

# NAIPPE

NÚCLEO DE ANÁLISE INTERDISCIPLINAR  
DE POLÍTICAS E ESTRATÉGIAS  
DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

USP

## ENERGIA NUCLEAR PARA O BRASIL: OPÇÃO OU NECESSIDADE?

José Goldemberg



VOL. **4**  
NOVA SÉRIE

# Energia nuclear para o Brasil: opção ou necessidade?

José Goldemberg

NAIPPE/USP

**Apoio:**

CNPq  
Pró-reitoria de Pesquisa USP

*Núcleo de Análise Interdisciplinar de Políticas e Estratégias  
da Universidade de São Paulo*

*NAIPPE*

**Conselho Editorial**

Eduardo Massad

Professor Titular do Departamento de Patologia e Chefe da Disciplina Informática Médica  
da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

F.A.B Coutinho

Professor Associado do Departamento de Patologia e Informática Médica da Faculdade de  
Medicina da Universidade de São Paulo

Luis Fernandez Lopez

Professor Associado do Departamento de Patologia e Informática Médica da Faculdade de  
Medicina da Universidade de São Paulo

Marcelo Burattini

Professor Associado do Departamento de Patologia e Informática Médica da Faculdade de  
Medicina da Universidade de São Paulo

---

Braz José de Araújo

*(in memoriam)*

Professor Associado do Departamento de Ciência Política da Faculdade de Filosofia, Letras  
e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo; Coordenador Científico do  
Naippe/USP

---

**Organização e Revisão**

Mariana de Aquino Passos

**Ilustrador**

Renato Micheletti de Souza

NAIPPE/USP

Rua Teodoro Sampaio, 115 – São Paulo – SP – Brasil  
CEP 05405-000 – Fone: (011) 3061-7435 – Fax: (011) 3061-7382

## **Prefácio**

Nos últimos anos, temos assistido a uma espécie de ressurgimento da energia nuclear como opção energética para o mundo. Depois do acidente de Chernobyl, poderíamos esperar que esta opção tivesse sido muito atenuada. Entretanto, o aquecimento global não deixa muita margem para o uso de combustíveis fósseis e, portanto, a energia nuclear desponta como opção.

De fato, podemos até perguntar se a energia nuclear é indispensável para o mundo. E para o Brasil? Neste número, o NAIPPE convidou o Prof. José Goldenberg para nos ajudar a pensar sobre este problema, que tem enorme possibilidade de se tornar vital nos anos que virão.

O prof. Goldenberg dispensa apresentações. Ao longo de sua vida, tem tido uma destacada atuação acadêmica e como homem público, sempre preocupado em dar o melhor de si para aprimorar as condições de vida dos seus semelhantes.

O resumo do Prof. Goldenberg apresentado neste número, dá uma pálida idéia da enorme atividade desenvolvida pelo Prof. Goldenberg. É difícil imaginar um nome mais competente para tratar do assunto.

Este número trata de maneira objetiva e global, a opção da energia nuclear. No próximo número, esperamos contar com a colaboração do engenheiro Altino Ventura Filho que analisará o potencial hidroelétrico do Brasil com mais detalhes. Pretendemos ainda, publicar um estudo sobre o uso de bagaço de cana para produzir energia elétrica e tratar de outras energias alternativas como a eólica, a solar, entre outras.

## **Biografia do autor**

Bacharel em Física (1950) pela Universidade de São Paulo, José Goldemberg realizou doutorado e pós-doutorado na mesma área, pela mesma universidade.

Foi secretário de Ciência e Tecnologia, Secretário Interino do Meio Ambiente da Presidência da República e secretário interino de Meio Ambiente e Ministro da Educação do Governo Federal. Publicou, entre outros, os livros "Energy for a Sustainable World" (1988), "Energy, Development and Environment" e "Energy and Environment in the Developing Countries" (1995); foi Presidente da Sociedade Brasileira de Física (1975) e da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (1980).

Como bolsista no Canadá (1951), realizou experimentos que permitiram uma análise sistemática de reações fotonucleares, trabalhou na Universidade de Illinois, construindo junto ao Prof. Donald W. Kerst, o primeiro monocromador de fótons para a radiação de "bremsstrahlung" e trabalhou ainda na Universidade de Stanford com o acelerador linear.

Foi professor na Escola Politécnica e no Instituto de Física da USP, na Universidade de Paris – (França), Toronto – (Canadá), Princeton –Estados Unidos EUA e em Stanford, além de produzir. Publicou inúmeros trabalhos sobre energia nuclear e energia em geral.

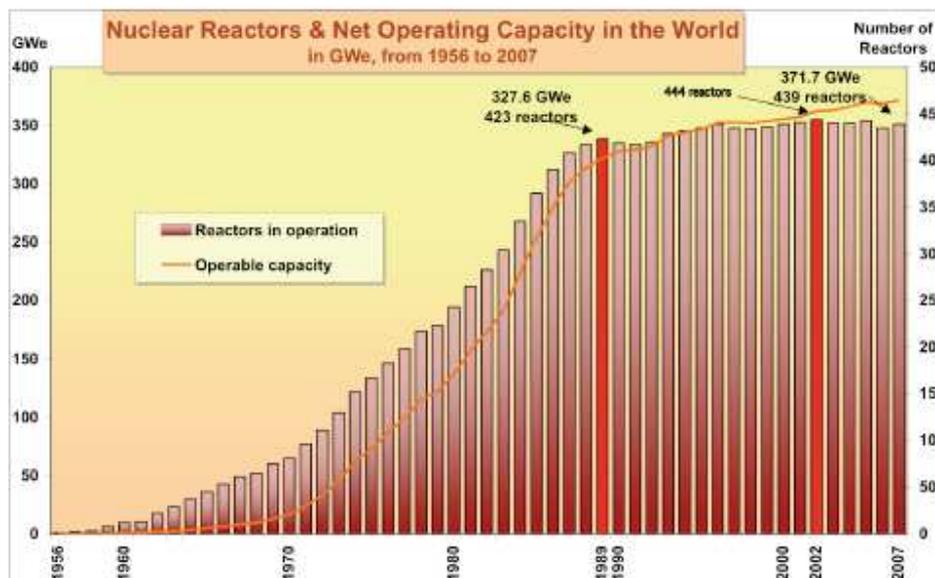
## ENERGIA NUCLEAR PARA O BRASIL: OPÇÃO OU NECESSIDADE?

### 1 - Energia Nuclear no mundo

Em 1980 havia 245 reatores nucleares em funcionamento no mundo; este número aumentou de 196 novas unidades no período de 25 anos entre 1980 e 2001. Só entre 1980 e 1985, o aumento foi de 118 unidades. Esta expansão foi reduzida nos 10 anos seguintes com um crescimento de 53 unidades, após o que não houve nenhuma expansão, o que indica uma estagnação dramática da expansão de energia nuclear no mundo.

No fim do ano de 2007, havia 441 reatores nucleares funcionando no mundo, gerando 372.000 megawatts. (Figura 1)

Figura 1



© Mycle Schneider Consulting

Source: IAEA, PRIS, 2007<sup>2</sup>, MSC

No ano de 2005, a contribuição da energia nuclear à produção de eletricidade no mundo era de 8,9%. A partir deste ano, contudo, aumentaram as expectativas de uma “renascença” da energia nuclear e os seguintes fatores contribuíram:

- A melhoria da “performance” dos reatores nucleares, inclusive segurança;
- O aumento crescente do consumo mundial de energia e de eletricidade;
- Ênfase crescente na eliminação da pobreza em muitos países com conseqüente aumento da energia necessária;
- O fato de reatores nucleares em funcionamento emitirem menos gases do efeito estufa que usinas termoelétricas, carvão ou gás. (Ver Apêndice 1)
- As medidas adotadas pelo Governo americano introduzindo subsídios para a construção de novos reatores.

Em base a estas expectativas, a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) preparou projeções da expansão da energia nuclear para o ano de 2030.

A Tabela I mostra estas projeções para as diferentes regiões do globo com um cenário “alto” e outro “baixo”.

Tabela I

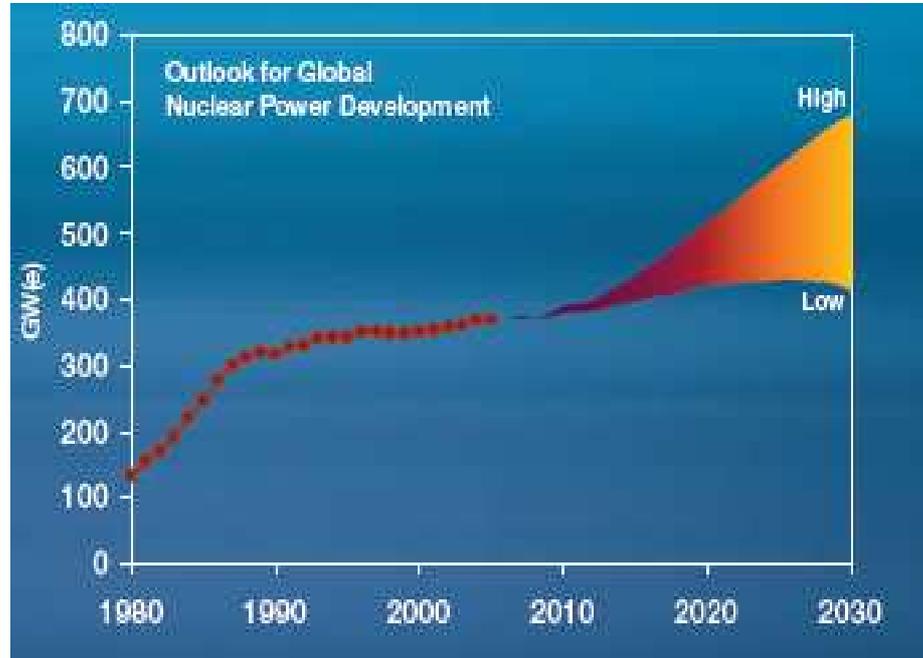
	2005	2010		2020		2030	
		Low	High	Low	High	Low	High
North America	111	114	116	120	131	126	158
Latin America	4	4	4	6	7	6	18
Western Europe	124	122	124	91	129	48	149
Eastern Europe	48	48	50	68	76	78	107
Africa	2	2	2	2	4	2	10
Middle East and South Asia	3	10	11	17	27	23	46
South East Asia and the Pacific					1	1	5
Far East	76	81	83	119	145	130	187
<b>World Total</b>	<b>368</b>	<b>381</b>	<b>390</b>	<b>423</b>	<b>520</b>	<b>414</b>	<b>679</b>

**Note:** Nuclear capacity estimates take into account the scheduled retirement of old units at the end of their lifetime.

Fonte: IAEA 2007

A Figura 2 mostra graficamente o resultado destas projeções.

Figura 2



Fonte: IAEA 2007

Para a Europa Ocidental, os 124GWe elétricos gerados em 2005, cairão para 48GWe no cenário “baixo” e, aumentarão para 149GWe, no cenário “alto” em 2030. Em contraste, no Oriente, os 78GWe em 2005, aumentarão para 130GWe no cenário “baixo” e 187GWe no cenário “alto”.

Apesar do aumento da geração nuclear das previsões da AIEA, a produção de eletricidade crescerá mais rapidamente e a fração de energia nuclear produzida deverá cair de 8,9%, em 2030, para 7,3% no cenário baixo e manter a participação de 8,9% no cenário alto. (Tabela II)

Tabela II

Projeções da instalação de reatores nucleares em diferentes regiões do mundo

	2005		2010		2020		2030		
	Total Electricity GW(e)	Nuclear share (%)							
North America	1 252	8.8	1 289	8.9	1 400	8.6	1 546	8.2	
			1 335	8.7	1 478	8.9	1 643	9.6	
Latin America	276	1.5	305	1.4	385	1.6	485	1.2	
			339	1.3	526	1.4	802	2.2	
Western Europe	751	16.5	782	15.6	864	10.5	964	5.0	
			818	15.1	953	13.5	1 121	13.3	
Eastern Europe	466	10.3	469	10.2	505	13.5	543	14.3	
			489	10.2	596	12.7	724	14.7	
Africa	104	1.7	111	1.6	138	1.5	175	1.2	
			125	1.4	191	2.2	292	3.5	
Middle East and South Asia	300	1.2	338	2.9	439	3.8	568	4.1	
			365	3.0	547	4.9	800	5.8	
South East Asia and the Pacific	146		165		208		258	0.3	
			176		258	0.3	374	1.3	
Far East	822	9.2	854	9.5	1 003	11.8	1 169	11.1	
			987	8.5	1 371	10.6	1 867	10.0	
World Total	Low Estimate	4 117	8.9	4 314	8.8	4 943	8.6	5 709	7.3
	High Estimate			4 633	8.4	5 920	8.8	7 622	8.9

**Note:** Nuclear generation estimates take into account the scheduled retirement of units at the end of their lifetime.

Fonte: IAEA 2007

Quantos reatores nucleares serão necessários para atingir estas metas?

No cenário “baixo” da AIEA, 145 reatores atingirão o fim de sua vida útil a partir de 2007 e terão que ser substituídos; 178 reatores novos terão que ser construídos até 2030.

Estes números foram questionados num estudo recente de M. Schneider e A. Froggatt (2007). Segundo estes autores, se assumirmos que a vida dos atuais reatores possa ser estendida até 40 anos, um total de 339 reatores teria que ser construído até 2030 para manter em funcionamento o mesmo número de reatores que existe hoje, ou seja, um reator a cada mês. A experiência que temos até hoje mostra que a vida média dos reatores já desativados foi de apenas 22 anos. Estão em construção 34 reatores, dos quais 12, estão listados nesta categoria há mais de 20 anos.

A conclusão que se pode tirar é que, parece difícil que as projeções da AIEA, mesmo na projeção “baixa”, se concretizem até 2030, de modo que a “renascença” da energia nuclear no mundo pareça duvidosa.

## 2 - Energia Nuclear no Brasil

O Governo brasileiro publicou recentemente o “Plano Nacional de Energia 2030”, em que são feitos vários cenários de evolução do consumo de energia até este mesmo ano (e do consumo de eletricidade), conforme indicado na Tabela III com taxas medias de crescimento do produto interno bruto variando de 2,2% ao ano a 5,1%.

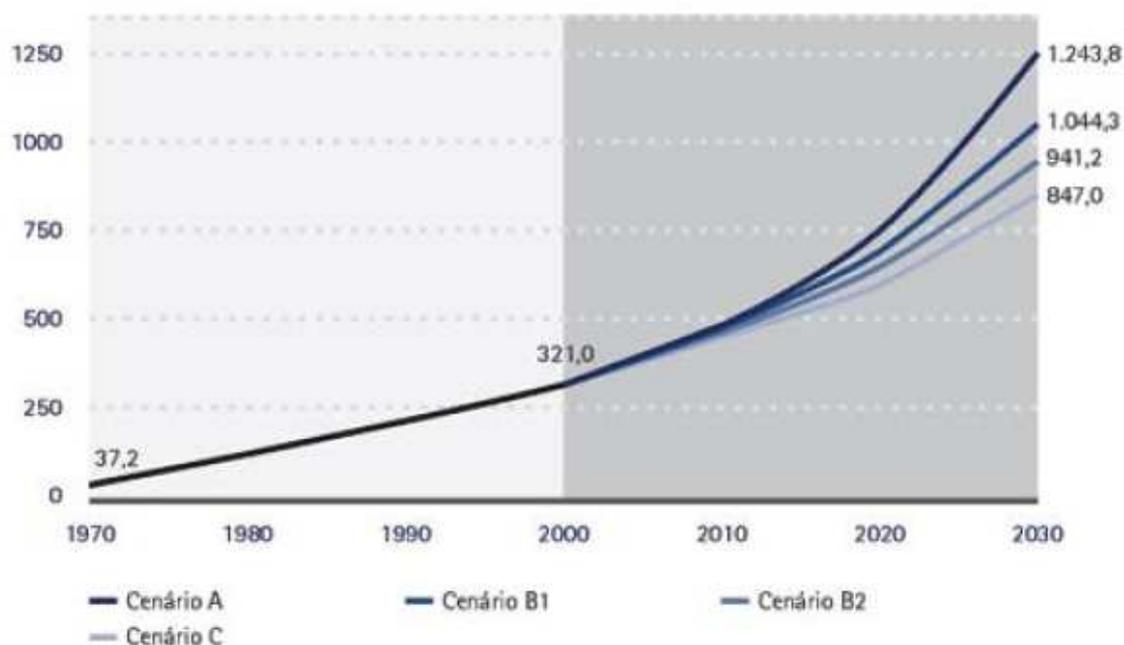
Tabela III  
Taxas de crescimento médio do PIB

<b>Cenário A</b>	<b>5,1 %</b>
<b>Cenário B1</b>	<b>3,2 %</b>
<b>Cenário B2</b>	<b>4,1 %</b>
<b>Cenário C</b>	<b>2,2 %</b>

Fonte: PNE 2030

A Figura 3 mostra as projeções do consumo de eletricidade nos 4 cenários.

Figura 3  
Projeção do Consumo Final de eletricidade no Brasil



Obs.: Inclui auto-produção e conservação (progresso autônomo) e exclui consumo do setor energético.

Fonte: PNE 2030

O crescimento brasileiro tem se situado entre os cenários B1 e B2. O Governo Federal preparou alternativas para o aumento da oferta de energia elétrica no período de 2005-2015, que ele tem tentado implementar junto a novas alternativas de 2015-2030. Os resultados são indicados na Tabela IV.

Tabela IV  
Metas do Plano 2030 para o suprimento de eletricidade (GWe)

<b>FONTE</b>	<b>2005</b>	<b>2015</b>	<b>2030</b>
<b>Hidroelétrica (grande porte)</b>	68.600	99.000	156.300
<b><u>Térmicas</u></b>	16.900	24.300	38.997
<b>Gás Natural</b>	8.700	13.000	21.036
<b>Nuclear</b>	2.000	3.300	7.347
<b>Carvão</b>	1.400	2.500	6.015
<b>Outras</b>	4.800	5.500	5.500
<b><u>Alternativas</u></b>	1.460	5.550	20.322
<b>PCH</b>	1.300	2.300	7.769
<b>Centrais eólicas</b>	-	1.400	4.682
<b>Biomassa de carvão</b>	100	1.800	6.571
<b>Resíduos urânio</b>	0	-	1.300
<b><u>Outras</u></b>	5.800	2.600	-
<b><u>Importação</u></b>	7.800	8.400	8.400
<b><u>TOTAL</u></b>	<b>100.500</b>	<b>139.800</b>	<b>224.919</b>

Fonte: PNE 2030

Como se pode ver nesta Tabela, a energia nuclear representou em 2005 cerca de 2% da eletricidade produzida no país, que deverá aumentar para 3,3% em 2030, representando uma contribuição pequena à matriz energética brasileira.

Freqüentemente é utilizado o argumento de que as reservas de minério de urânio do Brasil, para geração nuclear, são elevadas (cerca de 300.000 toneladas de oxido de urânio) a um custo inferior a 130 US\$/kgU, o que poderia conduzir o país à auto suficiência nesta área.

Na realidade, as melhores reservas – a baixo custo inferior a US\$ 40 kgU são menores, como indica a Tabela V, que dá também a potência nuclear que as reservas permitiriam instalar com vida útil de 40 anos das usinas e fator de capacidade de 85%.

Tabela V  
Reservas brasileiras de urânio  
custo abaixo de US\$ 130/t

Custos de exploração	Reservas	Potencial de Geração
< 40 US\$/kg U	66.200 t U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	8.000 MW
< 80 US\$/kg U	177.500 t U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	21.000 MW
< 130 US\$/kg U	309.370 t U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	35.000 MW

Fonte: PNE 2030

As reservas brasileiras de óxido de urânio são apreciáveis como mostra a Tabela V mas representam apenas 6% das reservas mundiais.

Tabela VI  
Reservas mundiais de urânio a custos inferiores a US\$ 130/tons

País	10 <sup>3</sup> t	Part.
Cazaquistão	957	21,0%
Austrália	910	19,8%
África do Sul	369	8,0%
Estados Unidos	355	7,7%
Canadá	332	7,2%
Brasil	309	6,7%
Namíbia	287	6,3%
<b>Subtotal</b>	<b>3.519</b>	<b>77,0%</b>
Demais países	1.069	23,0%
<b>MUNDO</b>	<b>4.588</b>	<b>100%</b>

Fonte: INB, AIEA

Vale lembrar que óxido de urânio não é combustível de reatores nucleares, mas tem que passar por um longo processo de produção até que possa efetivamente ser usado nos reatores.

Hoje, o Brasil domina a tecnologia de todo o ciclo do combustível, inclusive a principal fase, o enriquecimento. Essa fase é a principal, tanto em termos econômicos, visto demandar a maior parte dos investimentos do ciclo\*, como em termos políticos e estratégicos, pela sua potencial aplicação na produção de armas nucleares, o que a faz objeto de controle e salvaguardas internacionais.

A primeira fase da unidade de enriquecimento, de Resende, cuja conclusão é prevista para 2010, terá a capacidade instalada de 114 mil Unidades de Trabalho de Separação (UTS\*\*) e, deverá suprir 60% do combustível consumido nas usinas de Angra 1 e 2. O nível de enriquecimento é de 3% em U235. Até lá, o governo pretende investir R\$ 250 milhões. A entrada em operação de Angra 3, prevista no Plano Decenal de Energia Elétrica para 2015, aumentará a demanda em cerca de 130 mil UTS. A unidade de Resende tem uma expansão projetada para 203 mil UTS. Somente 60% da demanda das três centrais nucleares será atendida.

Em uma perspectiva de longo prazo, a oferta de combustível nuclear, no caso da instalação de novas centrais geradoras, não constitui propriamente uma restrição. Mas deve-se ter em conta o elevado volume de investimentos demandado, principalmente se considerarmos a possibilidade de auto-suficiência nacional na área. Enriquecimento de urânio exige instalações consideráveis, cujo custo de capital é de cerca de 1 bilhão de dólares para a produção de 1 milhão de (UTS) por ano.

Cerca de 100.000 a 120.000 SWU são necessários para uma carga anual de um típico reator de 1000 megawatts (do tipo Angra dos Reis).

---

\*\*Na cadeia de valor do ciclo do combustível nuclear, as contribuições se distribuíam, resumidamente da seguinte forma em preços, no ano de 2003: Obtenção do urânio natural – 22%, Produção do hexafluoreto de urânio (conversão) – 5%, enriquecimento – 47% e Fabricação de combustível 26%. Disponível em <<http://www.cgee.org.br>>

\*\* A UTS é uma medida de energia necessária para enriquecer de uma certa porcentagem uma dada quantidade de urânio. Por exemplo para produzir 1 quilo de urânio enriquecido a 3% em U-235 é necessário 3.58 SWU.

Uma carga típica de reator como o de Angra II, custa cerca de 10 milhões de dólares no mercado internacional. É por essa razão, que para justificar a construção de uma unidade de enriquecimento que custa 1 bilhão de dólares, são necessários 10 reatores nucleares\*. Caso contrário, vale mais a pena comprar o urânio enriquecido no mercado internacional, onde a capacidade de enriquecimento era de 55 milhões de UTS por ano que supera o consumo atual no mundo, havendo capacidade ociosa. (Tabela VII)

Tabela VII  
Capacidade mundial de enriquecimento de urânio.

	<b>Metodo</b>	<b>UTS/ano X 1000</b>
France	Diffusion	10,800 000
Germany, Netherlands, United Kingdom	Centrifuge	5250 000
Japan	Centrifuge	1050 000
United States	Diffusion	18,700 000
Russia	Centrifuge	19,000 000
China	Mostly centrifuge	400-800 000
Pakistan	Centrifuge	5 000
Total		55,000 000 approx.

Source: OECD NEA (2002). Nuclear energy data. Nuclear Engineering International (2002). "World Nuclear Handbook."

Este é um argumento de natureza puramente econômica. Para alguns países, a garantia de independência nacional nesta área poderia exigir a capacidade de produzir seu próprio urânio enriquecido. Esta, contudo, é uma opção política e não econômica.

O custo do combustível nuclear é pequeno se comparado ao custo dos combustíveis dos outros métodos de produzir energia elétrica em usinas térmicas (a carvão ou gás), como mostra a Tabela VIII

---

\* O argumento é o seguinte: investidos 1 bilhão de dólares numa planta de enriquecimento o custo mínimo da amortização do capital será de cerca de 100 milhões de dólares equivalente a 10 cargas anuais.

Tabela VIII  
Custo do Combustível na Geração Térmica

COMBUSTÍVEL	US\$/t	US\$/MWh
Urânio (nuclear)	—	8,0
Carvão nacional	16,4	16,4
Carvão importado	64,0 <sup>1</sup>	28,8
Gás natural	6,5 <sup>2</sup>	40,3

<sup>1</sup> custo CIF-usina; <sup>2</sup> custo de US\$/10<sup>6</sup>BTU

Elaboração: EPE.

O custo da energia elétrica produzida nos reatores nucleares não é determinado pelo combustível, mas pelo custo de capital, e é isto que torna energia nuclear pouco competitiva com outras opções como mostra a Tabela IX.

Tabela IX  
Custo Médio de Geração de Eletricidade

(US\$/MWh)

FONTE DE GERAÇÃO	CONDIÇÃO HIDROLÓGICA	
	CRÍTICA	MÉDIA
Gás natural	56,4	40,4
Carvão nacional	44,4	40,5
Carvão importado	56,8	49,3
Nuclear	51,8	50,1
Resíduos urbanos <sup>1</sup>	22,0	22,0
Biomassa da cana <sup>1</sup>	23,0	23,0
PCH	36,0	36,0
Centrais eólicas	75,0	75,0

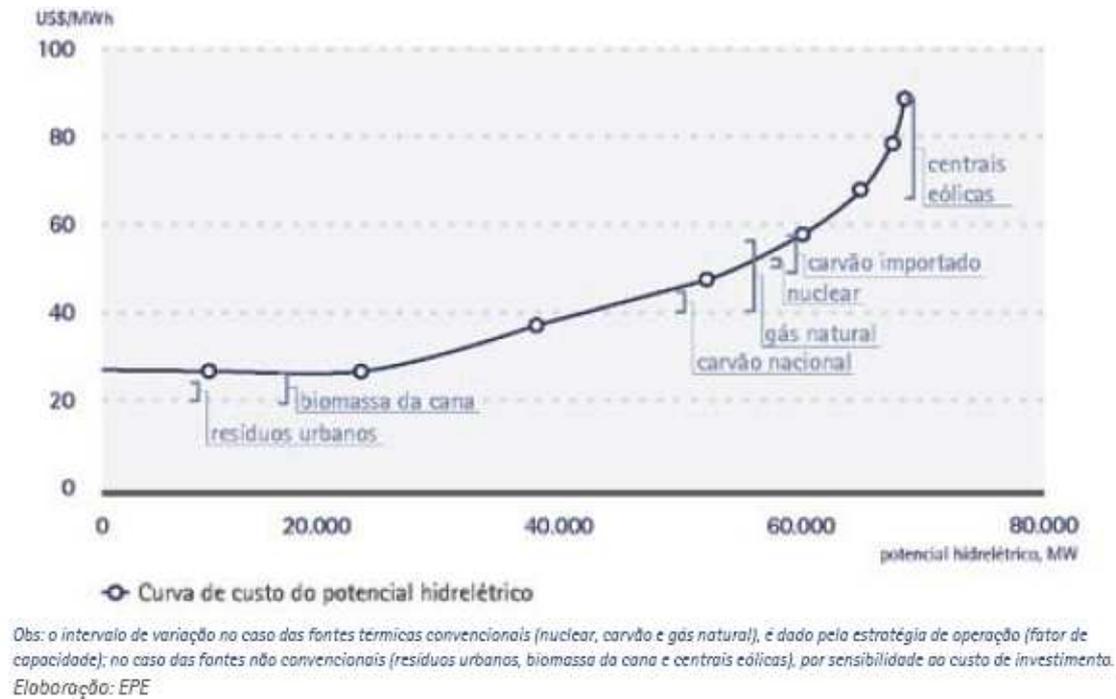
<sup>1</sup> Exclusivo o custo do combustível.

Elaboração: EPE

A Figura 4 mostra o custo estimado das várias opções energéticas para geração de eletricidade, quando comparadas com o custo de geração hidroelétrica que

aumenta, à medida que o potencial hidroelétrico do país é explorado (indicado pela curva sólida da Figura 4).

Figura 4  
Custo Médio Comparado da Geração de Eletricidade



O custo de produção em US\$/MWh, calculado no Plano 2030, é 50.1US\$/MWh. No entanto, este valor foi analisado criticamente por Joaquim Francisco de Carvalho em 2007, que fez a análise dos custos necessários para concluir o reator nuclear Angra dos Reis III. Nestes custos, foram ignorados os gastos já feitos com a compra de equipamento, no valor de R\$ 1,55 milhões, que foram comprados há mais de 20 anos e que estão estocados em Angra dos Reis (equipamentos mecânicos de grande porte). Mesmo assim, o custo da eletricidade calculada por Carvalho atingiu o valor de R\$ 174/Mwh, ou seja, 97 US\$/MWh mais cara que todas as outras opções incluindo energia eólica.

O potencial hidroelétrico brasileiro é estimado em 251.000 Gw, dos quais apenas 30% (cerca de 78.000 Gw) foram aproveitados. (Tabela X)

Tabela X  
Potencial Hidrelétrico Brasileiro

(MW)

BACIA	APROVEITADO	INVENTÁRIO	ESTIMADO	TOTAL	%
Amazonas	835	77.058	28.256	106.149	42,2
Paraná	41.696	10.742	5.363	57.801	23,0
Tocantins/Araguaia	12.198	11.297	4.540	28.035	11,2
São Francisco	10.290	5.550	1.917	17.757	7,1
Atlântico Sudeste	4.107	9.501	1.120	14.728	5,9
Uruguai	5.182	6.482	1.152	12.816	5,1
Atlântico Sul	1.637	1.734	2.066	5.437	2,2
Atlântico Leste	1.100	1.950	1.037	4.087	1,6
Paraguai	499	846	1.757	3.102	1,2
Parnaíba	225	819	0	1.044	0,4
Atlântico NE Oc.	0	58	318	376	0,1
Atlântico NE Or.	8	127	23	158	< 0,1
<b>TOTAL</b>	<b>77.777</b>	<b>126.164</b>	<b>47.549</b>	<b>251.490</b>	<b>100,0</b>
<b>%</b>	<b>30,9</b>	<b>50,2</b>	<b>18,9</b>	<b>100,0</b>	

*Observações: 1- potencial aproveitado inclui usinas existentes em dezembro de 2005 e os aproveitamentos em construção ou com concessão outorgada; 2- inventário nesta tabela indica o nível mínimo de estudo do qual foi objeto o potencial; 3- valores consideram apenas 50% da potência de aproveitamentos binacionais; 4- Foi retirado o potencial das usinas exclusivamente de ponta.*

Fonte: PNE 2030

### 3 - Conclusão

O papel que a energia nuclear vai desempenhar no futuro no mundo é ainda incerto e a “renascença” prevista por diversos governos, enfrenta ainda diversos questionamentos, exceto em países como o Japão, Coreia do Sul, Taiwan e China, que não tem outras opções.

A situação no Brasil é bastante diferente, porque temos outras opções como a energia hidroelétrica que, ainda pode se expandir consideravelmente, já que apenas 31% do potencial existente foi aproveitado. Há além disso, boas possibilidades de gerar quantidades

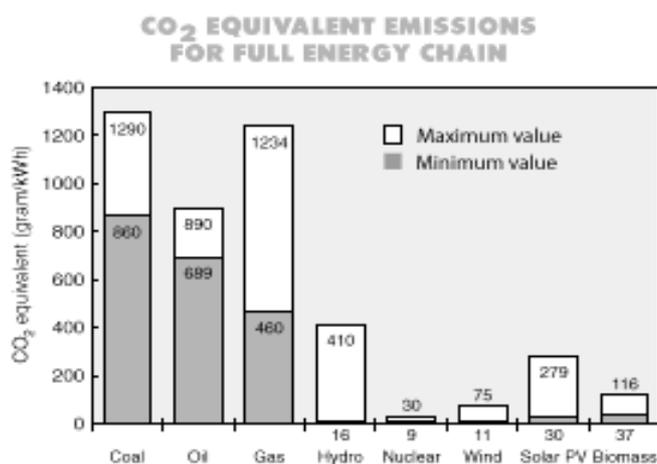
apreciáveis de energia elétrica com biomassa (principalmente com bagaço de cana). Provavelmente, a energia nuclear continuará no futuro com papel reduzido no país.

#### 4 - Apêndice I

Um dos argumentos usados frequentemente para justificar o uso de energia nuclear para a geração de eletricidade é o de que emite menos gases de “efeito estufa” do que outras alternativas. Esta questão, tem sido exaustivamente discutida na literatura.

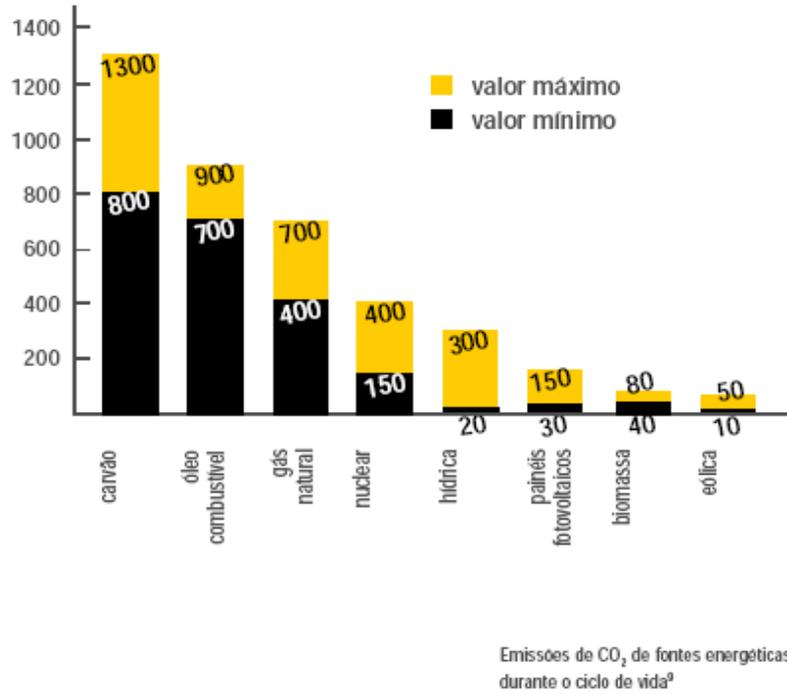
Os resultados de Rogner e Khan da Agência Internacional de Energia Atômica são indicados na Figura 5.

Figura 5



que situa as emissões de reatores nucleares entre 9 e 30 gramas de CO<sub>2</sub>/kWh, muito menor do que as outras alternativas. Sucede que, estas emissões, podem ser maiores dependendo da qualidade de minério, do qual o urânio foi produzido. Outros autores indicam que as emissões de reatores nucleares (considerando ciclo total) poderiam ser substancialmente maiores. (Figura 6)

Figura 6



Os valores mínimos e máximos nesta Figura foram obtidos pela média dos valores dos estudos do Conselho Mundial de Energia, Agência Internacional de Energia Atômica, Öko-Institut, Instituto de Energia Nuclear, Universidade de Sidney, COPPE 2007 ver Storm e Smith – “Nuclear Power – the energy balance” 2007 <http://www.stormsmith.nl>

## 5 – Referências Bibliográficas

- IAEA, PRIS 2007 International Atomic Energy Agency (IAEA).  
Power Reactor Information System (PRIS)  
<http://www.iaea.org/programmes/az/index.html>
- IAEA 2007 Energy, Electricity and Nuclear Power  
developments and projections: 25 years past and future  
International Atomic Energy Agency, Vienna 2007
- M. Schneider e A. Froggatt 2007 The world nuclear industry Status Report  
<http://www.greens-eta.org/cws/topics/dobkin/206/206749.the>  
world nuclear industry status  
report@en.pdf
- Plano 2030 Plano Nacional de Energia 2030, Empresa de Planejamento  
Energético
- Joaquim Francisco de Carvalho (2007)  
Estabelecendo prioridades para investimentos em usinas  
nucleares e hidroelétricas. Os casos de Angra III, Belo Monte,  
Santo Antonio e Jiran  
Ciência e Sociedade – Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas,  
Rio de Janeiro  
CBPF-CS-003/07  
Novembro 2007
- H. H. Rogner e A. Khan IAEA Bulletin Vol. 40 n° 1 (March 1998) Comparing Energy  
Options 2008  
<http://ww.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull401/article1.html>

## **Nova série NAIPPE Cadernos**

1 – Elementos para uma proposta alternativa para o desenvolvimento do capitalismo no Brasil

*(Frederico Jayme Katz)*

2 - O Setor Sucroalcooleiro e o Domínio Tecnológico

*(Paulo Augusto Soares / co-autoria: Carlos Eduardo Vaz Rossell)*

3 - Conversão da celulose pela tecnologia Organosolv

*(Paulo Augusto Soares / co-autoria: Carlos Eduardo Vaz Rossell)*

4 – Energia nuclear para o Brasil : opção ou necessidade ?

*(José Goldemberg)*

## OBJETIVOS DO NAIPE/USP

Desenvolver pesquisas sobre temas relacionados com estratégias, políticas estratégicas, acompanhamento e avaliação de políticas em áreas estratégicas, análise dos processos de decisão em áreas estratégicas, de suas dimensões institucionais e administrativas, dos processos de divisão em áreas estratégicas e avaliação dos planos governamentais;

Promover e estimular a agregação de estudiosos e pesquisadores dos mais diferentes campos do conhecimento científico, relacionados aos seus objetivos;

Estimular a realização de pesquisas interdisciplinares, criando, para tanto, condições materiais e institucionais favoráveis à maior interação entre as diferentes unidades da universidade;

Promover encontros, sob a forma de conferências, seminários, colóquios e congressos;

Organizar um centro de documentação e um banco de dados necessário ao desenvolvimento de pesquisa operacional, relacionada aos seus objetivos;

Fomentar a divulgação de resultados de pesquisas, bibliografias especializadas, boletins e outros informes assemelhados.