

Apresentam-se as várias gerações da energia eléctrica produzida através da fissão nuclear, discutindo as suas vantagens e os seus inconvenientes.

Pretende-se analisar de forma objectiva as principais razões que explicam o facto desta forma de energia ser mal-amada pelo público em geral, que a excluiu até há pouco tempo do espectro político aceitável como uma das opções para fazer frente à debilidade estrutural representada pela enorme dependência de energia importada.

Apresentam-se também os motivos que conduzem o autor a acreditar que o ressurgimento desta forma de geração eléctrica será inevitável no mundo ocidental, incluindo o nosso próprio país.

# NOVAS FORMAS NUCLEAR

Cem anos depois das descobertas de Einstein que revolucionaram o pensamento científico, a consequência mais relevante para a humanidade é a energia de fissão nuclear.

Há cinquenta anos que esta forma de energia vem produzindo electricidade através da reacção em cadeia da fissão de núcleos de urânio, permitindo hoje que 7% de toda a energia consumida no mundo seja desta origem, 16% de toda a electricidade, atingindo na Europa mais de um terço, representando assim a forma mais importante de geração eléctrica neste continente.

Tal acontece com um registo de segurança incomparável com qualquer outra forma de produção energética, não emitindo para a atmosfera qualquer tipo de emissão relevante. É actualmente a forma de energia mais competitiva, devido à quantidade mínima de matéria-prima que é necessária para produzir uma unidade de energia eléctrica, em comparação com as outras formas de geração de energia eléctrica.

Por essa razão tem ajudado a humanidade a atrasar a exaustão dos recursos fósseis, tendo num passado recente contribuído de uma forma decisiva para o controlo dos preços desses recursos. Além disso, tem atrasado o fenómeno da mudança climática.

PEDRO MIGUEL DE SAMPAIO NUNES

Charlemagne, Consultores em Questões Europeias Lda

psampaionunes@sapo.pt

# S DE CISÃO

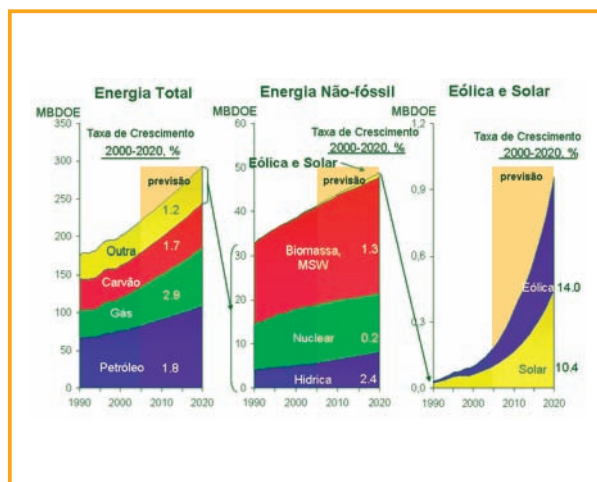


Fig. 1 - Procura mundial de energia.

continua a colocar problemas para a sua disseminação em larga escala. Será necessário um salto tecnológico na acumulação de energia eléctrica ou a massificação da economia do hidrogénio para se resolver essa dificuldade maior.

## CONDICIONANTES DA MATRIZ ENERGÉTICA GLOBAL

Apenas um sexto da energia consumida actualmente é de origem não-fóssil e, desta, a biomassa domina nos países em desenvolvimento, que ainda usam a lenha como combustível, sendo o restante dividido pela hídrica e pela nuclear (Fig. 1).

As novas energias renováveis têm uma posição ainda muito marginal, e apesar do aumento espectacular da sua taxa de crescimento anual, o seu preço ainda não competitivo e a sua intermitência não lhes permitem contribuir, a curto e médio prazo, para a solução dos graves problemas que a humanidade enfrenta.

### Competitividade das renováveis

A internalização dos custos externos, que hoje se faz através de subsidição conjugada com a prioridade no despacho, irá ser gradualmente realizada por meios economicamente mais eficientes, como o Sistema Europeu de Comércio de Licenças de Emissão, que tornará em breve a energia eólica competitiva com as energias convencionais fósseis; porém, a intermitência dessas formas de energia

## Potencial da eficiência energética

Por outro lado a enorme jazida de economias, que representa uma melhor eficiência energética, não é facilmente capturável. De acordo com a Fig. 2, os progressos permanentes no sentido de uma maior economia em energia não são suficientes para contrariar o aumento crescente da procura, mas apenas para diminuir a sua taxa de crescimento. E este facto é ainda mais verdadeiro quando se aplica a economias como a nossa, que carecem de muita energia para assegurar o seu crescimento e a qualidade de vida das populações.

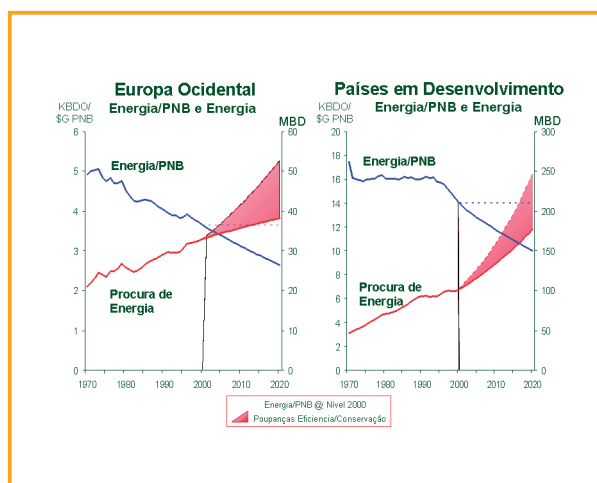


Fig. 2 - Evolução da energia por PNB e da procura de energia.

Duração das reservas fósseis

Se verificarmos agora o volume de reservas calculadas pela relação do valor de reservas provadas sobre o valor de consumo actual anual temos o número de anos que deverão durar essas reservas (Fig. 3). Este valor é meramente indicativo, uma vez que tem sido sistematicamente “esticado” pela evolução tecnológica; representa, no entanto, uma referência importante porque nos dá uma indicação quantificada de comparação em bases semelhantes da quantidade de recursos existentes, bem como uma certa aproximação do limite físico das reservas exploráveis economicamente.

Como se mostra na Fig. 3, o petróleo encontra-se concentrado no Médio-Oriente onde existem cerca de dois terços das reservas mundiais com os mais baixos custos de produção, de 2 a 4 USD o barril, e com 39 anos de *reserves/production (R/P) ratio*. Quanto ao gás natural encontra-se um pouco melhor distribuído com 70% das reservas ao redor da Europa, com incidência na Rússia, Médio-Oriente e Norte de África, com 61 anos de R/P. O carvão está muito melhor distribuído e tem cerca de 200 anos de R/P, mas o seu impacto no ambiente coloca graves problemas à sua utilização.

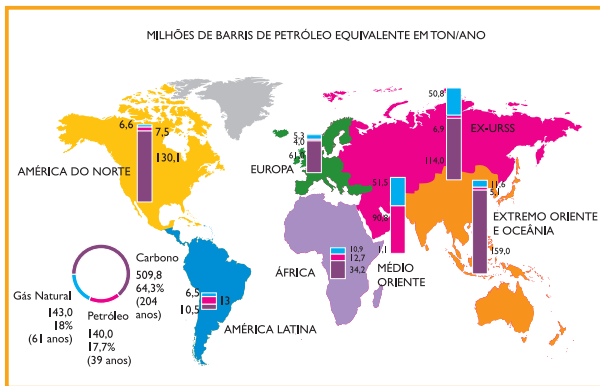


Fig. 3 - Reservas mundiais de energia fóssil.

Relativizar a razão R/P

Este indicador deve ser relativizado porque os prazos de existência teórica dos recursos energéticos são sensivelmente os mesmos há mais de duas décadas, uma vez que a tecnologia e as novas descobertas têm permitido adicionar em cada ano as mesmas quantidades que são consumidas. Porém, nos últimos anos não se registaram novas descobertas significativas, o que leva os especialistas a dar cada vez mais crédito à teoria de termos já atingido o pico das reservas; por outro lado as grandes economias emergentes, como a China, a Índia e a Indonésia, estão a atingir níveis de motorização que absorvem quantidades maciças de produtos petrolíferos que o actual mercado não consegue fornecer.

Necessidade de renovar o parque gerador

Esta situação gerou uma tensão no mercado mundial das matérias-primas energéticas que foi responsável por um aumento continuado e persistente dos preços de todas as fontes utilizadas na geração eléctrica, quando a Europa se aproxima de uma época em que será necessário instalar cerca de 300 GW nos próximos 25 anos para substituir o parque existente.

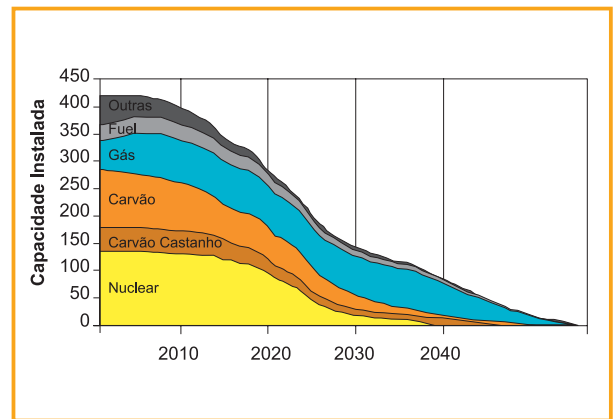


Fig. 4 - Necessidade de nova geração no mercado europeu.

Perante esta situação há que analisar de forma objectiva e transparente qual o tipo de geração que deverá vir a substituir a presente base largamente fóssil do parque actual, face às questões que se colocam no plano ambiental, de segurança de abastecimento ou da competitividade da economia.

FAZ SENTIDO FALAR EM CISÃO NUCLEAR HOJE?

Fará sentido neste quadro, e face ao abandono pela opinião pública ocidental no seguimento do acidente de Chernobyl, de voltar a encarar a opção da cisão nuclear?

As reservas de urânio

Vejamos a questão das reservas de urânio: estão distribuídas de forma equilibrada por países estáveis politicamente e têm um *ratio R/P* de 60 anos para as reservas conhecidas, estimando-se em quatro vezes mais as reservas ainda por descobrir (Fig. 5).

Por outro lado, estão em demonstração tecnologias de geração nuclear, os reactores regeneradores de neutrões rápidos, que permitem aumentar em 60 vezes as reservas existentes, o que permitirá chegar folgadoamente à fusão nuclear e à utilização competitiva e massificada das energias renováveis.

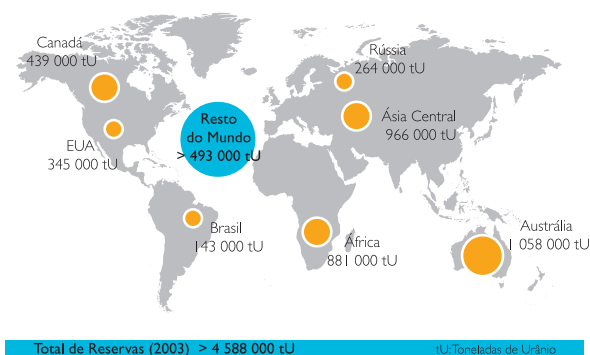


Fig. 5 - As reservas de urânio.

### A competitividade do nuclear

De qualquer modo o *ratio* R/P é estimado para os custos correntes de produção de cada matéria-prima e cresce naturalmente à medida que o preço de mercado sobe, mas neste caso o limite é a possibilidade de se manter competitivo a esse novo custo do produto final. Ora aí é que as situações diferem de forma drástica: o impacto do preço das matérias-primas nas várias formas de geração eléctrica é fundamentalmente diferente, entre os 5% da geração nuclear, podendo ir até 20% se incluirmos o custo da reciclagem do combustível usado e o tratamento dos resíduos finais, até 52% para o carvão e 73% para o ciclo

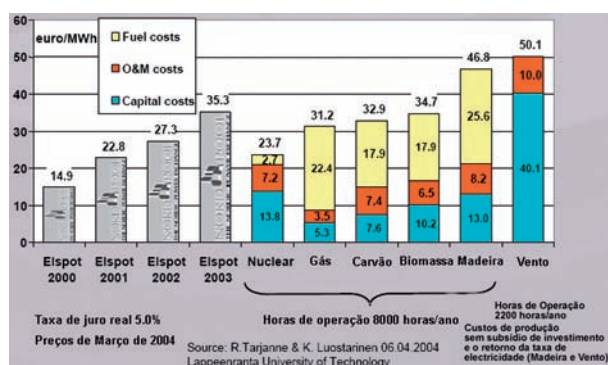


Fig. 6 - Competitividade da energia nuclear.

combinado a gás natural.

Essa análise ressalta da Fig. 6, elaborada na Finlândia e com base na decisão inédita num país ocidental de retomar a geração nuclear após o acidente de Chernobyl e numa altura de abertura total do mercado.

Para além de se constatar a competitividade do quilowatt-hora (kWh) nuclear em relação a todas as outras formas

de geração alternativa, podemos também verificar que estes custos não têm ainda o custo adicional associado às penalidades de Quioto que, depois da data em que foram calculados, dobraram os custos do petróleo, do gás e do carvão.

### MELHORAR A SEGURANÇA, REDUZIR A DEPENDÊNCIA, PROTEGER O AMBIENTE

Não considerando o risco da proliferação de armas atómicas, que não é um problema em Portugal devido ao duplo controlo da Agência Internacional de Energia Atómica (AIEA) e da *European Atomic Energy Community* (EURATOM), outra das questões polémicas tem a ver com a segurança do funcionamento dos reactores. Para enquadrar essa questão é importante saber que o pior acidente que pode suceder num reactor é o que aconteceu em Chernobyl.

### A questão da segurança das instalações

Após vinte anos de desinformação sobre este assunto, as Nações Unidas, através de um relatório em que estiveram envolvidas várias das suas agências, veio dar esclarecimentos sobre este acontecimento: apenas comprovadamente perderam a vida até hoje menos de 50 pessoas, sem qualquer evidência de malformações congénitas ou de outro tipo de consequências graves para a saúde dos 600 000 afectados.

Deduz-se desta análise que a energia nuclear após cinquenta anos de existência é a forma de energia, de longe mais segura, embora haja a percepção pública contrária, tal como os transportes aéreos o são para a mobilidade.

### O problema dos resíduos nucleares

A outra questão que tornou a cisão nuclear mal-amada é a questão dos resíduos nucleares: ora essa é seguramente uma das grandes vantagens da energia nuclear em relação às outras formas de geração termoeléctrica: os resíduos da geração nuclear são incomparavelmente menores em volume, cerca de 100 000 vezes, e perdem com o tempo a sua nocividade ao contrário dos resíduos químicos e biológicos.

Para produzir 1 MW de energia eléctrica durante um ano são necessárias 2 500 t de carvão, 1 500 t de fuelóleo, 700 t de gás natural e apenas 25 kg de urânio enriquecido. Ora estas matérias-primas darão naturalmente origem a resíduos na proporção correspondente, isto é, 5 000 t de CO<sub>2</sub>, de SO<sub>2</sub>, de cinzas e de metais pesados libertados para a atmosfera no caso do carvão, 4 800 t de CO<sub>2</sub> e de SO<sub>2</sub> para o fuelóleo, 2 400 t de CO<sub>2</sub> para o gás natural e apenas 23 kg de resíduos (sendo apenas 1kg de resíduos de alta actividade) para o caso do nuclear (Fig. 8).

Combustível	Resíduos
2 500 T DE CARVÃO	5 000 t de CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , cinzas e metais pesados libertados para a atmosfera
1 500 T DE FUELÓLEO	4 800 t de CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> e outros
700 T DE GÁS NATURAL	2 400 t de CO <sub>2</sub>
25 KG DE URÂNIO ENRIQUECIDO	23 kg de resíduos (apenas 1kg de resíduos de alta actividade)

Fig. 8 - Resíduos resultantes da produção de 1 MW de electricidade durante um ano.

Essa quantidade mínima de resíduos, cerca de 0,1% dos resíduos perigosos industriais, pode ter um tratamento caro ou barato. O tratamento caro é a partição e transmutação dos elementos através do bombardeamento por neutrões, o que permite acelerar o tempo de decaimento desses resíduos. O prémio Nobel Carlo Rubbia desenvolveu o conceito do amplificador de energia, que está em vias de demonstração e que usa este processo para eliminar os resíduos perigosos e ao mesmo tempo produzir energia. A forma mais barata é a vitrificação dos resíduos e o seu enterramento em formações geológicas estáveis, deixando ao tempo a diminuição da actividade radioactiva até à conversão dos resíduos em material inerte.

**Impacto sobre o meio ambiente**

No que diz respeito ao impacto sobre o ambiente, a energia nuclear é igualmente a forma de energia mais concentrada e que emite menores emissões poluentes, estando à frente em termos do cálculo das emissões de ciclo de vida de CO<sub>2</sub>, de várias formas de energias renováveis (Fig. 9). Por esta razão tornar-se-á uma opção irrecusável quando o Protocolo de Quioto estiver em aplicação plena.

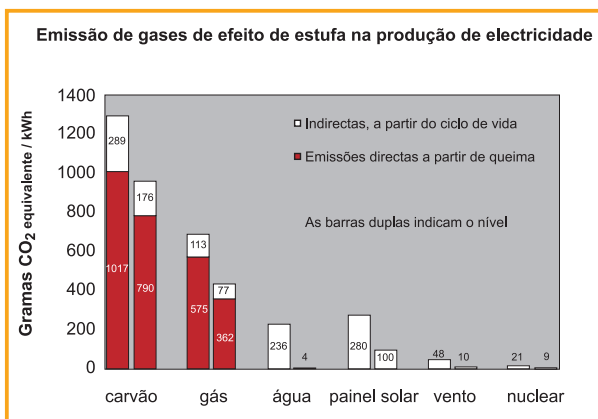


Fig. 9 - Ciclo de vida da produção de CO<sub>2</sub> nas várias fileiras de energia.

**TIPOS DE REACTORES DE CISÃO NUCLEAR**

Um reactor nuclear caracteriza-se por três parâmetros: o combustível, o moderador e o permutador de calor e esses parâmetros permitem fazer a respectiva classificação:

- Os reactores a água pressurizada (PWR) São os mais frequentes, existindo 266 em serviço no mundo. O permutador de calor e o moderador são a água a forte pressão. O combustível é urânio ligeiramente enriquecido, eventualmente misturado com plutónio (combustível MOX).
- Os reactores a água ebulente (BWR) Existem 93 reactores em serviço sobretudo na Alemanha, no Japão e nos EUA. O permutador de calor e o moderador são a água em ebulição, o vapor alimentando directamente a turbina. O combustível é urânio ligeiramente enriquecido.
- Os reactores a água pesada (PHWR) Estão activos 39 reactores, principalmente no Canadá. O moderador é de água pesada, o permutador de calor de água ligeira e o combustível é urânio ligeiramente enriquecido.
- Os reactores arrefecidos a CO<sub>2</sub> (AGR – MAGNOX) Foram muito utilizados nos anos 60 – 70, encontrando-se 22 centrais a funcionar apenas no Reino Unido. Este tipo de reactor, que utiliza urânio natural ou muito ligeiramente enriquecido, tem um permutador de calor a gás carbónico, particularmente transparente aos neutrões. O moderador é a grafite.
- Os RBMK Este tipo de reactor, utilizado em Chernobyl, apresenta uma instabilidade intrínseca. Estes reactores têm sido progressivamente desactivados, estando ainda 17 em exploração na Rússia e Europa de Leste. O RBMK utiliza urânio ligeiramente enriquecido como combustível, água em ebulição no permutador de calor e grafite como moderador.
- Os reactores regeneradores Existem em funcionamento ainda três reactores a neutrões rápidos de carácter experimental.

Quanto à evolução dos reactores de cisão nuclear considera-se igualmente a seguinte classificação:

- A 1ª geração corresponde aos primeiros reactores industriais dos anos 60;
- A 2ª geração corresponde aos reactores que estão, em geral, em exploração actualmente;

- A 3ª geração, que está já hoje disponível no mercado, representa uma evolução tecnológica dos reactores de 2ª geração, integrando os mesmos conceitos;
- A 4ª geração, ainda em estado de protótipo, é formada por reactores que tentam aplicar novos conceitos.

Os reactores de 3ª geração são de vários tipos:

- *ABWR* (1 350 MW)  
Trata-se de um reactor a água ebuliente, construído pela General Electric, Toshiba e Hitachi, certificado no Japão e nos Estados Unidos. Há duas unidades em operação no Japão e uma em construção em Taiwan, tendo também participado no concurso público na Finlândia.
- *ESBWR* (1 300 MW)  
Este reactor usa a tecnologia de água ebuliente e está em fase de estudos na General Electric, tendo o seu processo de certificação sido lançado nos Estados Unidos.
- *SWR* (1 000 MW)  
Trata-se de um reactor a água ebuliente, em fase de desenvolvimento pela Framatome.
- *AES 91* (1 000 MW)  
Este reactor usa a tecnologia a água pressurizada e foi desenvolvido pela empresa russa Atomstroyexport. Há reactores deste tipo em construção na China e também participou no concurso público na Finlândia.
- *AES 92* (1 000 MW)  
Trata-se de um reactor a água pressurizada, também desenvolvido pela Atomstroyexport, semelhante ao AES 91, com sistemas passivos (sistemas de segurança que agem espontaneamente em caso de necessidade e sem electricidade). Está em construção na Índia.
- *AP 1000* (1 000 MW)  
Este reactor, que também usa a tecnologia a água pressurizada, está a ser desenvolvido pela Westinghouse tendo sido lançado o seu processo de certificação nos Estados Unidos.

A 4ª geração de reactores nucleares é a dos sistemas do futuro, que irão suceder, num prazo de 15 a 20 anos, aos reactores do tipo EPR de 3ª geração. Esta nova geração de reactores terá inovações e desenvolvimentos importantes tanto do ponto de vista do reactor como do ciclo de combustível.

Os objectivos pretendidos por estes sistemas do futuro e a escolha das tecnologias necessárias para as atingir estão no centro de discussões internacionais, nomeadamente no seio do Fórum Internacional Geração IV lançado em 2001 por iniciativa do Departamento Americano de Energia. Participam neste Fórum dez países (África do Sul,

Argentina, Brasil, Canada, Coreia do Sul, Estados Unidos, França, Japão, Reino-Unido, Suíça) bem como a União Europeia. Os conceitos em estudo são:

- *SCWR: Supercritical-Water-Cooled Reactor* (1000 MW)  
Trata-se de um reactor, não regenerador, a água ligeira, com um permutador de calor e moderador a água supercrítica (água a 200 bar e 508 °C).
- *SFR: Sodium Fast Reactor* (1100 MW)  
Este é um reactor regenerador, rápido a sódio (550 °C), com um permutador de calor a sódio e que não tem moderador.
- *VHTR: Very High Temperature Reactor*  
Trata-se de um reactor dedicado à produção de hidrogénio devido à sua elevada temperatura. É um reactor não regenerador, a gás a temperatura muito elevada, com um permutador de calor a hélio (900 a 1500 °C) e moderador a grafite.
- *GFR: Gas-cooled Fast Reactor* (300 MW)  
É um reactor regenerador, rápido a hélio (850 °C), com um permutador de calor a hélio e que não tem moderador.
- *LFR: Lead-cooled Fast Reactor* (1200 MW)  
Trata-se de um reactor regenerador, rápido a chumbo (540 °C), com um permutador de calor a chumbo e sem moderador.
- *MSR: Molten Salt Reactor*  
É um reactor regenerador, a sais fundidos (700 °C), cujo combustível é o permutador de calor (sais fundidos com urânio e tório) e moderador a grafite.

## ASSEGURAR A COMPETITIVIDADE DA ECONOMIA PORTUGUESA

Uma ilação muito relevante para Portugal retirada da Fig. 6 é que, num país que cria pouca riqueza, as formas de geração termoeléctrica fóssil deixam pouco valor acrescentado, indo a maior parte da margem para os países fornecedores das matérias-primas.

Havendo neste momento uma ideia generalizada de que a geração futura se fará à base de um reforço significativo da geração eólica e dos ciclos combinados a gás natural, verifica-se que a primeira opção, para além de um custo significativamente superior, é intermitente, e por isso ter-se-á que recorrer quer à importação, para cobrir cerca de 70% do tempo em que esta forma de energia não produz, quer aos grupos termoeléctricos convencionais que serão cada vez mais a gás natural.

### A vulnerabilidade dos ciclos combinados à flutuação do preço do gás natural

Vejamus quanto custa a geração a gás natural para um custo de 5 \$/MBtu e o modo como o custo do kWh varia em função do custo do gás natural (Fig. 10).

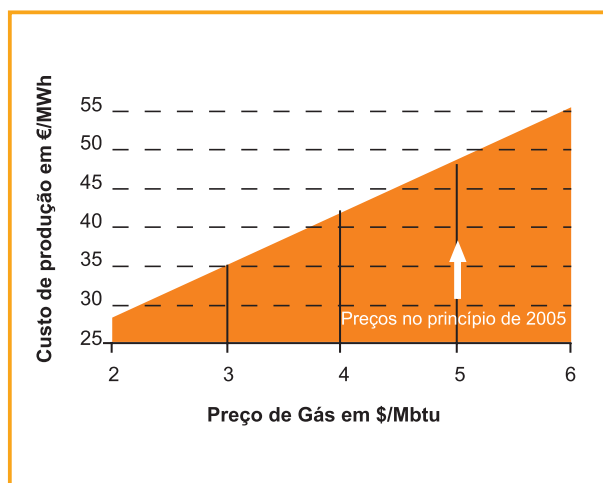


Fig. 10 - Variação do custo de geração de uma central a ciclo combinado em função do preço do gás.

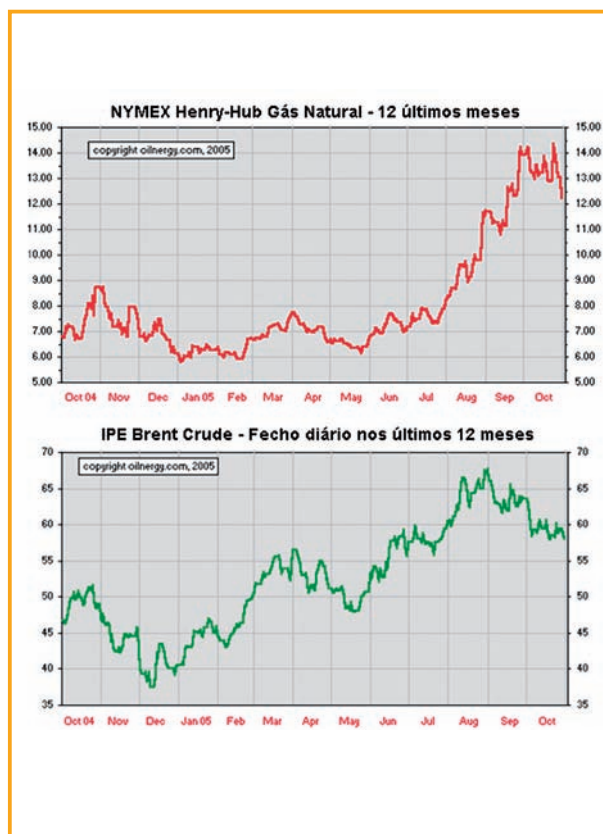


Fig. 11 - Evolução do preço do gás natural e do petróleo.

A Fig. 11 mostra a variação do custo do petróleo no último ano, bem como a ligação do custo do gás natural ao preço do *crude*.

É importante reter o valor de 14 \$/MBtu a que se chegou há cerca de um mês.

Concluimos que, aos preços actuais do petróleo e sem considerar as penalidades de Quioto, o custo do MWh dos ciclos combinados ficará a cerca de 90 euros!

### Retomar a opção nuclear não é um caso isolado no mundo

Contrariamente à opinião menos informada, a energia nuclear está em expansão no mundo. Existem em funcionamento actualmente 440 reactores nucleares produzindo 16% da electricidade mundial (tabela 1). Neste momento estão em construção 24 reactores nucleares no mundo – com incidência na Ásia – estão encomendados 40 e propostos 73. Entre os países que mais estão a investir em capacidade nuclear contam-se a China, que vai decuplicar o seu número de centrais, a Índia, que irá multiplicar por quinze, e o Japão que prossegue a sua política de diminuir a sua exposição à dependência do exterior. Na Europa Ocidental apenas a Finlândia e a França decidiram construir centrais nucleares de terceira geração.

O debate está lançado em todos os outros países no seguimento da alta dos custos dos combustíveis.

### O actual paradigma energético nacional não é sustentável

Numa economia que cria pouca riqueza, que cada vez mais tem dificuldade em exportar e que tem vindo a aumentar enormemente a sua factura de importação de matérias-primas energéticas, a actual política energética não pode senão agravar estas fragilidades, especialmente num contexto de preços de petróleo superiores a 30 \$/bbl. A aposta nas energias renováveis e no gás natural conduzirão ao agravamento da impossibilidade da nossa indústria poder ser competitiva com outras economias, que têm um apoio significativo no nuclear.

De acordo com os dados de um estudo recente da UBS, em 2012 a factura eléctrica nacional, sem o recurso à energia nuclear, aumentará para o dobro num cenário de 60\$/bbl e 142% num cenário possível do petróleo a 80\$/bbl. Para além de continuarmos a importar a maior parte da energia de que necessitamos e a não valorizar um recurso endógeno de que dispomos com relativa abundância, o urânio natural.

	GERAÇÃO ELECTRICIDADE NUCLEAR 2004		REACTORES em OPERAÇÃO Mar 2006		REACTORES em CONSTRUÇÃO Mar 2006		REACTORES PLANEADOS Mar 2006		REACTORES PROPOSTOS Mar 2006		URÂNIO NECESSÁRIO 2006
	mil milhões kWh	% e	No.	MWe	No.	MWe	No.	MWe	No.	MWe	toneladas U
Argentina	7.3	8.2	2	935	1	692	0	0	0	0	134
Arménia	2.2	39	1	376	0	0	0	0	0	0	51
Bélgica	44.9	55	7	5728	0	0	0	0	0	0	1075
Brasil	11.5	3.0	2	1901	0	0	1	1245	0	0	336
Bulgária	15.6	42	4	2722	0	0	2	1900	0	0	253
Canada*	85.3	15	18	12595	0	0	2	1540	0	0	1635
China	47.8	2.2	9	6587	5	4480	6	5050	19	15000	1294
Republica Checa	26.3	31	6	3472	0	0	0	0	2	1900	540
Egipto	0	0	0	0	0	0	0	0	1	600	0
Finlândia	21.8	27	4	2676	1	1600	0	0	0	0	473
França	426.8	78	59	63473	0	0	0	0	1	1600	10146
Alemanha	158.4	32	17	20303	0	0	0	0	0	0	3458
Hungria	11.2	34	4	1755	0	0	0	0	0	0	251
Índia	15.0	2.8	15	2993	8	3638	0	0	24	13160	1334
Indonésia	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4000	0
Irão	0	0	0	0	1	915	2	1900	3	2850	0
Israel	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1200	0
Japão	273.8	29	55	47700	1	866	12	14782	0	0	8169
Coreia DPR (Norte)	0	0	0	0	1	950	1	950	0	0	0
Coreia OR(Sul)	124.0	38	20	16840	0	0	8	9200	0	0	3037
Lituânia	13.9	72	1	1185	0	0	0	0	1	1000	134
México	10.6	5.2	2	1310	0	0	0	0	0	0	256
Holanda	3.6	3.8	1	452	0	0	0	0	0	0	112
Paquistão	1.9	2.4	2	425	1	300	0	0	2	1200	64
Roménia	5.1	10	1	655	1	655	0	0	3	1995	176
Rússia	133.0	16	31	21743	4	3600	1	925	8	9375	3439
Eslováquia	15.6	55	6	2472	0	0	0	0	2	840	356
Eslovénia	5.2	38	1	676	0	0	0	0	0	0	144
África do Sul	14.3	6.6	2	1842	0	0	1	165	24	4000	329
Espanha	60.9	23	9	7584	0	0	0	0	0	0	1505
Suécia	75.0	52	10	8938	0	0	0	0	0	0	1435
Suiça	25.4	40	5	3220	0	0	0	0	0	0	575
Turquia	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4500	0
Ucrânia	81.1	51	15	13168	0	0	2	1900	0	0	1988
Reino Unido	73.7	19	23	11852	0	0	0	0	0	0	2158
EUA	788.6	20	103	98034	1	1065	0	0	13	17000	19715
Vietname	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2000	0
<b>MUNDO**</b>	<b>2618.6</b>	<b>16</b>	<b>441</b>	<b>368,496</b>	<b>27</b>	<b>21,361</b>	<b>38</b>	<b>39,557</b>	<b>113</b>	<b>82,220</b>	<b>65,478</b>

Tabela I - Geração de energia nuclear no mundo.



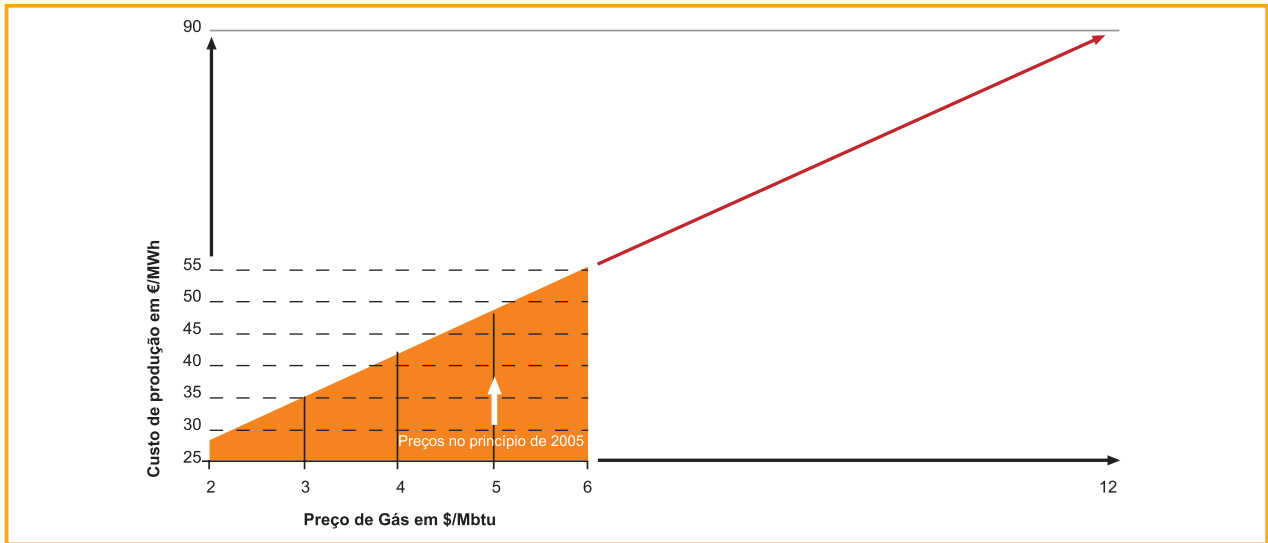


Fig. 12 - Variação do custo de geração de uma central a ciclo combinado em função do preço do gás.

CONCLUSÕES

Em conclusão podemos referir o seguinte:

(i) A produção a gás natural só será de novo competitiva no caso de uma forte queda dos preços do combustível. Essa queda só irá ocorrer se se criarem as condições de bolha de gás ou de mercado de compradores. Neste momento e face às intenções de investimento em geração de ciclos combinados estamos numa situação de mercado de vendedores. Foi o lançamento dos programas de geração nuclear na Europa Ocidental, aliada à exploração do Mar do Norte, que originou o contra choque dos preços do petróleo em 1986, a seguir aos choques de 1973 e 1979.

(ii) O relançamento do nuclear terá como consequência o desligar dos preços do petróleo e do gás natural. Permitirá ainda o lançamento da economia de hidrogénio a um custo igual ao actual do gás natural, se produzido por electrólise com base no nuclear.

(iii) Para Portugal é condição imprescindível passar a dispor de energia nuclear para assegurar a competitividade de da sua economia, diversificar fontes para aumento da segurança de abastecimento e da concorrência e cumprir as obrigações ambientais.

(iv) As tecnologias de cisão nuclear em desenvolvimento asseguram que não haverá escassez de combustível mesmo num cenário de retoma do nuclear, necessário para a resolução dos desafios que se colocam à humanidade, do ponto de vista ambiental, de desenvolvimento sustentável e de segurança de abastecimento. Esta retoma permitirá fazer a ponte para a fusão nuclear ou para um sistema assente em energias renováveis competitivas e estáveis.

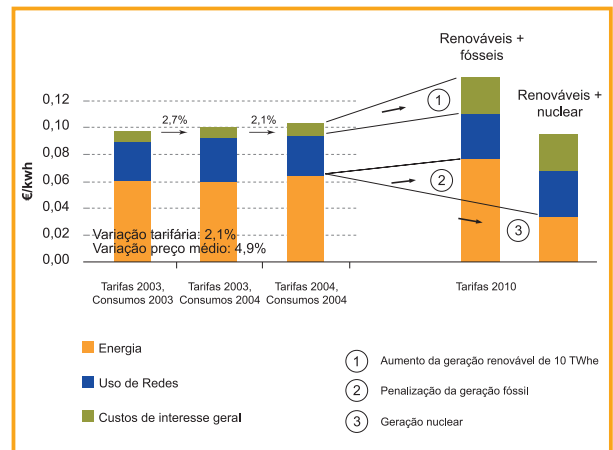


Fig. 13 - Impacto estimado do sobrecusto das renováveis e das penalidades de Quioto.