

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA NUCLEAR
INTERNATIONAL NUCLEAR ATLANTIC CONFERENCE _ 2015
ABEN**

A POLÍTICA NUCLEAR BRASILEIRA: POLÍTICA DE ESTADO À LUZ DA EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL DE SUCESSO

***Rex Nazaré Alves
08 de outubro de 2015***



**INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA
DCT/EB**



SUMÁRIO

1 – Introdução

2 – Energia – Consumo

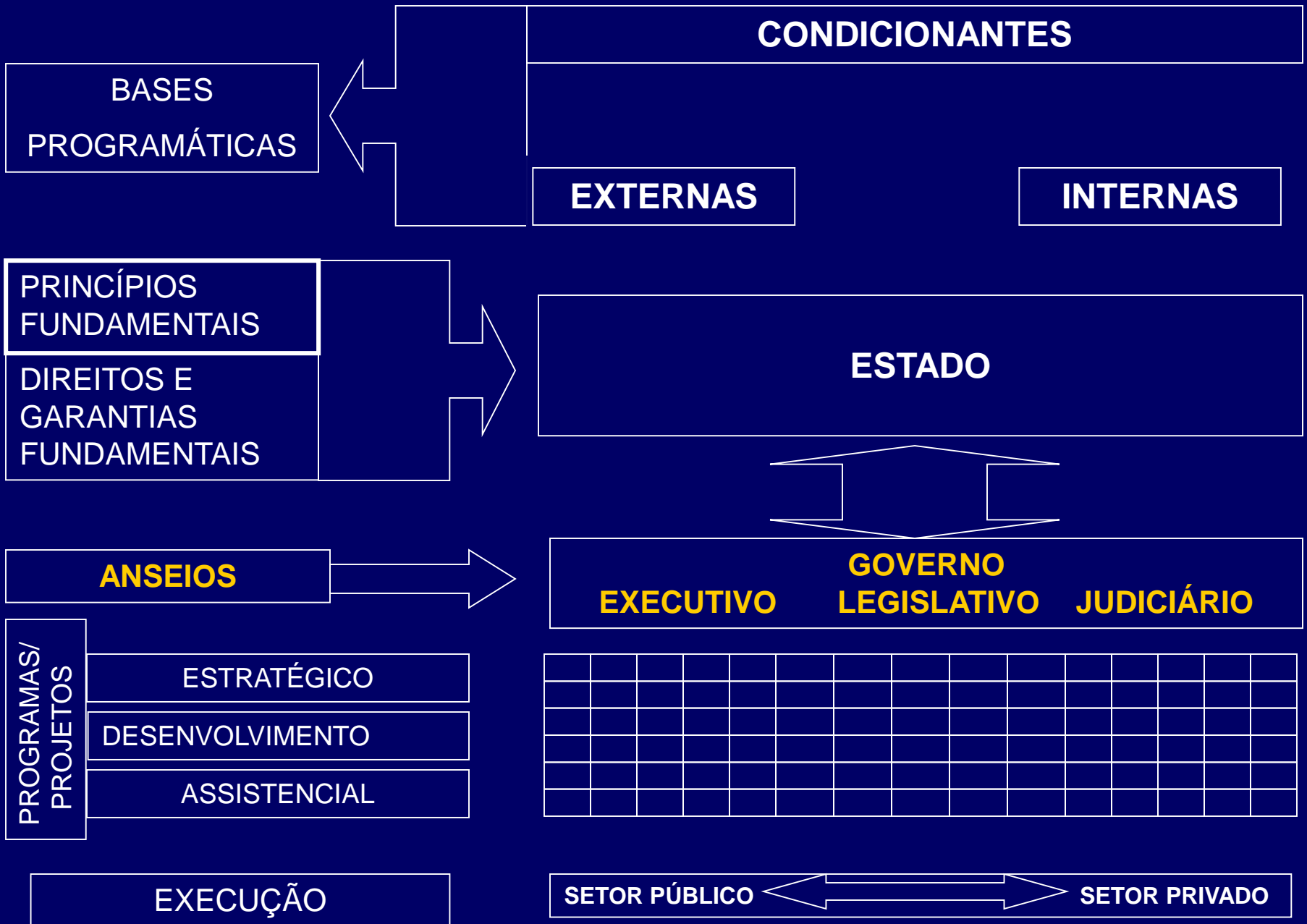
3 – Ciclo do combustível – Nacional e Internacional

4 – Restrições

5 – Desenvolvimento Tecnológico Brasileiro

6 – Conclusão

PAPEL DO ESTADO



CONDICIONANTES DA CONJUNTURA

CONDICIONANTES EXTERNAS

CONDICIONANTES INTERNAS

COMPONENTE EXTERNA

- **Crescimento populacional**
- **Aumento do consumo per capita da China e Índia**
- **Disponibilidade, vida e preço das fontes atuais**
- **Restrições Ambientais**
- **Restrições à aquisição de materiais, equipamentos e tecnologias**
- **Acidentes Severos**
- **Novas fontes de energia**

CRESCIMENTO POPULACIONAL

Tempo
anos

10.000

123

33

15

13

12

12

13

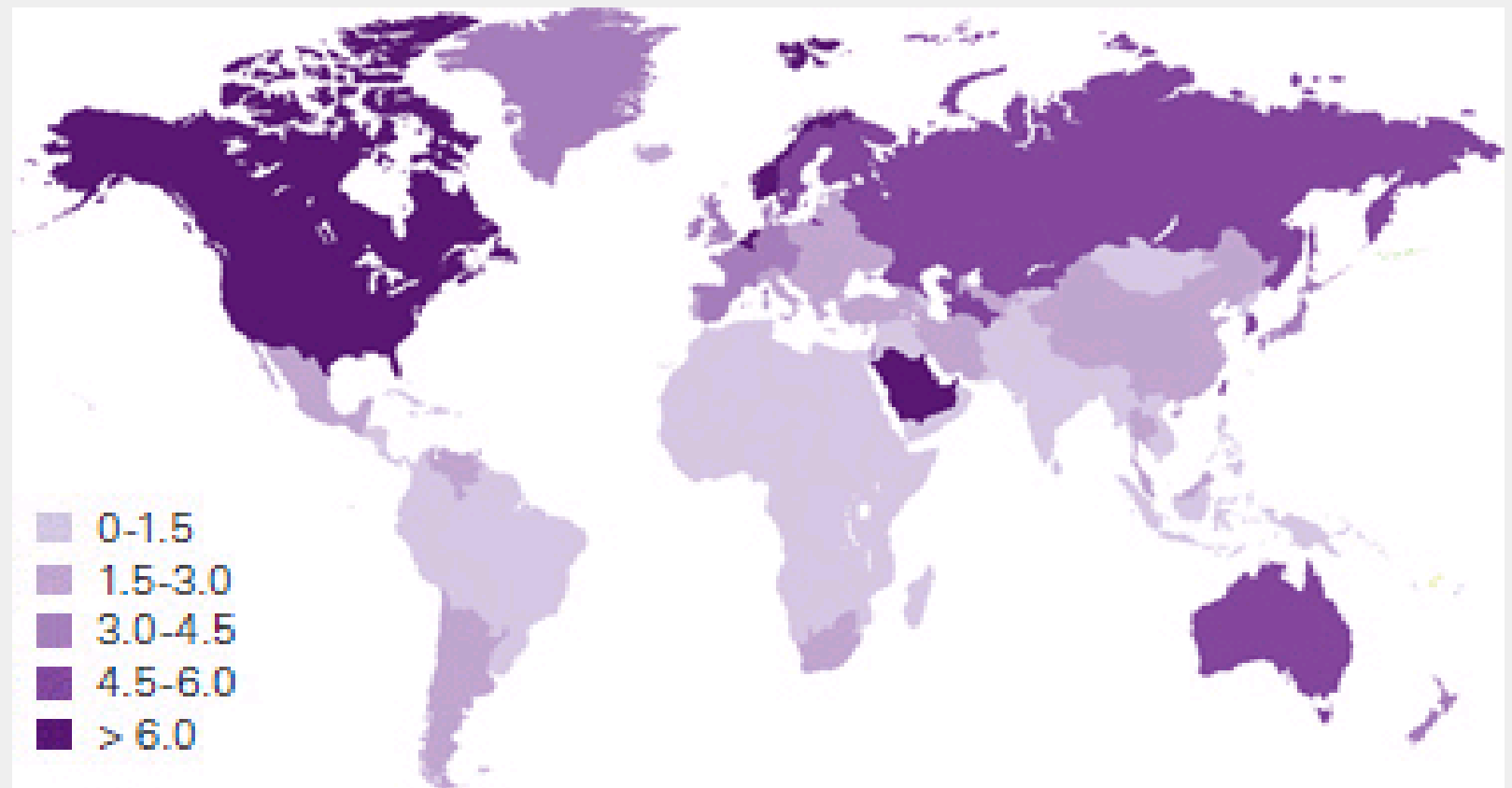
25

ANO	MUNDO (bilhões de hab.)	BRASIL (milhões de hab.)
1804	1	4,00
1927	2	31,59
1960	3	70,19
1975	4	108,13
1988	5	142,99
2000	6	170,10
2012	7	190,99
2025	8	218,62
2050	9	247,63

CONSUMO PERCAPITA DE ENERGIA PRIMÁRIA DIFERENTES PAÍSES DO MUNDO - 2010

Consumption per capita 2010

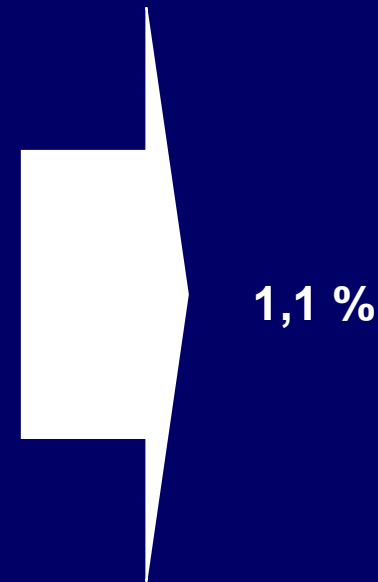
Tonnes oil equivalent



FONTES DE ENERGIA PRIMÁRIA

- Nuclear – 4,8%
- Carvão Mineral – 29,0%
- Hídrica – 2,4%
- Petróleo – 31,4%
- Gás – 21,3%
- Biocombustíveis – 10,0%
- Outros – 1,1%

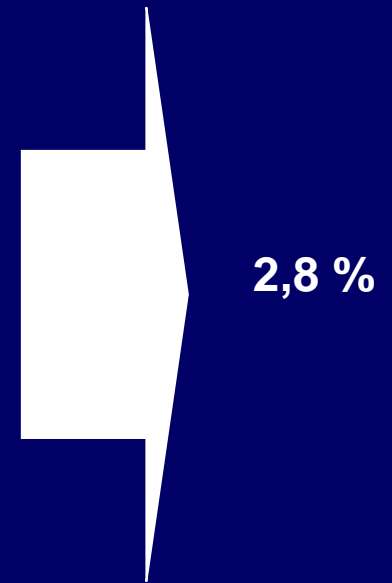
- Lenha
- Carvão Vegetal
- Solar
- Eólica
- Marés
- outras



FONTES DE ENERGIA ELÉTRICA

- Nuclear – 13,5%
- Carvão Mineral – 41,0%
- Hídrica – 15,9%
- Petróleo – 5,5%
- Gás – 21,3%

- Lenha
- Carvão Vegetal
- Solar
- Eólica
- Marés
- outras



COMPONENTE INTERNA

- **Visão do MCTI e da FINEP**
- **Crescimento populacional**
- **Disponibilidade, vida e preço das fontes atuais**
- **Restrições Ambientais**
- **Restrições à aquisição de materiais, equipamentos e tecnologias - AUTONOMIA**
- **Acidentes Severos**
- **Novas fontes de energia**

CICLO DO COMBUSTÍVEL

Mina de Urânio - Comentários

Reservas mundiais de urânio:

3,638 milhões de toneladas de U_3O_8

- Austrália: 24,8%
- Cazaquistão: 14,4%
- Canadá: 13,9%
- África do Sul: 9,2%
- Namíbia: 7,1%
- Brasil: 5,9%
- Rússia: 4,1%
- EUA: 3,6%
- Nigéria: 2,3%
- Outros: 14,3%

Consumo de Urânio Natural:

PWR – 1000 MWe – 30 anos de operação

5000 toneladas de U_3O_8

Mina de Urânio - Comentários

Reservas mundiais de urânio:

5,902 milhões de toneladas de U_3O_8

- Austrália: 29%
- Cazaquistão: 12%
- Rússia: 9%
- Canadá: 8%
- Niger 7%
- África do Sul: 6%
- Namíbia: 6%
- Brasil: 5%
- EUA: 4%
- China 4%
- Outros: ~10%

Consumo de Urânio Natural:

PWR – 1000 MWe – 30 anos de operação

5000 toneladas de U_3O_8

O Brasil perdeu posição porque
interrompeu prospecção a partir da
década de 80

Usina de Concentrado - Comentários

Opera na atualidade a Usina em Caetité, na Bahia

- **Tecnologia dominada**
- **Dependência em solventes orgânicos**
- **Produzem concentrados de urânio: Canadá, Niger, África do Sul, China, EUA, Romênia, República Tcheca, Cazaquistão, Quirquistão, Brasil, Uzbequistão, Austrália, Rússia, Namíbia, Índia e Ucrânia.**

Purificação e Conversão - Comentários

O Programa Autônomo desenvolveu Planta Piloto com capacidade de 180 toneladas/ano (Origem dos Programas Autônomos, decisão do Presidente Ernesto Geisel, em 12 de março de 1979).

- Tecnologia dominada – materiais especiais produzidos no País.
- Desativada na década de 1990.
- Projeto atual em Aramar.
- Necessidade atual para operação de Angra I e II importada

UF₆ Natural - Comentários

- Produção de containeres no País
- Tecnologias de transferência e armazenamento dominados
- Materiais especiais e válvulas produzidos no País

Ultracentrifugação - Comentários

BRASIL

- Tecnologia dominada – cooperação MB e IPEN / CNEN
- Usina de demonstração construída e operada pela MB em Aramar
- Usina comercial em construção em Resende (MB e INB)
- Necessidades atuais: Supridas pela URENCO

INTERNACIONAL

- Em operação comercial: Rússia, EUA, França, Paquistão, China, Japão, Reino Unido, Holanda e Alemanha
- Dominam a tecnologia: Irã, Brasil e Índia

UF₆ Empobrecido - Comentários

- Urânio natural – 0,711% de U²³⁵ e 99,3% de U²³⁸
- Após o enriquecimento – 0,25% de U²³⁵ residual no UF₆
- Corresponde a cerca de 35% de U²³⁵ a ser armazenado

UF₆ Enriquecido - Comentários

- Empregado em reatores do tipo PWR
- 3,0% a 4,0% de enriquecimento
- Para produzir 1 kg de U enriquecido a 3,2% requer cerca de 6kg de U natural

Elementos combustíveis - Comentários

- Tecnologia dominada pelo Brasil
- Programa Autônomo – desenvolvido pela MB e IPEN / CNEN
- Fábrica a partir da reconversão com capacidade de 100 ton anuais em operação na INB em Resende – dependência em tubos de zircalloy
- Produção de combustíveis para o protótipo do Reator de Pequeno Porte da Marinha, em Aramar
- Produção de combustível para reatores de pesquisa no IPEN / São Paulo

Usinas Nucleoelétricas - Comentários

- Em operação no mundo: 436 usinas – 379 GWe
- Em construção: 67 usinas – 70 GWe
- China: 25 em operação e 26 em construção
- Rússia: 34 em operação e 9 em construção
- Índia: 6 em operação e 21 em construção

Elementos Utilizados - Comentários

Armazenados nas piscinas apropriadas no interior de Angra I e II

Nos elementos combustíveis de um reator de 1000 MWe, operando por 1 ano, com fator de carga de 80%, existem:

0,83% de U^{235} (maior do que no urânio natural)

246 kg de plutônio

cerca de 150 kg de PU^{239}

Reprocessamento - Comentários

- Permite a recuperação do U235 residual no elemento combustível queimado e do plutônio
- No governo Carter, foi desestimulado por preocupações com a proliferação
- Em operação comercial na França e em construção no Japão
- Operando para fins militares nos EUA, Rússia, China, França, Reino Unido, Índia e Paquistão

Armazenamento de rejeitos radioativos

- Os rejeitos de baixa e média atividade produzidos nas usinas de Angra I e II tem seu armazenamento inicial no próprio sítio
- No Brasil, há legislação específica para o armazenamento
- É uma das dificuldades de aceitação da geração nuclear pela opinião pública
- No existem mais de 70 depósitos definitivos para rejeitos de baixa e média atividade
- Suécia e Finlândia construindo repositório para alta atividade

COMBUSTÍVEL NUCLEAR

SITUAÇÃO INTERNACIONAL ATUAL

- Reprocessam combustível: França, Japão e Reino Unido
- Enriquecem urânio comercialmente: EUA, França, Rússia e URENCO (Alemanha, Holanda e Reino Unido)
- Supridores menores: China
- Tecnologia de enriquecimento de Urânio: Paquistão, Brasil, Irã, Índia
- EUA: das 99 usinas em operação, 73 tiveram sua vida prolongada e 16 estão em processo de licenciamento
- China, Rússia, Suécia, França - prolongam para 60 anos a operação de suas usinas

ENERGIA NUCLEAR

SITUAÇÃO INTERNACIONAL ATUAL

- **Oposição nuclear (motivações):**
 - **falta de definição para depósito definitivo de rejeitos radioativos de alta atividade**
 - **temor de acidentes**
 - **proliferação de armas nucleares**
 - **temor de atos terroristas**

“A alternativa nuclear é reconhecida atualmente como não contribuindo para o efeito estufa.”

“É poder econômico e dissuasório.”

ENERGIA NUCLEAR

SINTESE DA SITUAÇÃO NACIONAL ATUAL

- **Oitava reserva mundial de urânio (42% do território prospectado)**
- **Angra I e II em operação**
- **Domina a tecnologia do enriquecimento de urânio e está construindo planta industrial**
- **Importância estratégica e econômica de Angra III**
- **Manter a decisão política de concluir Angra III**
- **Domina os demais usos pacíficos da energia nuclear: saúde, indústria, agricultura etc**

Comentários – Usos de isótopos radioativos

Considerando as instalações radioativas ativas e em licenciamento, o número total supera 2.800

COMPONENTE INTERNA

- Reserva de Urânio
- Usinas nucleoeleétricas em operação
- Ciclo do combustível nuclear
- Crescimento populacional
- Disponibilidade e preço das fontes atuais de energia elétrica
- Restrições Ambientais
- Reflexos da Mídia na opinião pública
- Recursos humanos

PERSPECTIVAS DA COMPONENTE NUCLEAR NO BRASIL

- **Retomar a produção de concentrado**
- **Retomar a prospecção de Urânio**
- **Completar a primeira fase da Planta de Enriquecimento de Urânio – Resende**
- **Construir a fábrica de ultracentrifugas**
- **Planta Piloto de produção de UF6 – Aramar**
- **Concluir Angra-III**
- **Estabelecer depósito final de rejeitos de baixa e média**
- **Modernizar infra-estrutura da NUCLEP**

PRESSUPOSTOS BÁSICOS

- I – Absoluto respeito à norma constitucional que limita as atividades nucleares nacionais aos fins pacíficos.
- II – Conformidade com os acordos internacionais de não-proliferação e salvaguardas nucleares;
- III – Absoluto atendimento à segurança, à proteção física e radiológica dos indivíduos, e à preservação do meio ambiente;
- IV - Preservação e ampliação das competências científicas, tecnológicas e industriais do País na área nuclear;
- V – Gerenciamento seguro dos rejeitos radioativos;
- VI – Cooperação com a comunidade internacional para aprimorar a tecnologia e as indústrias nucleares.

UM COMPONENTE DA SOLUÇÃO AÇÕES COMPLEMENTARES INDISPENSÁVEIS

IMAGEM DE PAÍS CONFIÁVEL

COMUNICAÇÃO NA MÍDIA INTERNACIONAL

NEUTRALIZAR NÚCLEOS DE DESCONFIANÇA

**ESTABELEECER UM PROGRAMA MÍNIMO , ADEQUADO AS
CONDICIONATES NACIONAIS E ADAPTÁVEL , QUE RECUPERE A
CREDIBILIDADE PELA CONTINUIDADE INTEGRAÇÃO E
MANUTENÇÃO DA COMPETÊNCIA NACIONAL.**

Obrigado

Rex Nazaré Alves

Diretor de Projetos Estratégicos Nacionais - FINEP

rnazare@finep.gov.br