

# INAC 2013

## Status da Energia Nuclear no mundo Presente e Futuro

Ruth Alves – 29/11/2013  
ABEN – Associação Brasileira de Energia Nuclear

# Agenda

- ▶ Usinas em Operação
- ▶ Geração de energia elétrica
- ▶ Usinas em Construção
- ▶ Idade dos reatores em operação
- ▶ Aumento de Capacidade e de vida útil
- ▶ Novos interessados
- ▶ Combustível
- ▶ Aplicações nucleares

# Nosso Mundo

- O mundo moderno é “eletrointensivo”
- A sociedade é hiperconsumista
- Usa recursos não renováveis e poluidores
- O preço do combustível é volátil e crescente
- Há insegurança no suprimento
- Cresce a demanda de energia elétrica
- O uso intensivo de recursos energéticos poluidores afeta as condições climáticas

## Reatores de potência em Operação

- 435 Unidades com capacidade instalada total de 371,712 GW(e) – ( 3x capacidade total do Brasil)
- distribuídos em 31 países que possuem 2/3 da população mundial ( 4,5 bilhões de pessoas)
- 62,2% deles tipo PWR (270 unidades)

fonte: AIEA – novembro 2013

<b>Reatores em operação ou operacionais desligados</b>		
<b>País</b>	<b>Número de Reatores</b>	<b>Capacidade elétrica líquida [MW]</b>
ARGENTINA	2	935
ÁFRICA DO SUL	2	1830
ALEMANHA	9	12068
ARMÊNIA	1	375
BÉLGICA	7	5927
BRA SIL	2	1990
BULGÁRIA	2	1906
CANADÁ	19	13500
CHINA+TAIWAN	24	18888
COREIA DO SUL	23	20739
ESLOVÁQUIA	4	1816
ESLOVÊNIA	1	688
ESPANHA	8	7567
ESTADOS UNIDOS	100	98560
FINLÂNDIA	4	2752
FRANÇA	58	63130
GRÃ BRETANHA	16	9231
HOLANDA	1	482
HUNGRIA	4	1889
ÍNDIA	21	5308
IRÃ	1	915
JAPÃO	50	44215
MÉXICO	2	1640
PAQUISTÃO	3	725
REP. CHECA	6	3804
ROMÊNIA	2	1300
RÚSSIA	33	23643
SUÉCIA	10	9474
SUIÇA	5	3308
UCRÂNIA	15	13107
<b>Total</b>	<b>435</b>	<b>371712</b>

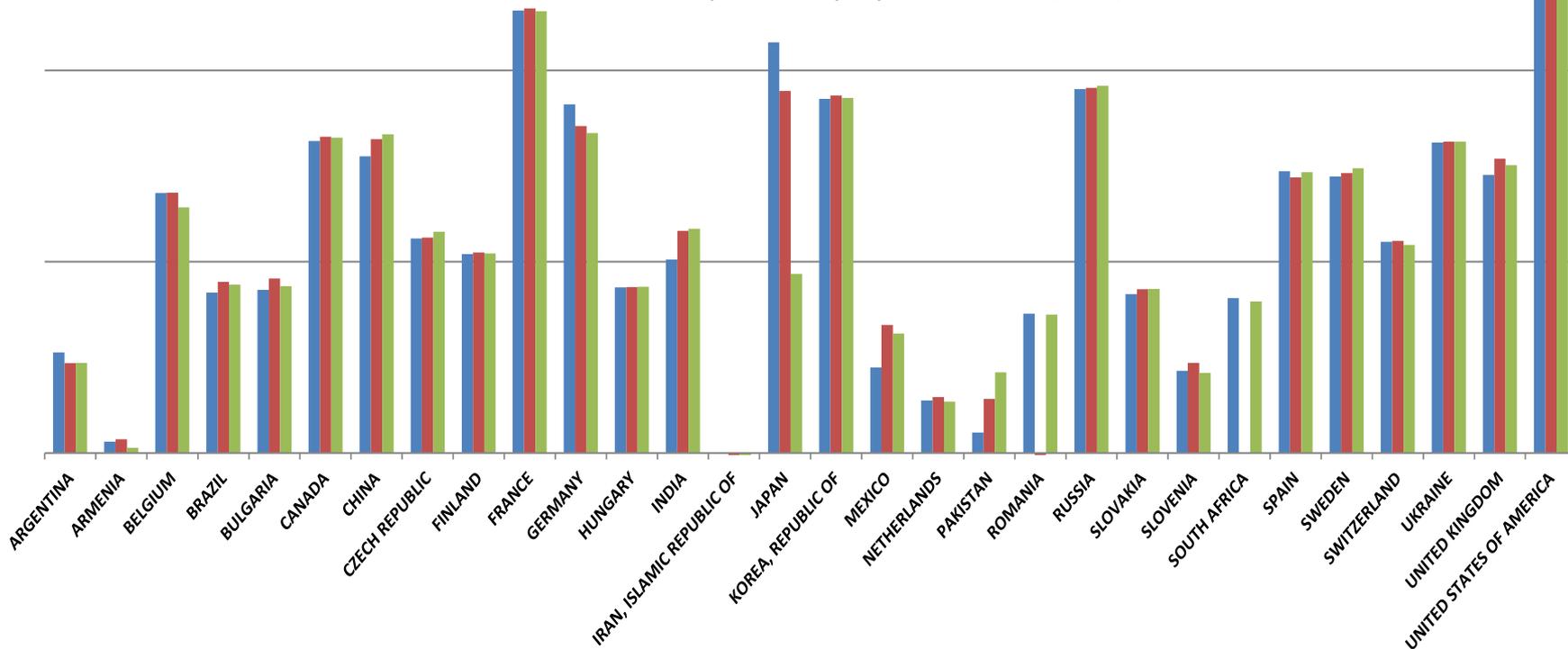
- De acordo com a AIEA a Energia Elétrica de fonte nuclear produzida mundialmente em 2012:  
**2.346 TWh (12% do total produzido)**

fonte: AIEA – agosto 2013

# Status – Geração

fonte: AIEA – novembro 2013

Geração nuclear por país e ano ( 2010/2011/2012)



A maioria dos países manteve ou reduziu pouco a sua geração nuclear entre 2010 e 2012

# Status – Agosto 2013

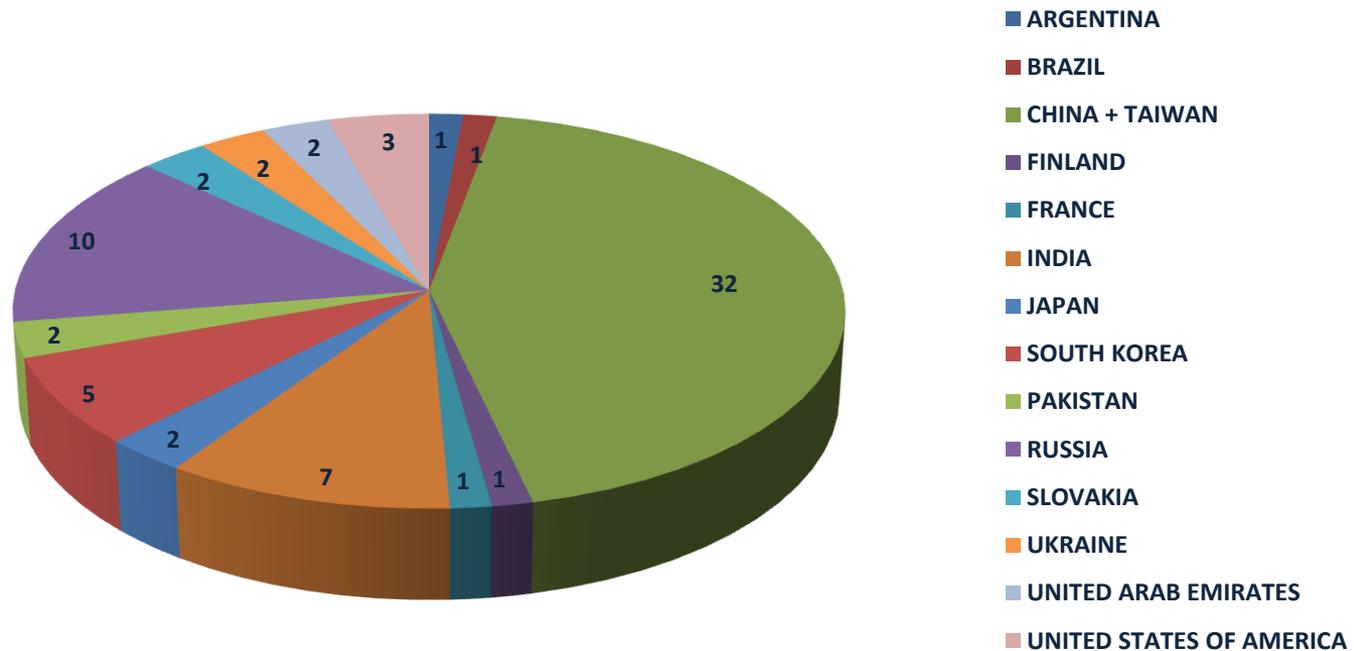
## Reatores em Construção

- 71 Unidades com capacidade instalada total de 66,831GW(e)
- Distribuídos por 15 países
  - Ásia → 46 (China, Taiwan, Índia, Paquistão, Coreia do Sul, Japão)
  - Europa → 19 (Rússia, França, Finlândia e Eslováquia, Romênia, Ucrânia)
  - America → 6 (USA, Argentina e Brasil)
  - África/Oriente → 2 (EAU)
- 82,6% deles tipo PWR

fonte: AIEA – Novembro 2013

# Reatores em construção por país

Reatores em Construção por País



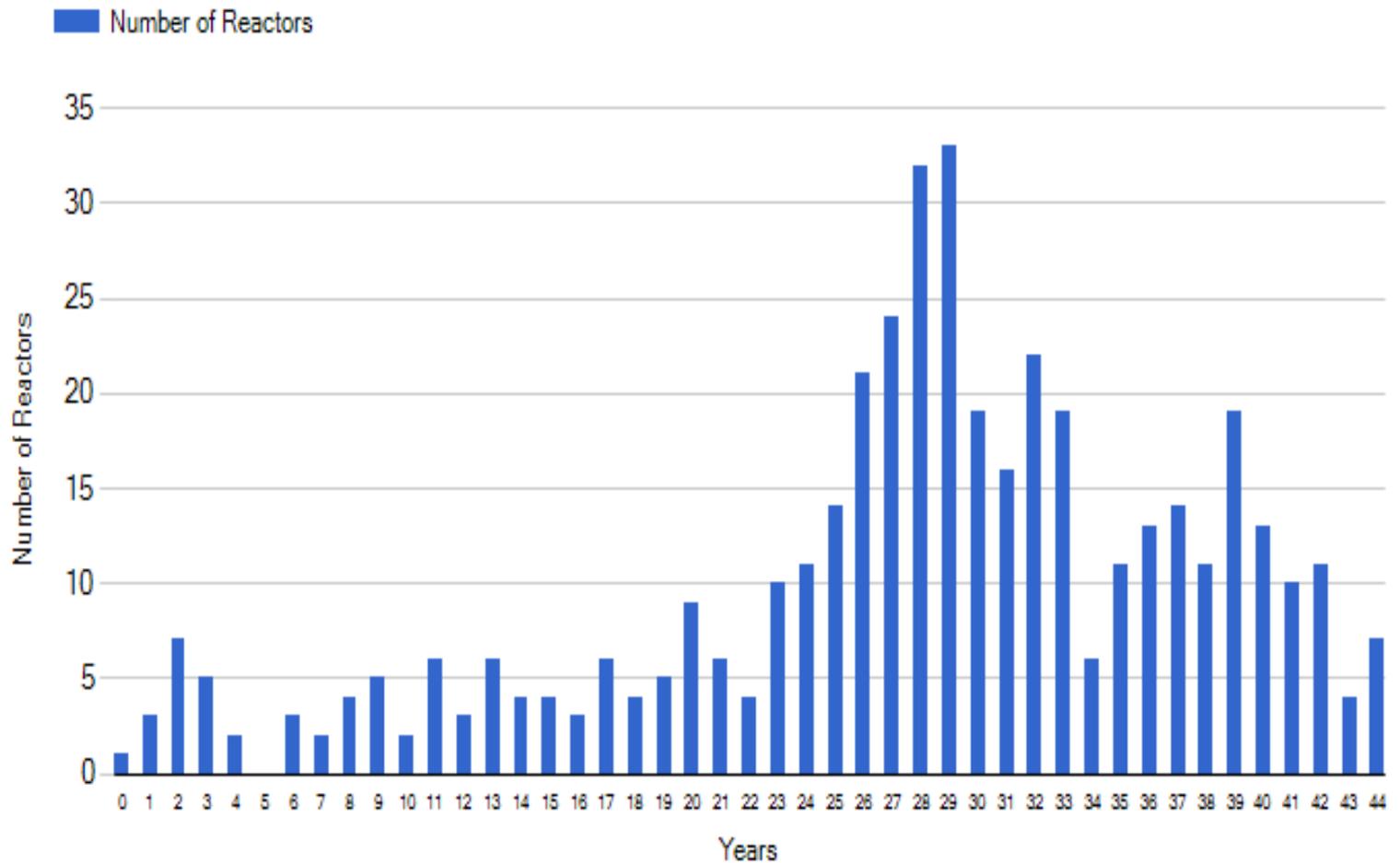
Fonte IAEA Novembro 2013

## Os Reatores em operação são Antigos

- ▶ Segundo a AIEA, 82,7% dos reatores (359) em operação têm mais de 20 anos de atividade. Destes 183 unidades estão entre 20 e 30 anos e 176 tem mais de 30 anos de atividade.
- ▶ Estas frotas terão que ser substituídas por novos reatores ou por outra fonte de geração.
- ▶ Parte da solução é ampliar a vida útil das usinas existentes, transferindo o problema do suprimento de energia para o futuro.
- ▶ Segundo a WNA até 2030, 143 reatores devem ser fechados por término da vida útil.

fonte: AIEA – Novembro 2013

## Total Number of Reactors: 434



Fonte AIEA -PRIS- setembro de 2013

# Mais com Menos

## Aumento de Capacidade:

Significante aumento de capacidade de plantas existentes (exemplos)

- **USA** – 139 reatores passaram por “uprates” totalizando 6.862 MWe desde 1977, sendo alguns de até 20%
- **Suíça** – aumento de 13,4% no total para os 5 reatores.
- **Espanha** – aumento total de 810 MWe (11%) da capacidade nuclear (alguns reatores aumentaram até 13%).
- **Finlândia** – A Central Olkiluoto (2x660MW) aumentou em 29% passando para 1700 MWe e a central de Loviisa (2x VVER-440 ) ampliou em 10% (90 MW) a capacidade.
- **Suécia** – As 3 centrais estão em processo de aumento de capacidade – cerca de 1000MW (10% da capacidade do país) já foram executados.

# Mais com Menos

## Extensão de vida útil das centrais

Nos últimos 10 anos os americanos acrescentaram uma capacidade equivalente a mais de **30 novos grandes reatores** operando por **+40 anos, sem construir nenhuma usina**. Exemplo:

- USA (100 reatores em operação) :
- **73** unidades com vida útil ampliada, equivalente a 66.735 MW funcionando por mais vinte anos (chegando a 60 anos de atividade), sem os custos de capital para a construção.
- **18** usinas em processo de ampliação de vida no órgão regulador – NRC (US Nuclear Regulatory Commission)
- **9** usinas já iniciaram o processo, mas não ainda não concluíram o envio de toda a documentação necessária.

# Novos interessados

## A mudança Geográfica

- ▶ 45 Países, que não possuem tecnologia nuclear expressaram junto à AIEA seu interesse nesta questão, para a construção de reatores e/ou desenvolver uma indústria neste sentido.
- ▶ Isto ocorre tanto em economias sofisticadas quanto em países em desenvolvimento.
- ▶ Na linha de frente estão EAU, Turquia, Vietnam, Polônia, Jordânia, Lituânia, Arábia Saudita, Egito, etc...

# Status atual para definir o futuro

## America

- ▶ Os Estados Unidos são o proprietário do maior parque nuclear do mundo, com 100 usinas em operação, que produziram, em 2012, cerca de 770 TWh(e).
- ▶ Este valor foi cerca de 19% da energia do país e cerca de 32,8% de toda a energia nuclear no mundo em 2012.
- ▶
- ▶ Canadá gerou 15,3% em nuclear
- ▶ Brasil gerou 3,2 % de nuclear, Argentina 4,7% e México 4,7%
- ▶ Vários outros países estão interessados mas falta decisão política

# Status atual para definir o futuro

## Europa

- ▶ A energia nuclear representa 30% do total de eletricidade suprida na União Europeia.
- ▶ A Europa não tem fontes significativas de urânio e 80% do material que alimenta suas usinas vem da Rússia, Cazaquistão, Canadá, Austrália e Níger.
- ▶ O acidente de Fukushima interferiu nas decisões de políticas energéticas e adicionou um fator a mais (revisões de segurança) aos 196 reatores da região.

# Status atual para definir o futuro

## Ásia

- ▶ A região da Ásia–Pacífico é fortemente dependente de fontes térmicas para geração de energia com cerca de 60% da energia de China, Japão, Coreia do Sul e Índia vindo destas fontes.
- ▶ A mudança do mix de geração é esperada para região com a energia nuclear ganhando maior destaque (com o rápido crescimento apresentado na China é provável que o número de reatores na região dobre até 2020).
- ▶ Hoje são 7 os países detentores de energia nuclear e se espera que sejam 21 em 2020.

# Status atual para definir o futuro

## África

- ▶ Tem apenas 2 reatores na África do Sul.
- ▶ tem enormes reservas fósseis e fontes hidráulicas que podem ser usadas para gerar energia, contudo a eletrificação e o consumo são em níveis muito baixos
- ▶ os países são incapazes de utilizar suas reservas devido às secas extremas, ao alto preço do petróleo, aos conflitos e à falta generalizada de recursos.
- ▶ Os sistemas de transmissão de energia existentes são precários para dar o necessário suporte para a distribuição interna nos países além de apresentarem altas perdas.

# Status atual para definir o futuro

## África

- ▶ Existe a necessidade urgente de oferecer à população do continente eletricidade de qualidade e com confiabilidade
- ▶ Energia Nuclear está em consideração por mais de 20 países africanos que não a possuem.
- ▶ No Oriente Médio e norte da África a estão considerando a União dos Emirados Árabes, Arábia Saudita, Qatar e Kuwait, Yemen, Israel, Egito, Líbia, Síria, Jordânia, Turquia, Tunísia, Algeria, Marrocos, Sudão.
- ▶ No Oeste e Sul do continente: Nigéria, Gana, Senegal, Quênia, Uganda e Namíbia.

# Futuro

Fazer previsão é sempre difícil

Evolucao da Energia - O mundo em 2050			
Indicadores selecionados	2010	aumento minimo	cenario pessimista - 2050
Populacao (milhoes)	6895,9	36%	9373,6
PIB per capita (USD2010 MER)	9161,9	100%	18317,4
Proprietarios de carros	123,6	0,57	193,5
capacidade instalada de geracao de eletricidade (GW)	5155,8	1,69	13880,7

Evolucao da Energia - O mundo em 2050			
Indicadores selecionados	2010	aumento minimo	cenario pessimista - 2050
Geracao de Electricidade (TWh/y)	21475,7	123%	47917,7
Participacao Nuclear	13%	36%	
Electrificacao (em termos da part na geracao eletricidade na energia final) (%)	19%	36%	
Consumo de Electricidade per capita (GJ/y)	9,3	78%	16,6

fonte: World Energy Scenarios to 2050 World Energy Council 2013

# Futuro

## O que precisa mudar

- ▶ Em pleno século 21 ainda temos 20% da população mundial, cerca 1,4 bilhões de pessoas, vivendo sem acesso à eletricidade.
- ▶ Outro bilhão vive com suprimento de baixa qualidade e/ou sem garantia de fornecimento.
- ▶ Quase metade da população mundial (2,7 bilhões de pessoas) ainda depende de biomassa (carvão vegetal) para cozinhar ou se aquecer.

# Futuro

- ▶ O crescimento de população e poder econômico levará ao aumento de consumo principalmente nos países menos atendidos
- ▶ De acordo com IEO 2013 da US-DoE a geração de energia deve aumentar muito até 2040 para satisfazer as necessidades da população em geral e em especial a dos não atendidos atualmente.
- ▶ Energia nuclear aumentará de 2.620 TWh in 2010 para 5.492 TWh (bilhões kWh) em 2040.

# Combustível

- ▶ O urânio é abundante na crosta terrestre e existem tecnologias capazes de extrair material suficiente para atender até 60 vezes as necessidades do consumo.
- ▶ As minas produzem cerca de 60.000 toneladas por ano, mas parte do mercado é suprida por fontes secundárias como o desmantelamento de armas nucleares.
- ▶ O maior uso do metal é na geração de energia elétrica.

# Combustível

## Reservas de Urânio por País

<b>País</b>	<b>Toneladas U</b>	<b>% Mundo</b>
<b>Australia</b>	<b>1.661.000</b>	<b>31%</b>
<b>Cazaquistão</b>	<b>629.000</b>	<b>12%</b>
<b>Rússia</b>	<b>487.200</b>	<b>9%</b>
<b>Canadá</b>	<b>468.700</b>	<b>9%</b>
<b>Niger</b>	<b>421.000</b>	<b>8%</b>
<b>África do Sul</b>	<b>279.100</b>	<b>5%</b>
<b>Brasil</b>	<b>276.700</b>	<b>5%</b>
<b>Namíbia</b>	<b>261.000</b>	<b>5%</b>
<b>USA</b>	<b>207.400</b>	<b>4%</b>
<b>China</b>	<b>166.100</b>	<b>3%</b>
<b>Ucrânia</b>	<b>119.600</b>	<b>2%</b>
<b>Uzbequistão</b>	<b>96.200</b>	<b>2%</b>
<b>Mongólia</b>	<b>55.700</b>	<b>1%</b>
<b>Jordânia</b>	<b>33.800</b>	<b>1%</b>
<b>Outros</b>	<b>164.000</b>	<b>3%</b>
<b>total mundial</b>	<b>5.327.200</b>	

Fonte WNA

# Aplicações não energéticas

O campo nuclear oferece inúmeras aplicações e pretendemos apenas citar algumas.

- ▶ **campo médico** → radiologia convencional, mamografia, tomografia computadorizada, radiografia dental panorâmica, angiografia digital, exame PET (Positron Emission Tomography), neutralizador de vetores da transmissão de doenças. etc.
- ▶ **indústria** → RX de soldas , a irradiação de materiais plásticos (seringas, luvas, etc.) para a indústria farmacêutica para esterilização dos mesmos, irradiação de plásticos para o aumento de sua dureza na indústria automobilística (parachoques).

# Aplicações não energéticas



- ▶ **Em saneamento** → limpeza e dessalinização de águas
- ▶ **arqueologia e a história** → conservação e restauro de obras de arte,
- ▶ **Na agricultura** seu principal uso é na irradiação de alimentos
- ▶ **Na área de combustíveis**
  - geração de energia elétrica em usinas como as de Angra dos Reis no Brasil
  - como propulsor de navios e submarinos
  - propulsor de sondas espaciais movidas a plutônio como as Voyager I e II, que lançadas ao espaço na década de 1970 para ficar em atividade por 5 anos, ainda hoje mantêm seus sistemas em funcionamento e enviam informações aos centros de controle na Terra.

Fonte WNA

# Conclusões

- ▶ A segurança energética está intrinsecamente ligada às preferências geopolíticas, às estratégias tecnológicas escolhidas e às orientações das políticas sociais definidas pelos diversos países.
- ▶ A combinação das condições de fronteiras, da vizinhança, da localização continental e dos recursos internos leva a grande diversidade de entendimento do conceito de segurança energética e também da sustentabilidade.
- ▶ A política mundial de energia precisa de uma significativa revisão por razões que incluem desde a segurança energética até balança de pagamentos e preocupações ambientais de cada país.

# Conclusões

- ▶ Desastres ambientais devidos às buscas, a qualquer custo, de combustíveis fósseis trazem hoje um custo que a sociedade não quer e não pode mais pagar.
- ▶ A implantação de um projeto nuclear sempre levanta questões sobre os riscos associados tais como a liberação de radiação em condições de rotina e/ou em caso de acidente; a deposição dos resíduos e a questão da proliferação de armas nucleares.
- ▶ Essas preocupações necessitam tratamento adequado e a sociedade como um todo precisa ser informada em linguagem clara e simples para que decisões não sejam tomadas em desarmonia com a sua vontade, ou sob efeito da emoção.
- ▶ Evitar conflitos só é possível quando a comunicação chega a todos adequadamente.

# Obrigada pela atenção

## Ruth S. Alves

Associação Brasileira de Energia Nuclear

[aben@aben.com.br](mailto:aben@aben.com.br)

[www.aben.com.br](http://www.aben.com.br)

+5521 2266 0480