



# NUCLEAR

O DEBATE SOBRE O NOVO MODELO  
ENERGÉTICO EM PORTUGAL

JORGE NASCIMENTO RODRIGUES  
VIRGÍLIO AZEVEDO



**Colaboração:**

António Costa Silva  
Aníbal Fernandes  
Carlos Pimenta  
Eduardo Oliveira Fernandes  
Joaquim Pina Moura  
José Delgado Domingos  
José Penedos  
Luís Mira Amaral  
Nuno Ribeiro da Silva  
Patrick Monteiro de Barros  
Pedro Sampaio Nunes





# **NUCLEAR**

## **O DEBATE SOBRE O NOVO MODELO ENERGÉTICO EM PORTUGAL**

### **Editor**

Centro Atlântico

### **Colecção**

Desafios

### **Autores**

Jorge Nascimento Rodrigues

Virgílio Azevedo

### **Coordenador editorial**

Jorge Nascimento Rodrigues

### **Revisão e copydesk**

Catarina Nascimento Rodrigues

### **Capa e paginação**

António José Pedro

### **Impressão e acabamento**

Papelmunde – SMG, Lda

1ª edição: Novembro de 2006

ISBN-10: 989-615-034-6

ISBN-13: 9789896150341

Depósito Legal:           /06

© Centro Atlântico, Lda., 2006

Av. Dr. Carlos Bacelar, 968 - Esc. 1-A

4764-901 V. N. Famalicão, Portugal

Rua da Misericórdia, 76

1200-273 Lisboa, Portugal

Tel. 808 20 22 21

[geral@centroatlantico.pt](mailto:geral@centroatlantico.pt)

[www.centroatlantico.pt](http://www.centroatlantico.pt)

Reservados todos os direitos por Centro Atlântico, Lda.

Qualquer reprodução, incluindo fotocópia, só pode ser feita com  
autorização expressa dos editores da obra.

# ÍNDICE

7	<b>Prefácio</b> por António Costa Silva
19	<b>Introdução</b> A Grande Corrida do Século XXI
31	<b>Capítulo 1</b> A Europa à procura de alternativas
45	<b>Capítulo 2</b> O Século da transição para um mundo sem petróleo: A Voz dos Futuristas
47	CESARE MARCHETTI: o mais velho futurista europeu da energia nuclear
53	TESSALENO DEVEZAS: o discípulo de Kondratieff que descobriu uma nova 'espécie' de energia
61	DENNIS MEADOWS: o profeta dos «limites ao crescimento»
67	<b>Capítulo 3</b> Um derradeiro fôlego dos combustíveis fósseis
77	<b>Capítulo 4</b> Eficiência Energética: o desastre nacional
85	<b>Capítulo 5</b> O novo modelo de desenvolvimento
99	<b>Capítulo 6</b> Opiniões que contam
101	JOSÉ DELGADO DOMINGOS (IST)
123	PEDRO SAMPAIO NUNES (consultor para o projecto de central nuclear em Portugal)
135	NUNO RIBEIRO DA SILVA (Endesa)

149	PATRICK MONTEIRO DE BARROS (líder do projecto de central nuclear para Portugal)
159	CARLOS PIMENTA (SIIF Énergies Portugal)
181	LUÍS MIRA AMARAL (Fórum para a Competitividade)
191	ANÍBAL FERNANDES (Agrupamento Eólicas de Portugal)
205	JOAQUIM PINA MOURA (Iberdrola)
211	EDUARDO OLIVEIRA FERNANDES (Associação Portuguesa de Energias Renováveis)
221	JOSÉ PENEDOS (Rede Eléctrica Nacional)
243	<b>Capítulo 7</b> As 13 questões-chave
261	<b>Capítulo 8</b> ITER: O sonho da fusão nuclear
267	<b>Capítulo 9</b> Geografia do Nuclear
267	Implantação mundial de centrais nucleares
269	Geografia da matéria-prima
270	Geografia da produção de electricidade de origem nuclear
271	Geografia dos arsenais militares nucleares
273	<b>Capítulo 10</b> Para saber mais
273	Pequena História do Nuclear
274	Livros de leitura obrigatória
275	Publicações de referência
277	Internet: <i>links</i> para adicionar aos favoritos neste tema

## PREFÁCIO

por ANTÓNIO COSTA SILVA\*

*«Mais do que uma guerra auto-fágica que se vai esgotando em argumentos contrários, a questão do nuclear deve funcionar como uma janela de interrogação do futuro, assumindo uma visão dinâmica e construtiva do que pode vir a ser o novo paradigma energético».*

Este livro sobre o Nuclear tem **três características importantes**.

**A primeira: é um livro que postula a complexidade do tema Nuclear**, foge do simplismo e traz o debate para um patamar superior que revela de uma perspectiva multifacetada da realidade, mostrando que esta exige atenção, seriedade e honestidade intelectual. A questão do nuclear não se resolve no plano da lógica simplista, do sim ou não. Mais do que uma guerra auto-fágica que se vai esgotando em argumentos contrários, a questão do nuclear deve funcionar como uma janela de interrogação do futuro, assumindo uma visão dinâmica e construtiva do que pode vir a ser o novo paradigma energético. Essa linha está subjacente ao livro e estrutura a sua abordagem.

**A segunda: o livro não toma posição.** Pelo contrário, percorre as várias posições existentes, discute o contexto energético actual, elenca as perspectivas futuras e coloca em debate a situação específica portuguesa.

Desta forma, o livro evita a armadilha letal da maior parte dos debates sobre o nuclear feitos em Portugal e que são redutores, porque o que está em causa não é o sim ou o não, são as fragilidades e vulnerabilidades do Modelo Energético Actual e como construir um Modelo Novo compatível com um planeta mais limpo e saudável, capaz de controlar as emissões de dióxido de carbono, conter as mudanças climáticas, resolver o problema da eficiência energética e ganhar os desafios do século XXI. Neste sentido, o livro postula questões fulcrais como a de um novo modelo de desenvolvimento. A energia nuclear poderá ser ou não uma das componentes desse modelo, mas ela constitui apenas um vértice de uma realidade poligonal muito mais abrangente.

**A terceira característica é que o livro obriga a pensar a situação específica de Portugal,** diferenciando-a de outras realidades e suscitando a necessidade de tratar de forma diferente o que é diferente. Aplicar ao nosso país cegamente o que se faz noutros países é um erro. Portugal é diferente da Espanha ou da França ou da Finlândia. O que é bom para estes países, pode não ser bom para Portugal. Temos de ter a consciência que embarcar hoje, em Portugal, num projecto nuclear só vai resolver uma parte ínfima da matriz energética portuguesa, o que pode ser contraproducente, pois pode evitar que se resolvam problemas mais importantes do nosso Modelo Energético. Este questionamento que o livro suscita é importante e responder a ele é indispensável para olhar o futuro com seriedade.

Queria deixar claro que eu sou a favor do debate sobre o nuclear e penso que este pode contribuir para a identificação das fragilidades do modelo energético actual e para a mudança de paradigma energético que vai acontecer no decorrer deste século. A minha posição é clara: eu sou a favor do nuclear num contexto europeu e internacional, mas não sou favorável nesta fase à implantação da energia nuclear em Portugal. E este livro só contribuiu para solidificar esta posição, como passarei a explicar.



O livro mostra **as quatro razões essenciais que explicam o retorno do nuclear na Europa e no mundo.**

**A primeira é uma razão económica,** que tem a ver com os altos preços do petróleo e a convicção de que findou um ciclo de energia barata. O aumento dos preços do petróleo potencia a competitividade de outras formas de energia e abre múltiplas perspectivas em termos do futuro das energias de substituição. A conjugação das leis do mercado com os avanços tecnológicos a todos os níveis promove a diversificação das fontes energéticas com o crescimento do papel do gás (que é uma fonte mais limpa), mas também das energias renováveis e do nuclear. Neste sentido, o que acontece é o fenómeno clássico da reprodução económica com o funcionamento da lei da oferta e da procura, num mercado que é muito condicionado e não totalmente aberto, mas em que a evolução dos preços gera a concorrência de outras fontes de energia que lutam entre si para se afirmarem. Desta forma, configura-se uma continuidade natural entre o petróleo e as outras fontes de energia, o que favorece a emergência de um modelo híbrido que pode contribuir para solucionar problemas que ameaçam o futuro do Planeta, como é o caso do ambiente.

**A segunda razão é de índole geopolítica.** A convicção de que o modelo energético actual está dependente do abastecimento de petróleo a partir de países onde reina a instabilidade veio colocar, em primeiro plano, a reflexão sobre a segurança energética. A excessiva dependência de realidades geopolíticas instáveis, e que, no caso de alguns países produtores, podem mesmo utilizar de novo o petróleo como uma arma política, exige uma abordagem inteligente para que, no futuro, os países desenvolvidos, e em particular a Europa, não fiquem reféns de regimes que não são fiáveis. O declínio da produção no Alasca e no Mar do Norte (neste último foi de 17% nos últimos três anos) só veio exponenciar o problema. A Europa importa hoje 50% da energia que consome, mas, dentro de vinte anos, passará a importar 75%. A Inglaterra deixou de ser um país exportador de petróleo e gás e passou, em 2005, a ser um país importador. A Europa no seu conjunto importa hoje 25% de gás da Rússia, mas dentro de 25 anos poderá vir a importar 75%, num contexto em que a Rússia e a sua com-

panhia estatal de gás, a Gazprom, podem fazer chantagem com os consumidores europeus. Aliás, iniciaram o ano de 2006 com a redução do fornecimento de gás à Ucrânia e a outros países, ameaçando voltar-se para a China, se a Europa não satisfizer as suas exigências. Estes problemas são decisivos para o futuro, e a única forma da Europa resistir é diversificar o seu modelo energético, apostar nos recursos endógenos e valorizar as energias que não dependem da volatilidade política dos países fornecedores. A energia nuclear, neste contexto, é uma opção apelativa.

**A terceira razão é de índole tecnológica:** os reactores nucleares mais recentes são mais seguros e mais eficientes do que os do passado. Os reactores de água leve da geração III e III<sup>+</sup> que hoje dominam o mercado dão mais garantias em termos de segurança com as modificações tecnológicas introduzidas, que implicam também uma utilização mais eficiente do combustível nuclear. Isto não impede que a indústria nuclear continue a transportar o anátema de Chernobyl e de Three Mile Island. Mas é importante dizer que, em países como a França, uma parte considerável da energia eléctrica (cerca de 80%) é gerada pela via nuclear e os avanços significativos feitos em termos de segurança têm, em geral, provado que a indústria nuclear aprendeu com os erros e evoluiu muito. Mas mesmo nos reactores mais recentes continuam a existir problemas não totalmente resolvidos e que urge debater. Os dois mais importantes são a gestão dos resíduos radioactivos e a questão dos custos, incluindo os custos de desmantelamento das centrais depois de utilizadas.

**A quarta razão é de índole ambiental.** A energia nuclear é limpa, isto é, não produz emissões de dióxido de carbono. Este facto é importante quando se discute a contribuição dos gases com efeito de estufa, gerados pelo consumo de combustíveis fósseis, para o aquecimento do Planeta e as mudanças climáticas em curso. No ano 2000, as emissões de dióxido de carbono em todo o Planeta foram de 22.000 milhões de toneladas e a projecção que existe para 2030 é de 38.000 milhões de toneladas. Isto representa um aumento de mais de 70% num horizonte temporal de 30 anos e a questão que se coloca é clara: o desenvolvimento do nosso Planeta é sustentável com este ritmo colossal de consumo de combustíveis

fósseis e com a poluição ambiental que daí resulta? Para sermos honestos, temos de dizer com clareza que a questão do clima é muito complexa e não há uma correlação linear estabelecida e provada entre o aumento de emissões de CO<sub>2</sub> e a degradação climática. Os processos físicos que condicionam o clima são complexos e repousam na interacção entre o oceano e a atmosfera, as trocas de energia, o papel das nuvens, do vento e das correntes. Há uma parte importante do aquecimento da Terra que tem a ver com a forma como esta absorve a energia do Sol: uma radiação solar mais intensa pode contribuir para o aquecimento global e a variação dos parâmetros orbitais da Terra influencia o clima.

Não se conhece com exactidão o grau de influência que tem no aquecimento, para o qual contribui também a actividade humana e, em particular, o consumo de combustíveis fósseis. E os dados que se acumulam são preocupantes: observações feitas no Hawai nos últimos 45 anos confirmam o aumento inexorável de dióxido de carbono na atmosfera; um estudo da Universidade de Zurique mostra que os Alpes estão a derreter a um ritmo acelerado e só nos últimos 15 anos os glaciares perderam 20% da sua massa, contra 1% registado nos 12 anos anteriores; estudos sobre as calotes polares do Ártico mostram que têm hoje metade da espessura que tinham há 30 anos e ocupam uma área 10% menor. E há outros sintomas inquietantes como a frequência com que hoje ocorrem eventos extremos como furacões, inundações, secas, vagas de calor, ciclones, chuvas torrenciais. Por tudo isto, a diversificação das fontes energéticas e o recurso àquelas que não produzem dióxido de carbono é um tema crucial do debate, e aí a energia nuclear marca pontos.

Além destas razões que explicam o regresso do nuclear ao debate, é importante acentuar que este deve ser desapassionado e sereno, sob o risco de, se assim não suceder, fugirmos à complexidade em benefício do radicalismo míope. E por isso também é importante desmistificar o estigma que ainda hoje está associado à energia nuclear e abordá-la num contexto de claro reconhecimento da sua contribuição para a matriz energética de muitos países do mundo, como a França, a Inglaterra, a Alemanha, a Finlândia, os Estados Unidos, a Rússia, a China, a Índia. Cerca de 16% da

electricidade produzida hoje no mundo é de origem nuclear. Para além dos 440 reactores que existem em funcionamento, há dezenas de outros que estão em fase de planeamento e construção, nomeadamente na China e na Índia, que têm de responder às suas necessidades energéticas. Não podemos ignorar que as projecções até ao ano 2050 apontam para um aumento do consumo de electricidade no mundo de 75% e há que responder a esta procura. Nos EUA, onde só 20% da electricidade provém da energia nuclear, o Presidente Bush visitou, em 2005, a central de Maryland, naquilo que foi a primeira visita de um presidente americano a uma central nuclear desde 1979. O debate nos Estados Unidos e na Inglaterra sobre a reactivação do programa de produção de energia eléctrica a partir de centrais nucleares é um indício claro de um possível caminho para o futuro que não deve ser minimizado. A construção recente da central nuclear de Olkiluoto na Finlândia, com capacidade de 1.600 MW, é também uma aposta clara na energia nuclear que não pode ser ignorada no contexto europeu. E em Espanha existem 9 centrais nucleares, sendo que duas delas, a de Cabrera e a de Trillo, estão a menos de 50Km de Madrid. Quer dizer: chegou a hora de também em Portugal se reconhecer que a energia nuclear já obteve a sua carta de alforria depois da maldição por que passou a seguir a Three Mile Island e a Chernobyl, e tem de ser tratada em pé de igualdade com as outras formas de energia sem ser anatémizada e discriminada por razões ideológicas e/ou políticas. E a melhor prova é o lugar que ocupa hoje na matriz energética de alguns dos países mais desenvolvidos do mundo.

Dito isto, e para terminar, queria agora sublinhar **o caso de Portugal e os problemas que podem ser suscitados pelo recurso à energia nuclear nesta fase**. Em Portugal a electricidade representa apenas 25% da matriz energética e como a energia nuclear só serve, por enquanto, para produzir electricidade, a construção de uma central de 1.600 MW só vai resolver uma parte ínfima do problema. Centrar toda a nossa atenção nessa parte ínfima e ignorar o que deve ser feito com urgência em Portugal para mudar o nosso modelo energético, é um erro.

E o que deve ser feito em primeiro lugar?

## A REVOLUÇÃO ENERGÉTICA DO SÉCULO XXI

O tema da energia nuclear está hoje politizado e globalizado.

Deixou de ser apenas um tema de investidores e governantes nuclearistas *versus* ecologistas que se confrontam nas ruas, nos referendos ou nos debates públicos em cada país. Já não é somente uma questão de riscos humanos em caso de acidente operacional ou com os resíduos *versus* vantagens económicas e de independência estratégica.

A politização extrema advém, hoje, da vontade de alguns países em entrar no clube das armas atómicas pela porta principal ou pelas traseiras e no já vasto grupo dos países que utilizam a energia nuclear para geração de electricidade. Em certos casos mais “quentes” é difícil a separação clara dos fins pacíficos em relação aos objectivos militares ligados a ambições de potência regional.

A politização advém, também, do novo contexto geopolítico e do seu impacto nas *commodities* energéticas em que se baseia o actual modelo de desenvolvimento económico, saído da 2ª Revolução Industrial, sentado em cima de dois combustíveis fósseis. O disparo dos preços do petróleo, a chantagem política em torno dos poços de crude e das jazidas de gás natural, o domínio dos oleodutos e gasodutos, bem como das vias logísticas fundamentais do trânsito destas mercadorias, coloca problemas geopolíticos graves aos países que dependem estrategicamente da sua importação.

A par da turbulência nos mercados *spot* e de futuros destas *commodities*, a pressão das alterações nos equilíbrios do Planeta e das metas associadas a esses desafios tornam a ruptura com o modelo energético do século XX uma questão prioritária, segundo alguns de vida ou de morte.

Daí a globalização rápida do tema, com um renascimento do debate sobre a opção nuclear nas opiniões públicas e nos governantes. Vários investidores e lóbis industriais viram, nestes sinais de viragem, uma janela de oportunidade para este negócio energético.

Contudo, esta opção não está sozinha em cima da mesa; outros protagonistas estão na corrida para ocupar o espaço em declínio na oferta do petróleo e do gás natural, que muitos analistas alegam que irá ocorrer neste século.

Alguns já apelidaram este período de «a grande corrida do século XXI». Uma revolução energética como já não ocorria desde o princípio do século passado. As gerações que a vão viver têm, também, uma oportunidade única de deixar a sua impressão digital no futuro do Planeta.

Jorge Nascimento Rodrigues e Virgílio Azevedo pretendem deixar nas mãos do leitor uma reflexão independente.