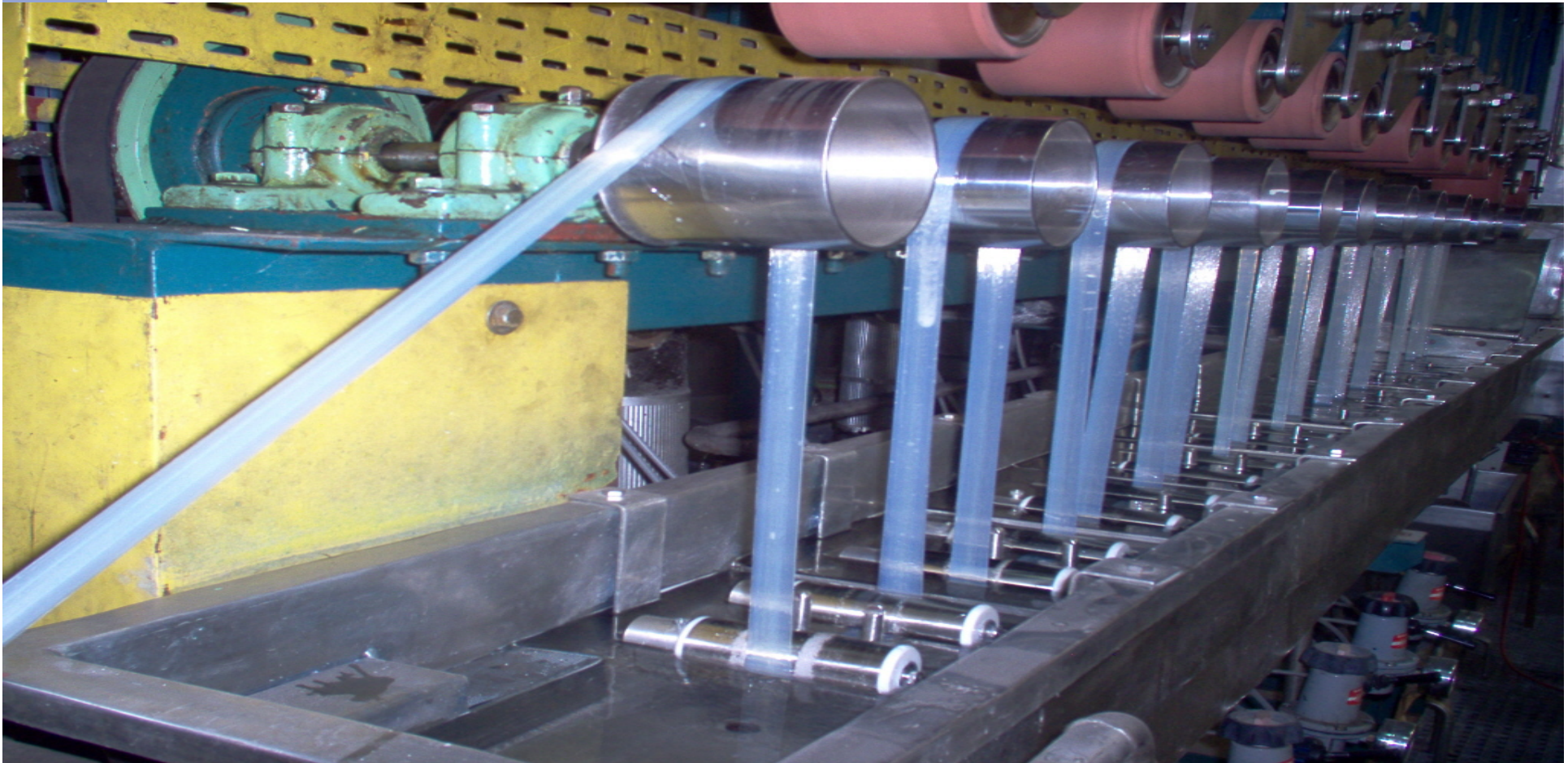


VÁLVULAS TWT





FIBRA CARBONO



ANÁLISE DE RISCO



CRIAÇÃO DE UM LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE RISCO





ENRIQUECIMENTO DE URÂNIO



WHO DOES ENRICHMENT?

| COUNTRY | CAPACITY, MTSWU* | PERCENTAGE, WORLDWIDE | TECHNOLOGY |
|-----------------------------------|------------------|-----------------------|-------------------|
| Russia | 15 000 | 31.5 | Centrifuge |
| United States | 11 300 | 23.7 | Diffusion |
| France | 10 800 | 22.7 | Diffusion |
| England, Germany, & Netherlands** | 8300 | 17.5 | Centrifuge |
| Japan | 1050 | 2.2 | Centrifuge |
| China | 1000 | 2.1 | Centrifuge |
| Brazil | 120 | 0.3 | Centrifuge |
| TOTAL | 47 570 | 100 | |

*Metric ton separative work units per year for commercial-scale facilities operational and under construction.

** The three countries operate enrichment facilities through the Urenco consortium.

Source: IAEA Nuclear Fuel Cycle Information System, Jan. 06



USEC

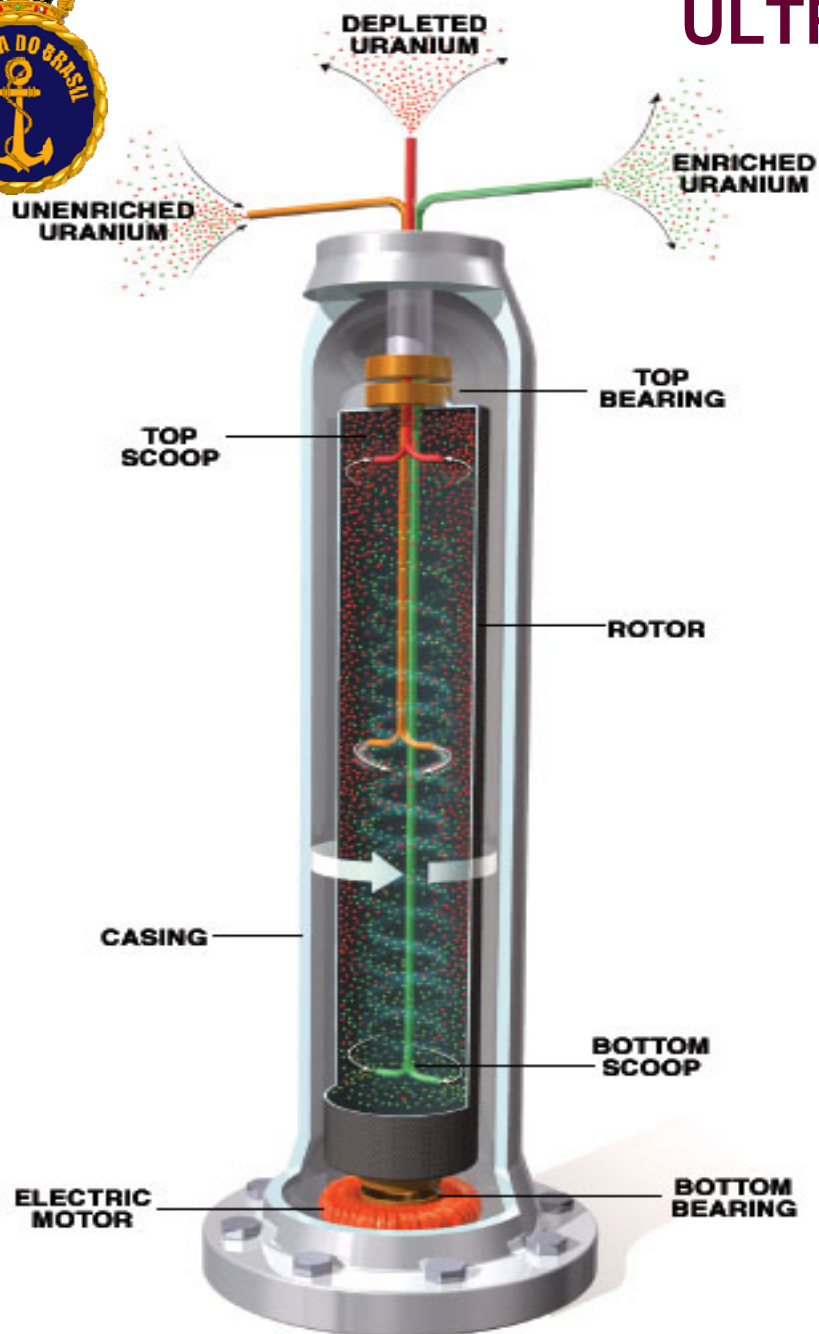


In June 2002, USEC signed an agreement with the US Department of Energy (DoE) to facilitate the company's demonstration and deployment of gas centrifuge uranium enrichment technology, which is referred to as the American Centrifuge™ technology. DoE spent more than \$3 billion over 20 years developing the technology.

USEC is working toward beginning commercial plant operations in late 2009 and having approximately 11,500 machines deployed in 2012, which would provide about 3.8 million SWU of production based on current estimates of machine output and plant availability.



ULTRACENTRIFUGAÇÃO



**PROJETO TOTALMENTE
AUTÓCNE**

**ROTOR TOTALMENTE
LEVITADO**

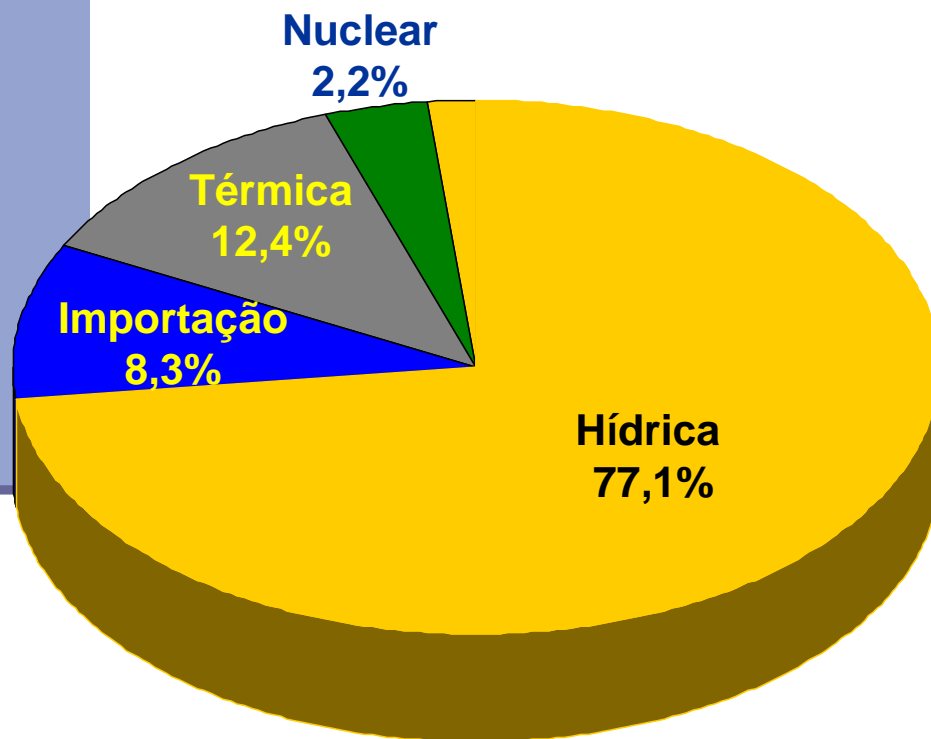
**PARCERIA COM A INB
IMPLANTAÇÃO DE UMA
PLANTA DE
ENRIQUECIMENTO DE
URÂNIO EM RESENDE**



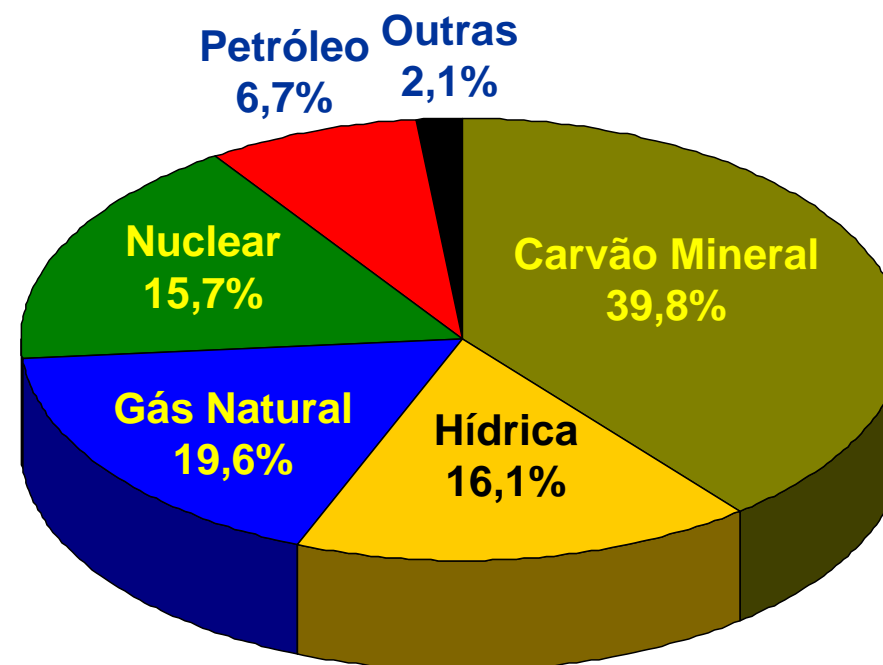
OFERTA DE ENERGIA - ELETRICIDADE



BRASIL - 2005



MUNDO - 2004



World Nuclear Power Reactors 2006-07 (30 August 2007)

| PAÍS | Reatores em operação | Reatores em const. | Const. planejada | Const. proposta | PAÍS | Reatores em operação | Reatores em const. | Const. planejada | Const. proposta |
|----------------|----------------------|--------------------|------------------|-----------------|-------------------|----------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| Argentina | 2 | 1 | 1 | 1 | Korea DPR (North) | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Armenia | 1 | 0 | 0 | 1 | Korea RO (South) | 20 | 3 | 5 | 0 |
| Belgium | 7 | 0 | 0 | 0 | Lithuania | 1 | 0 | 0 | 2 |
| Brazil | 2 | 0 | 1 | 4 | Mexico | 2 | 0 | 0 | 2 |
| Bulgaria | 2 | 0 | 2 | 0 | Netherlands | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Canada | 18 | 2 | 4 | 2 | Pakistan | 2 | 1 | 2 | 2 |
| China | 11 | 5 | 26 | 88 | Romania | 2 | 0 | 2 | 1 |
| Czech Republic | 6 | 0 | 0 | 2 | Russia | 31 | 7 | 7 | 18 |
| Egypt | 0 | 0 | 0 | 1 | Slovakia | 5 | 2 | 0 | 0 |
| Finland | 4 | 1 | 0 | 1 | Slovenia | 1 | 0 | 0 | 1 |
| France | 59 | 1 | 0 | 1 | South Africa | 2 | 0 | 1 | 24 |
| Germany | 17 | 0 | 0 | 0 | Spain | 8 | 0 | 0 | 0 |
| Hungary | 4 | 0 | 0 | 2 | Sweden | 10 | 0 | 0 | 0 |
| India | 17 | 6 | 4 | 15 | Switzerland | 5 | 0 | 0 | 1 |
| Indonesia | 0 | 0 | 0 | 2 | Turkey | 0 | 0 | 3 | 0 |
| Iran | 0 | 1 | 2 | 3 | Ukraine | 15 | 0 | 2 | 20 |
| Israel | 0 | 0 | 0 | 1 | United Kingdom | 19 | 0 | 0 | 0 |
| Japan | 55 | 2 | 11 | 1 | USA | 104 | 0 | 7 | 25 |
| Kazakhstan | 0 | 0 | 0 | 1 | Vietnam | 0 | 0 | 0 | 2 |
| WORLD | | | | | | 439 | 34 | 81 | 223 |

Fontes: Reactor data: WNA to 30/8/07.

IAEA- for nuclear electricity production & percentage of electricity (% e) 5/07.

WNA: Global Nuclear Fuel Market (reference scenario) - for U. Includes first cores for new reactors.



O significado do PNM



- formação/aperfeiçoamento de pessoal;
- compra de equipamentos e construção de diversos tipos de laboratórios, incluindo um reator nuclear de pesquisa;
- projeto, construção e testes dos equipamentos que compõem a planta de geração;
- projeto e construção de ultracentrífugas e cascatas de enriquecimento de urânio;
- projeto e construção de usinas de transformação de "yellow cake" em hexafluoreto, de reconversão e de fabricação de elemento combustível;
- incremento tecnológico de várias oficinas de fabricação de diferentes tipos de peças, incluindo válvulas de alto vácuo, inexistentes no Brasil;
- desenvolvimento de vários tipos de materiais, antes importados, como o aço "maraging" e a fibra de carbono; e
- uma infinidade de projetos que, desenvolvidos em parcerias com universidades, institutos de pesquisa e a indústria nacional, trouxeram ao País elevado ganho em tecnologia e qualidade.



VISÃO NOTURNA DA TERRA





DISTRIBUIÇÃO DE PLANTAS NUCLEARES





O Programa Nuclear da Marinha (PNM)



USEXA

**SEDE DO CENTRO
TECNOLÓGICO DA
MARINHA EM SÃO
PAULO - CTMSP**





OFMEPRE

ENTRADA

OFMEQ

Earth - aramar

HELIPONTO

LATEP

USEXA

LABGENE

**CENTRO
EXPERIMENTAL
ARAMAR - CEA**

© 2007 Europa Technologies
Image © 2007 DigitalGlobe

©2007 Google™

Pointer 23°23'55.50" S 47°35'58.07" W

Streaming ||||| 100%

Eye alt 1.65 km

Marinha do Brasil



Comando da Marinha

Apresentação à Comissão de Relações Exteriores e de Defesa Nacional e à Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação, Comunicação e Informática do Senado Federal

25 de outubro de 2007





Acidentes relacionados com produção de energia



| Place | year | killed | comments |
|--------------------|------|--------|-------------------|
| Machhu II, India | 1979 | 2500 | hydro |
| Hirakud, India | 1980 | 1000 | hydro |
| Ortuella, Spain | 1980 | 70 | gas explosion |
| Donbass, Ukraine | 1980 | 68 | coal mine methane |
| Israel | 1982 | 89 | gas explosion |
| Guavio, Colombia | 1983 | 160 | hydro |
| Nile R, Egypt | 1983 | 317 | LPG explosion |
| Cubatão, Brazil | 1984 | 508 | oil fire |
| Mexico City | 1984 | 498 | LPG explosion |
| Tbilisi, Russia | 1984 | 100 | gas explosion |
| Northern Taiwan | 1984 | 314 | coal |
| Chernobyl, Ukraine | 1986 | 31+ | nuclear reactor |

| Place | year | killed | comments |
|------------------------|------|--------|-----------------------|
| Piper Alpha, North Sea | 1988 | 167 | offshore oil platform |
| Asha-ufa, Siberia | 1989 | 600 | LPG pipeline |
| Dobrnja, Yugoslavia | 1990 | 178 | coal mine |
| Hongton, Shanxi, China | 1991 | 147 | coal mine |
| Belci, Romania | 1991 | 116 | hydro |
| Kozlu, Turkey | 1992 | 272 | coal mine |
| Cuenca, Equador | 1993 | 200 | coal mine |
| Durunkha, Egypt | 1994 | 580 | fuel depot |
| Seoul, S.Korea | 1994 | 500 | oil fire |
| Minanao, Philippines | 1994 | 90 | coal mine |
| Dhanbad, India | 1995 | 70 | coal mine |
| Taegu, S.Korea | 1995 | 100 | oil & gas explosion |



Acidentes relacionados com produção de energia



| Place | year | killed | comments |
|-----------------------------|------|--------|-----------|
| Spitsbergen, Russia | 1996 | 141 | coal mine |
| Henan, China | 1996 | 84 | coal mine |
| Datong, China | 1996 | 114 | coal mine |
| Henan, China | 1997 | 89 | coal mine |
| Fushun, China | 1997 | 68 | coal mine |
| Kuzbass, Russia/ Siberia | 1997 | 67 | coal mine |
| Huainan, China | 1997 | 89 | coal mine |
| Huainan, China | 1997 | 45 | coal mine |
| Guizhou, China | 1997 | 43 | coal mine |
| Donbass, Ukraine | 1998 | 63 | coal mine |
| Liaoning, China | 1998 | 71 | coal mine |

| Place | year | killed | comments |
|-------------------|------|--------|--|
| Warri, Nigeria | 1998 | 500+ | oil pipeline leak and fire |
| Donbass, Ukraine | 1999 | 50+ | coal mine |
| Donbass, Ukraine | 2000 | 80 | coal mine |
| Shanxi, China | 2000 | 40 | coal mine |
| Guizhou, China | 2000 | 150 | coal mine |
| Jixi, China | 2002 | 115 | coal mine |
| Gaoqiao, SW China | 2003 | 234 | gas well blowout with H ₂ S |
| Kuzbass, Russia | 2004 | 47 | coal mine |
| Donbass, Ukraine | 2004 | 36 | coal mine |
| Henan, China | 2004 | 148 | coal mine |

GERENCIAMENTO DE REJEITOS

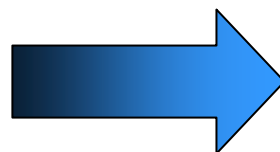
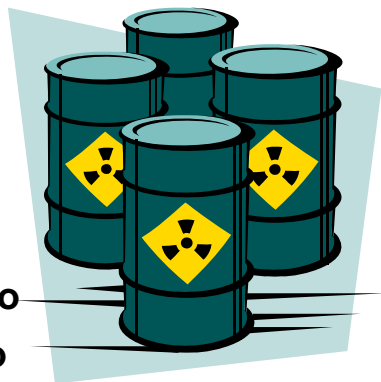
Rejeitos de Baixa e Média Radioatividade

Baixa Atividade

- Material descartável usado na manutenção

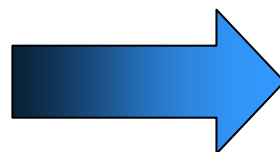
Média Atividade

- 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



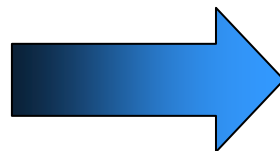
Depósito Final,

em fase de estudo de local

Rejeitos de Alta Radioatividade

Alta Atividade

- Elementos Combustíveis usados



Depósito Inicial,

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



Depósito de Longa Duração,

em fase de concepção