

A FUSÃO NUCLEAR NA PRODUÇÃO DE ENERGIA

A preparação do terreno onde irá ser construído o ITER, em Cadarache, sul de França, começou em Janeiro de 2007, representando a 1^a grande etapa no processo de construção. O ITER irá compreender uma área de 180 hectares, de onde 90 hectares já foram totalmente limpos, deixando os restantes 90 hectares no seu estado natural. Nesta fase de preparação e limpeza de terreno, que demorou 1 ano para ser concluída, foram tomadas medidas especiais, no que diz respeito à protecção da fauna e da flora existente nesta área. Tendo-se até feito um inventário ecológico antes de se iniciarem os trabalhos de construção, no qual, diversos animais e plantas (morcegos, besouros, pássaros, borboletas e uma variedade rara de orquídeas) foram identificados, de forma a estabelecerem-se zonas específicas de protecção ecológica neste terreno.

O nivelamento do terreno começou em Março de 2008 e foi concluído em Abril de 2009. Sendo assim o terreno já se encontra pronto para nele começarem a serem construídos os edifícios e instalações científicas do ITER.

Esta área de 1 km de comprimento por 400 metros de largura, totalizando um total de 42 hectares, é uma das maiores superfícies niveladas pelo Homem no mundo. Cerca de 2,5 milhões de metros cúbicos foram escavados nesta fase, e estima-se que 350000 toneladas de materiais irão ser utilizados na construção de edifícios.

Os edifícios que darão corpo ao projeto ITER, serão projectados/construídos para que estes se “camuflem” na paisagem circundante. O edifício mais alto, onde se encontra o Tokamak (Fig. 8), terá uma altura de 57 metros, tornando-o visível a longas distâncias. O seu design terá em consideração a paisagem que o rodeia, para que este não cause um grande impacto visual.

O edifício Tokamak será o edifício principal, onde as experiências começarão em 2018. Terá 2 pisos subterrâneos (17 metros abaixo do solo) e 19 superiores (57 metros acima do solo). Junto ao edifício principal, estará uma sala de reuniões com a finalidade de montar pré-componentes que irão ser usados no Tokamak. As construções de auxílio que rodeiam o Tokamak incluem torres de refrigeração, instalações elétricas, uma sala de controlo, instalações para a gestão de resíduos e instalações laboratoriais.

Construiu-se um “mini escritório” para 750 funcionários com o objetivo de trabalhar na organização do ITER.

Este escritório é de 700 m² e constitui um anfiteatro com 500 lugares. É um ambiente natural, calmo, apropriado para o relaxamento e trabalho. Após a montagem do espaço do escritório

temporário para 300 funcionários no site do ITER, em 2008, Agence France ITER vai começar a trabalhar na sede permanente da Organização ITER, em 2010, com entrega prevista para 2012.

Os vários materiais para o Tokamak serão enviados para a França por mar. Ao chegar ao mediterrâneo, serão transportados por um comboio especial ao longo de 106 km do Itinerário ITER Cadarache até ao destino. Os custos serão da responsabilidade do estado Francês (21%) e do Bouches-du-Rhône department Council (79%).

O projeto ITER é uma aventura de grande dimensão rumo à energia da fusão. Está previsto ter um custo de cerca de €10 mil milhões ao longo dos 35 anos de duração da experiência. Os respectivos resultados são de interesse internacional crucial e é, por conseguinte, um projeto realmente global.

A idéia do ITER como uma experiência internacional foi proposta pela primeira vez em 1985 e começou como colaboração entre a antiga União soviética, os Estados Unidos, a União Europeia e o Japão sob os auspícios da Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA).

Atualmente, o consórcio internacional é composto pela República Popular da China, a União Europeia, o Japão, A República da Coreia, a Federação da Rússia e os Estados Unidos. É esperada a participação de outros países à medida que o ITER passar do desenho para a realidade.

O Internacional Termonuclear Experimental Reactor, (ITER) é uma experiência que vai funcionar em condições muito próximas das de um reator de fusão.

Será construído em Cadarache, França, no âmbito de uma colaboração à escala planetária, tendo como parceiros principais a Euratom, o Japão, a Federação Russa, os Estados Unidos da América, a China, a Coreia e a Índia e o seu início está previsto para 2006. O objetivo principal do ITER é demonstrar a viabilidade científica e tecnológica da energia de fusão por confinamento magnético. Este tokamak poderá produzir 500 MW de potência de fusão durante 400 segundos com o auxílio de 50 MW de potência de aquecimento, ou seja com uma amplificação de energia de um fator de 10 ($Q = 10$), permitindo o estudo de plasmas de combustão, isto é, de plasmas em que o aquecimento devido às partículas alfa (núcleos dos átomos de hélio) geradas na reação de fusão é dominante. Desta forma o principal objetivo programático do ITER é demonstrar a exequibilidade científica e tecnológica da energia de fusão para fins pacífico. O ITER atingirá este objetivo através da demonstração da queima controlada de plasmas de deutério e trítio, com a operação em regime estacionário como objetivo final, demonstrando o uso num sistema integrado das tecnologias necessárias para um reator.

O ITER será o primeiro dispositivo experimental a integrar a maior parte das tecnologias essenciais ao reator: bobinas supercondutoras de grande dimensão, capazes de criar elevados

campos magnéticos, componentes expostos ao plasma arrefecidos ativamente, gestão do trítio, manutenção completamente robotizada e módulos com camada fértil de lítio. Prevê-se que os períodos de construção e de exploração sejam, respectivamente, de 10 e 20 anos.

Condições necessárias à obtenção de energia na Fusão Nuclear

Para garantir a rentabilidade energética do processo de fusão nuclear é preciso que além da temperatura elevada, o plasma esteja confinado o tempo necessário para garantir que o conjunto de partículas carregadas sofra um número suficiente de reações de fusão. Pode-se definir um tempo de confinamento de energia, π , como o tempo que o plasma quente leva a perder a sua energia (por radiação, convecção e condução), quando se cortam bruscamente as suas fontes de aquecimento. O tempo π caracteriza, de certa forma, o isolamento térmico do plasma.

Para garantir esta rentabilidade, é ainda necessário que a energia produzida pelas reações de fusão exceda largamente as perdas térmicas do plasma.

Esta condição impõe um limite inferior ao produto da densidade (n_e) pelo tempo de confinamento de energia (π), dado pelo critério de Lawson: $n_e \cdot \pi > f(Q)$, em que Q , factor de amplificação de energia, é a relação entre a potência de fusão produzida e a potência de aquecimento exterior) fornecida ao plasma.

A igualdade $Q = 1$ significa que a potência gerada pelo plasma é igual à potência que lhe é fornecida do exterior. Este estado, conhecido por breakeven, é aproximado nos dispositivos experimentais atuais com melhor desempenho ($Q = 0,6$ no JET). O valor $Q = \infty$ significa que a potência exterior fornecida ao plasma é nula. Neste caso, o plasma é auto-sustentado e diz-se que se atingiu a "ignição".

As condições imprescindíveis para que a fusão ocorra no Sol e nas outras estrelas são garantidas, naturalmente, por forças gravitacionais muito intensas (Fig. 4). Este confinamento gravídico não é possível na Terra. Embora existam duas vias alternativas para obter a fusão nos laboratórios: o confinamento magnético e o confinamento inercial.

Confinamento inercial: Consiste em conter a fusão mediante o impulso de partículas ou de raios laser projectados contra as partículas do combustível, que provocam sua ignição instantânea.

Confinamento magnético: Consiste em manter o material que irá fundir num campo magnético enquanto se tenta alcançar a temperatura e pressão necessárias. Uma forte corrente elétrica passa através do hidrogênio para aquecê-lo e formar um plasma, enquanto um campo magnético comprime o plasma e o impede de tocar nas paredes. Mesmo que toque no recipiente, não existe perigo, já que só são aquecidas quantidades muito pequenas de hidrogênio; as paredes arrefecem simplesmente o plasma mais do que o plasma aquece as paredes.

Na Terra, o combustível para os reatores de fusão será constituído por dois isótopos de gás hidrogênio: deutério e trítio. Existem aproximadamente 33 miligramas de deutério em cada litro de água. Se todo o deutério existente num litro de água fundisse com trítio, forneceria energia equivalente a 340 litros de gasolina ou 6600 toneladas de carvão!

Como a quantidade natural de trítio na Terra é extremamente baixa, o trítio para o reator de fusão será produzido a partir do lítio: um metal abundante e leve. Os recursos em deutério representam mais de 10 milhões de anos do consumo mundial anual de energia sendo que os recursos em lítio que são abundantes e estão bem distribuídos na Terra estão estimados para 2 000 anos, existindo a possibilidade de serem estendidos para vários milhões de anos assim que houver tecnologia para extrair o lítio da água do mar. Além do fornecimento de combustível quase ilimitado, não será necessário nenhum transporte de materiais radioativos para o funcionamento quotidiano da central elétrica de fusão. A central é completamente segura, com a impossibilidade de acidentes de fusão e de fugas. O processo de fusão não criará gases de efeito de estufa ou resíduos radioativos de grande duração. A fusão nuclear é, assim, uma fonte potencial de energia limpa, “amiga” do ambiente, segura, praticamente inesgotável e economicamente atrativa (não são emitidos gases poluentes para a atmosfera; contribui para a diversificação das fontes de energia, diminuindo a vulnerabilidade do país às oscilações de preço dos combustíveis fósseis; etc.).

A Agência Internacional de Energia prevê que o consumo mundial de energia duplique nos próximos 40 anos.

Atualmente cerca de 80% do consumo é assegurado pelos combustíveis fósseis, o que não é sustentável pelas graves alterações atmosféricas que está a provocar e também porque estes combustíveis deverão estar esgotados num futuro próximo (começando pelo petróleo). Situação que exige que sejam tomadas opções energéticas alternativas de grande escala, sendo a fusão nuclear uma dessas opções.

A fusão nuclear consiste na união de dois núcleos leves para formar outro mais pesado e com menor conteúdo energético, através do qual se libertam também grandes quantidades de energia. Este processo envolve átomos leves, como os de deutério, trítio ou hidrogênio, que são substâncias muito abundantes na natureza. Sendo este o processo de produção de energia no Sol – é a energia da fusão que torna possível toda a vida na Terra.

Para conseguir uma reação de fusão é preciso aproximar dois núcleos com carga do mesmo sinal (positiva), os quais têm tendência a repelir-se (Fig. 1). Para ultrapassar esta barreira natural e chegar à zona muito próxima do núcleo onde se manifestam as forças nucleares (Fig. 1), é preciso que os núcleos possuam uma energia considerável.

A fusão exige, por isso, que o meio que reage tenha temperaturas muito elevadas, especificamente da ordem de 100 milhões de graus Celsius (10 keV). Devido a estas temperaturas tão elevadas, os elétrons separam-se dos núcleos e a matéria fica no estado de plasma. O plasma é um meio ionizado, de comportamento coletivo e macroscopicamente neutro (Fig. 2), que existe na Natureza sob diversas formas; na realidade, 99% da matéria do Universo encontra-se na forma de plasma, considerado como o quarto estado da matéria.

A energia de fusão apresenta-se como a solução mais sustentável para as necessidades energéticas europeias e mundiais dos próximos anos. Os cientistas estão muito próximos de alcançá-la na colaboração internacional para uma instalação de fusão experimental, chamado ITER ("International Thermonuclear Experimental Reactor"). O ITER será o maior projeto de investigação científica de todos os tempos sobre energia no mundo e está a ser construído na Europa. Devido ao fato, de a energia que irá ser produzida nas reações de fusão ser a uma escala inferior à do Sol, as temperaturas envolvidas deverão ser bastante superiores (dez vezes) para a tornar numa fonte de energia rentável. Atualmente, esta fonte de energia encontra-se ainda numa fase experimental, já que a tecnologia ainda não conseguiu criar reatores de fusão devido às altas temperaturas necessárias para levar a cabo o processo.

<http://fisica12c.blogspot.com/>