

Energia Nuclear: que futuro?



Carlos Varandas

Professor Catedrático do Instituto Superior Técnico; Presidente do Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear
cvarandas@ipfn.ist.utl.pt

Hoje não há dúvidas que as alterações climáticas e os problemas ambientais exigem um novo paradigma energético, baseado na redução da queima de combustíveis fósseis, no aumento da eficiência energética e no incremento do recurso às energias renováveis. Contudo, há muitas pessoas que pensam que o desenvolvimento global e sustentado da nossa Sociedade exige o fornecimento seguro e barato de energia de base, o que implica, certamente, o recurso a fontes alternativas de energia. Até aos recentes acontecimentos no Japão, e no estado actual do desenvolvimento tecnológico, a energia nuclear constituía uma alternativa a ter em consideração na definição do cabaz energético dos países desenvolvidos.

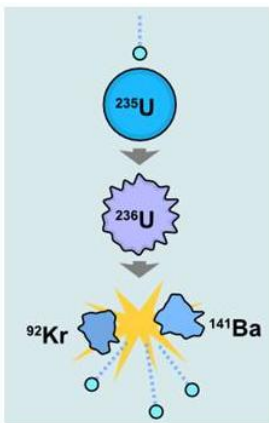


Figura 1 – Esquema de uma reacção de Fissão Nuclear

Há dois tipos de reacções nucleares que libertam grandes quantidades de energia (MeV, enquanto uma reacção química de combustão liberta apenas 5 eV): (i) a fissão ou cisão nuclear, que consiste na desintegração em cadeia de núcleos de elementos pesados (como, por exemplo, o urânio, o tório e o plutónio) (Figura 1); e

(ii) a fusão nuclear, que consiste na coalescência de dois núcleos de elementos leves (hidrogénio (H) e os seus isótopos deutério (D) e trítio (T) (Figura 2). As

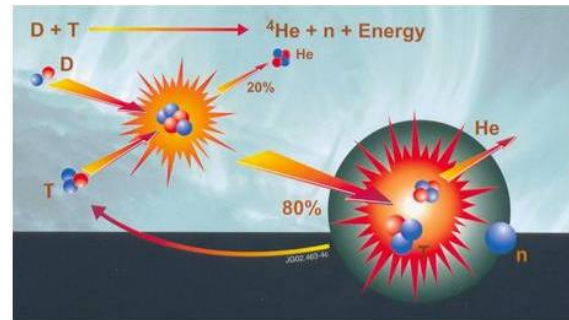


Figura 2 – Esquema de uma reacção de Fusão Nuclear

primeiras reacções são a base do funcionamento das actuais centrais nucleares, enquanto a fusão nuclear constitui o processo energético do universo.

A situação actual em Fukushima reactivou a discussão sobre a energia nuclear, uma tecnologia descoberta nos laboratórios e que tem muitos e acérrimos apoiantes e opositores.

Os apoiantes dizem que a energia nuclear é potente (1 kg de urânio enriquecido produz a mesma electricidade que 100 mil kg de carvão ou 60 mil kg de petróleo), os combustíveis são abundantes (as jazidas actualmente conhecidas de urânio permitem satisfazer o consumo mundial de energia durante 10 mil anos), o preço do kW.h de electricidade é muito atractivo e pouco dependente do preço do combustível (a duplicação do preço do urânio apenas aumenta em 10 a 20% o preço do kW.h de electricidade, já que os custos principais de uma central nuclear estão relacionados com a sua construção e desmontagem, bem como com o tratamento e armazenamento dos lixos) e a operação

de uma central nuclear (Figura 3) não emite qualquer gás nocivo para a atmosfera.

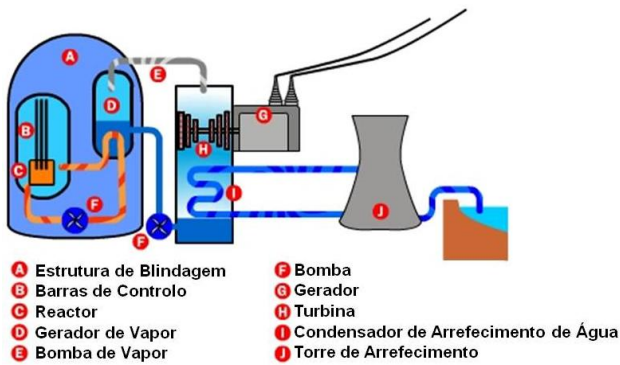


Figura 3 – Esquema de uma central nuclear

Os opositores da energia nuclear falam na proliferação de armas nucleares, na saúde pública, na desmontagem das centrais, nos lixos radioactivos e na segurança da operação das centrais nucleares, problema que é particularmente actual. É importante referir que os reactores nucleares actuais (Geração III) são projectados para resistirem a sismos de intensidade elevada e a atentados terroristas como, por exemplo, a colisão de um avião de passageiros. As 17 centrais nucleares japonesas resistiram ao sismo recente, de intensidade e duração sem precedentes nas últimas décadas. Contudo o maremoto que se seguiu deixou a central de Fukushima sem energia ao fim de três horas, tempo em que duraram as baterias de emergência e em que não foi possível repor os postes de fornecimento de energia à central ou reparar o sistema alternativo baseado em geradores de fuel. Como os reactores de fissão nuclear operam com reacções em cadeia de combustível que se encontra no interior do reactor, a falta de arrefecimento conduziu ao aumento da temperatura dos núcleos (Fukushima tem seis reactores de Geração II), à diminuição do nível do liquido moderador, à libertação de hidrogénio devido à oxidação das barras de combustível e a pequenas explosões que abrem fendas em alguns núcleos e nas blindagens de cimento armado que constituem mais uma barreira de protecção dos reactores. É interessante referir que os problemas principais ocorreram no reactor 4, o qual já não estava em operação, mas cuja piscina era utilizada para armazenar o combustível entretanto usado noutros reactores. Até agora, o profissionalismo e a abnegação dos técnicos japoneses tem conseguido evitar o derretimento dos núcleos, o que a acontecer constituiria uma catástrofe de proporções inimagináveis.

A resolução, ou pelo menos a minimização, dos problemas da energia nuclear compete ao poder político (organizações internacionais e Governos), à indústria nuclear e aos cientistas.

As organizações internacionais, como a Comunidade Europeia de Energia Atómica (Euratom), a Agência Internacional de Energia Atómica (AIEA) e a Agência Internacional de Energia, devem estabelecer regras para a utilização segura, eficiente e pacífica da energia nuclear. A Euratom e a AIEA monitorizam a quantidade de urânio existente em cada Estado-membro e a localização e quantidade dos lixos radioactivos. Aos Governos compete cumprir as directivas internacionais, criar Autoridades Nacionais para a Regulação do Nuclear, independentes dos poderes político e económico, ter muito cuidado no licenciamento de centrais nucleares (as quais não devem estar localizadas em falhas sísmicas e perto do mar), não autorizar a operação para além do seu tempo de vida dos reactores (Fukushima foi projectada há 50 anos), inspeccionar regularmente as centrais nucleares, exigir aos operadores garantias de que vão proceder à desmontagem da central e ao tratamento e armazenamento adequado dos lixos radioactivos, manter planos de emergência devidamente actualizados e divulgados aos cidadãos e investir em actividades de investigação e desenvolvimento (I&D) nesta área.

A indústria nuclear tem aumentado a segurança e a eficiência dos reactores nucleares, contribuindo deste modo para a redução do lixo radioactivo de muito longa duração. Já foram construídas três gerações de reactores nucleares, baseadas em neutrões térmicos, estando actualmente a serem desenvolvidos seis tipos de reactores da Geração IV, os quais têm algumas vantagens muito importantes: (i) resolvem o problema da proliferação de armas nucleares, através da operação em ciclo fechado; (ii) produzem muito menos lixo de radioactividade muito elevada devido ao uso de neutrões rápidos; (iii) são mais seguros pelo tipo de combustível que usam e à forma como o mesmo é introduzido no núcleo, bem como ao aperfeiçoamento dos sistemas de arrefecimento; e (iv) são mais económicos devido à sua estrutura modular e às suas dimensões mais pequenas, factos que facilitam a construção de uma central nuclear. A sua comercialização está prevista para dentro de 30 anos. A indústria nuclear tem, agora, um novo objectivo: evitar que situações semelhantes à de Fukushima

voltem a ocorrer, embora seja sempre muito difícil ao Homem prever todos os fenómenos com que a Natureza nos pode surpreender.

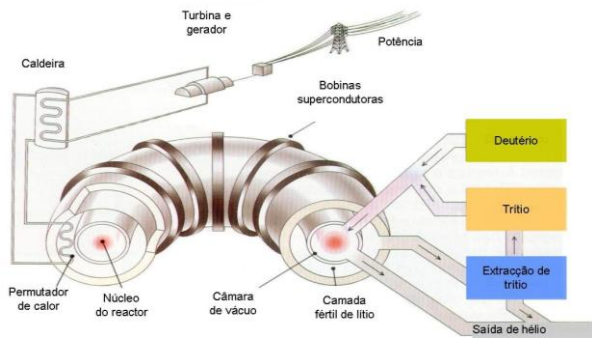
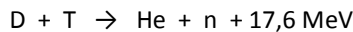


Figura 4 – Esquema de uma central de fusão nuclear

Por seu lado, os cientistas têm dois grandes desafios pela frente: (i) desenvolvimento de métodos de tratamento e armazenamento dos lixos radioactivos; e (ii) trazer até à comercialização a fusão nuclear, a fonte de energia do universo. A luz e o calor que chegam à Terra constituem uma bilionésima parte da energia que é gerada no centro do Sol, a partir de reacções de fusão nuclear, envolvendo dois átomos de hidrogénio, a temperaturas de 15 milhões de °C, às quais o meio se encontra no estado de plasma, confinado gravitacionalmente pela enorme massa da própria estrela. Baseada na reacção que é mais fácil de obter na Terra



esta tecnologia tem potencialidades para ser uma fonte de energia intrinsecamente segura (o combustível estável (deutério) entra para a câmara de vácuo à medida que é queimado, pelo que é muito fácil e rápido parar as reacções) (Figura 4), amiga do ambiente [o combustível radioactivo (trítio) é produzido no interior do próprio reator, a partir da reacção de um neutrão com lítio, e a estrutura do reator perde a sua radioactividade ao fim de trinta anos utilizando materiais actualmente em fase de desenvolvimento], praticamente inesgotável [os combustíveis de base (água e lítio, a partir dos quais se produz o D e o T) são abundantes e relativamente bem distribuídos na Terra] e muito potente (100 litros de água e o lítio da bateria de um computador portátil produzem a electricidade necessária para o consumo de um cidadão de um cidade desenvolvida durante 30 anos).

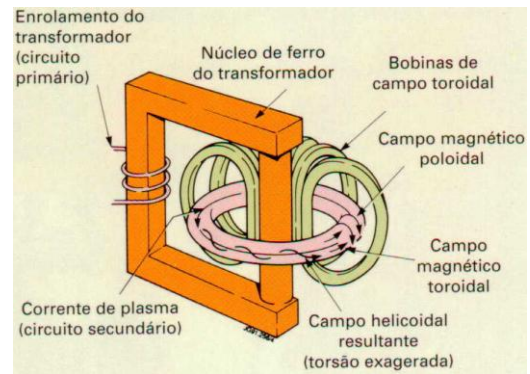


Figura 5 – Esquema de um tokamak

A investigação e desenvolvimento em fusão nuclear está a ser realizada em laboratórios desde os anos 60 do século passado, sendo o plasma confinado magnética ou inercialmente. Os melhores resultados foram até agora obtidos em tokamaks (Figura 5), tendo já duas máquinas, o TFTR nos Estados Unidos da América (EUA) e o JET na União Europeia, obtido reacções controladas de fusão nuclear, embora com um factor de amplificação de energia (Q) menor que 1. O JET, onde Portugal participa através do Instituto Superior Técnico (IST), conseguiu obter 16 MW de potência de fusão, durante dois segundos, mas gastou 25 MW para manter o plasma. Espera-se que o ITER (Figura 6), actualmente em fase de construção em França, no âmbito de uma ampla colaboração internacional que envolve a Euratom e os Governos do Japão, EUA, Federação da Rússia, China, Coreia do Sul e Índia, venha a demonstrar a viabilidade da fusão nuclear enquanto tecnologia energética, produzindo 500 MW de potência de fusão, durante 300 segundos, com um Q de pelo menos 10. A seguir ao ITER é ainda precisa uma outra máquina que consiga produzir electricidade durante tempos muito longos. A produção contínua será conseguida através da operação alternada de dois reactores ou da operação de um reator e da utilização de sistemas de armazenamento de energia eléctrica durante o tempo em que o reator de fusão está parado.

O futuro da energia nuclear convencional, baseada em reacções de fissão, está certamente muito dependente da evolução da crise no Japão. Todos devemos tirar lições destes trágicos acontecimentos. Em particular, os Governos devem mandar inspecionar a segurança de todas as centrais nucleares e terem a coragem de fechar todas aquelas em que existam dúvidas sobre as suas condições de operação. No caso da rejeição da energia nuclear pela opinião pública aumentar muito, é

necessário investir no desenvolvimento de fontes de energia alternativas aos combustíveis fósseis, já que as políticas de eficiência energética e o incremento do uso de energias renováveis não devem permitir por si só garantir o funcionamento seguro e barato de electricidade de base. A fusão nuclear é, no estado actual do conhecimento, a tecnologia energética que apresenta maiores potencialidades para ser uma dessas alternativas.

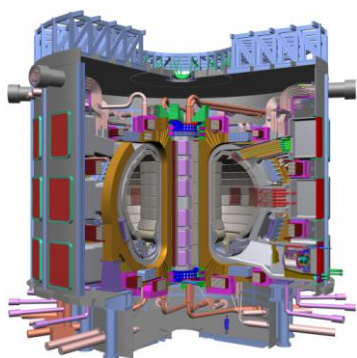


Figura 6 – Esquema do ITER

Portugal já teve planos para instalar uma central nuclear em Ferrel. De facto, nos anos 50 do século passado foi criada a Junta de Energia Nuclear (JEN), foram contratados e formados técnicos especializados em Física e Engenharia Nuclear, foi adquirido um reactor nuclear de investigação, que ainda hoje se encontra localizado no *campus* de Sacavém do actual Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN) e foi estabelecido um programa de formação que implicou o envio para o estrangeiro de muitos estudantes de doutoramento não só na área científica acima indicada, mas também em Física de Plasmas, Telecomunicações, Controlo, Robótica e Química. O regresso destes doutorados ao nosso país foi fundamental para o início da investigação científica nas universidades e para a consolidação dos Laboratórios de Estado. Foram os anos dourados do nuclear em Portugal. Após o 25 de Abril de 1974, o plano de construção da central de Ferrel foi abandonado por razões essencialmente políticas e ao longo dos anos assistimos a alguma indefinição nas políticas governamentais sobre o nuclear. Não existindo mercado de emprego, o interesse dos alunos universitários pela Física e Engenharia Nuclear diminui muito. Esta tendência de declínio das actividades relacionadas com o nuclear foi interrompido em 1987, após a adesão de Portugal à União Europeia, com o início no IST de actividades em Fusão Nuclear, que culminaram com a assinatura em 1 de Janeiro de 1990

do Contrato de Associação entre a Euratom e o IST, a adesão de Portugal em 1988 ao JET Joint Undertaking, em 2000 ao “European Fusion Development Agreement” e em 2007 ao “European Joint Undertaking for ITER and the Development of Fusion Energy”. Na Associação Euratom/IST trabalham, actualmente, 100 pessoas, pertencentes ao IST, ITN, Universidade da Beira Interior, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Centro de Electrónica e Instrumentação da Universidade de Coimbra e Laboratório Nacional de Energia e Geologia. O Governo reconheceu em 2002 o interesse e a qualidade do trabalho realizado no IST através da concessão do estatuto de Laboratório Associado ao actual Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear (IPFN). Recentemente colocou-se outra vez a questão sobre se Portugal deve ou não ter um central nuclear de fissão. Continuo a pensar que não existem condições para responder afirmativamente a esta pergunta. De facto, Portugal não tem nem Autoridade Reguladora do Nuclear, nem os cerca de 300 técnicos com experiência em Física e Engenharia Nuclear necessários para a operação da central (os técnicos formados pela JEN atingiram a aposentação e não foram devidamente substituídos). Por outro lado, os principais operadores energéticos (EDP e GALP) ainda não demonstraram interesse na energia nuclear, apesar de 4% da electricidade que consumimos ser produzida por via nuclear em França e/ou em Espanha. Não refiro o consumo energético do nosso país, o preço do kW/h de electricidade e o impacte na economia, finanças, balança de transacções externas e défice, porque estas questões dependem do modelo de negócio a implementar. Provavelmente, a situação poderá ser diferente dentro de 20 ou 30 anos, devido ao aumento do consumo energético, ao aparecimento dos reactores de Geração IV e ao aproveitamento total entretanto realizado dos recursos hídricos e eólicos. Por isso, o Governo deve preparar o país para esta eventualidade através da publicação de legislação adequada ao nuclear e do apoio à formação de técnicos e às actividades de I&D, actualmente realizadas em, pelo menos, três unidades de investigação: ITN, IPFN e Centro de Física Nuclear.