

Energia Nuclear

Alberto de Mattos Netto*
Guilherme Cardim da Rocha**
Diogo de Oliveira Pessanha***

Resumo

O trabalho trata o tema da energia nuclear de forma bem abrangente, explicando como obtê-la, como usá-la para transformá-la em energia elétrica, fala sobre as vantagens e desvantagens de seu uso, do seu mau uso, da história dos processos que nos levaram a entender como usar a química nos seus princípios básicos para obtermos uma forma alternativa de energia.

Palavras-Chave: Energia alternativa. Energia nuclear.

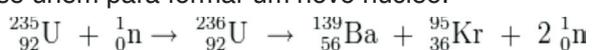
Introdução

A energia nuclear é a energia liberada numa reação nuclear, em processos de transformação de núcleos atômicos para ser mais exato. Alguns isótopos de certos elementos apresentam a capacidade de se transformar em outros isótopos ou elementos através de reações nucleares, emitindo energia durante esse processo. Baseia-se no princípio da equivalência de energia e massa que foi observado por Albert Einstein, segundo a qual durante reações nucleares ocorre transformação de massa em energia. Foi descoberta por Hahn, Strabmann e Meitner com a observação de uma fissão nuclear depois da irradiação de urânio com nêutrons.

A tecnologia nuclear tem a finalidade de aproveitar a energia nuclear, convertendo o calor emitido na reação em energia elétrica. Isso pode acontecer controladamente em reator nuclear ou descontroladamente em bomba atômica. Em outras aplicações aproveita-se da radiação ionizante emitida.

A reação nuclear é a modificação da composição do núcleo atômico de alguns elementos que podem espontaneamente transformar-se em outros elementos. O caso mais interessante é a possibilidade de provocar a reação mediante técnicas de bombardeamento de nêutrons ou outras partículas.

A fissão nuclear e a fusão nuclear são as formas de obter essa energia. Na fissão nuclear, o núcleo atômico subdivide-se em duas ou mais partículas; e na fusão nuclear ao menos dois núcleos atômicos se unem para formar um novo núcleo.



A equação acima é um exemplo de reação nuclear da qual podemos obter energia nuclear. Com essa reação Hahn e Strassmann demonstraram a fissão em 1938 com a presença de bário na amostra, usando espectroscopia de massa. Ernest Rutherford, o descobridor do núcleo atômico, já sabia que eles poderiam ser modificados através de bombardeamento com partículas rápidas. Com a descoberta do nêutron ficou claro que deveriam existir muitas possibilidades dessas modificações. Enrico Fermi suspeitava que o núcleo ficaria cada vez maior acrescentando nêutrons. Ida Noddack foi a primeira a suspeitar que “durante o bombardeamento de núcleos pesados com nêutrons, eles poderiam quebrar em pedaços grandes, que são isótopos de elementos conhecidos, mas não vizinhos dos originais na tabela periódica”.

A fissão nuclear foi descoberta por Otto Hahn e Fritz Straßmann em Berlim-1938 e explicada por Lise Meitner e Otto Frisch (ambos em exílio na Suécia) logo depois, com a observação de uma fissão nuclear após a irradiação de urânio com nêutrons.

A primeira reação em cadeia foi realizada em dezembro de 1942 em um reator de grafite de nome Chicago Pile 1 (CP-1), no contexto do projeto “Manhattan” com a finalidade de construir a primeira bomba atômica, sob a supervisão de Enrico Fermi na Universidade de Chicago. Reactores Nucleares.

Reactores de fissão

Existem vários tipos de reatores, reatores de água leve (em inglês Light Water reactor ou LWR), reatores de água pesada (em inglês Heavy Water Reactor ou HWR), reator de rápido enriquecimento ou “reatores incubadores” (em inglês Breeder reactor) e outros, dependendo da substância moderadora usada. Um reator de rápido enriquecimento gera mais material físsil (combustível) do que consome. A primeira reação em cadeia foi realizada num reator de grafite, o mesmo tipo de reator que levou ao acidente nuclear de Chernobyl. A maioria dos reatores em uso para geração de energia elétrica no mundo são do tipo água leve. A nova geração de usinas nucleares, denominada G3+,

* Técnico em Eletrotécnica pelo IF Fluminense, campus Campos-Centro

** Técnico em Mecânica pelo IF Fluminense, campus Campos-Centro

*** Técnico em Mecânica pelo IF Fluminense, campus Campos-Centro

incorpora conceitos de segurança passiva, pelos quais todos os sistemas de segurança da usina são passivos, o que as tornam intrinsecamente seguras. Como reatores da próxima geração (G4) são considerados reatores de sal fundido ou MSR (em inglês molten salt reactor). Ainda em projeto conceitual, será baseada no conceito de um reator de rápido enriquecimento.

Reatores de fusão

O emprego pacífico ou civil da energia de fusão está em fase experimental, existindo incertezas quanto à sua viabilidade técnica e econômica.

O processo baseia-se em aquecer suficientemente núcleos de deutério até obter-se o estado plasmático. Nesse estado, os átomos de hidrogênio se desagregam permitindo que ao se chocarem ocorra entre eles uma fusão produzindo átomos de hélio. A diferença energética entre dois núcleos de deutério e um de hélio será emitida na forma de energia que manterá o estado plasmático com sobra de grande quantidade de energia útil.

A principal dificuldade do processo consiste em confinar uma massa do material no estado plasmático já que não existem reservatórios capazes de suportar as elevadas temperaturas a ele associadas. Um meio é a utilização do confinamento magnético.

Os cientistas do projeto Iter, do qual participam o Japão e a União Europeia, pretendem construir uma central experimental de fusão para comprovar a viabilidade econômica do processo como meio de obtenção de energia.

Bomba Nuclear

Uma das outras formas de utilizar a energia nuclear é na forma de bombas. As bombas nucleares fundamentam-se na reação nuclear (i.e. fissão ou fusão nuclear) descontrolada e, portanto explosiva.

A eficácia da bomba atômica baseia-se na grande quantidade de energia liberada e em sua toxicidade, que apresenta duas formas: radiação e substâncias emitidas (produtos finais da reação e materiais que foram expostos à radiação), ambas radioativas. A força da explosão é de 5 mil até 20 milhões de vezes maior, se comparada a explosivos químicos. A temperatura gerada em uma explosão termonuclear atinge de 10 até 15 milhões de graus Celsius no centro da explosão.

Na madrugada do dia 16 de julho de 1945, ocorreu o primeiro teste nuclear da história, o chamado Teste Trinity, realizado no deserto de Alamogordo, Novo México. O segundo, empregado pela primeira vez para fins militares durante a Segunda Guerra Mundial, foi na cidade japonesa de Hiroshima e o

terceiro, na cidade de Nagasaki. Essas explosões mataram ao todo cerca de 155.000 pessoas imediatamente, além de 110.000 pessoas que morreram durante as semanas seguintes, em consequência dos efeitos da radioatividade. Além disso, suspeita-se que até hoje mais 400.000 morreram devido aos efeitos de longo prazo da radioatividade. As bombas termonucleares são ainda mais potentes e fundamentam-se em reações de fusão de hidrogênio ativadas por uma reação de fissão prévia. A bomba de fissão é o ignitor da bomba de fusão devido à elevada temperatura para iniciar o processo da fusão.

Toxicidade de radioativos

A toxicidade baseia-se na radiação emitida pelas substâncias envolvidas na reação nuclear. Assim, tanto o material utilizado, quanto todo entorno serão fonte de radioatividade e, portanto, tóxicos.

A descobridora da radiação ionizante, Marie Curie, sofreu envenenamento por radiação, em 1898, por manipular materiais radioativos, levando à inflamação nas pontas dos dedos e, no final da vida, a sofrimento e morte por leucemia.

Aplicação civil

A fissão nuclear do urânio é a principal aplicação civil da energia nuclear. É usada em centenas de centrais nucleares em todo o mundo, principalmente em países como a França, Japão, Estados Unidos, Alemanha, Brasil, Suécia, Espanha, China, Rússia, Coreia do Norte, Paquistão e Índia, entre outros.

A porcentagem da energia nuclear na geração de energia mundial é de 6,5% (UNDP, 1998) e de 16% na geração de energia elétrica. No mês de janeiro 2009 estavam em funcionamento 210 usinas.

Vantagens da energia nuclear

A principal vantagem da energia nuclear obtida por fissão é a não utilização de combustíveis fósseis. Considerada como vilã no passado, a energia nuclear passou gradativamente a ser defendida por ecologistas de nome como James E. Lovelock por não gerarem gases de efeito estufa. Esses ecologistas defendem uma virada radical em direção à energia nuclear como forma de combater o aquecimento global. Em comparação com a geração hidrelétrica, a geração a partir da energia nuclear apresenta a vantagem de não necessitar o alagamento de grandes áreas para a formação dos lagos de reservatórios, evitando assim a perda de áreas de reservas naturais ou de terras agriculturáveis, bem como a remoção de comunidades inteiras das áreas que são alagadas. Outra vantagem da energia nuclear em relação

à geração hidrelétrica é o fato de que a energia nuclear é imune a alterações climáticas futuras que porventura possam trazer alterações no regime de chuvas.

Desvantagens da energia nuclear

Resíduos radioativos

Já que a maior parte (cerca de 96%) do combustível nuclear queimado é constituída de Urânio natural, uma grande parte do combustível utilizado nos reatores nucleares é reprocessado em plantas de reprocessamento como a Urenco no Novo México. Cerca de 60% do combustível nuclear é mandado diretamente para o reprocessamento. O reprocessamento visa reenriquecer o urânio exaurido, tornando possível que ele seja novamente utilizado como combustível. A parte do combustível que não é reprocessada imediatamente é armazenada para reprocessamento futuro, ou é armazenada “semi-definitivamente” em depósito próprio.

Cerca de 4% do total do combustível queimado é constituído dos chamados produtos de fissão e da série dos actínídeos, que são originados a partir da fissão do combustível nuclear. Estes podem incluir elementos altamente radioativos como o Plutônio, Amerício e Césio. Atualmente esses elementos são separados do urânio que será reprocessado e são armazenados em depósitos projetados especificamente para armazenar elementos radioativos ou utilizados em pesquisas. O Plutônio tem valor estratégico e científico particularmente alto por ser utilizado na fabricação de armamentos nucleares e também para pesquisas relacionadas aos chamados Fast Breed Reactors, que são reatores que operam utilizando uma combinação de urânio natural e plutônio como combustível.

A geração de rejeito radioativo de usinas nucleares é normalmente baixa, mas representa um problema, pois os elementos contidos no combustível queimado, principalmente os produtos de fissão, demoram um tempo muito longo para decaírem em outros elementos e apresentam alta radioatividade, portanto é necessário que eles fiquem confinados em um depósito próprio onde não possa haver nem interferência humana externa nem interferência ambiental (já que a interferência ambiental pode causar vazamentos e deslocamento dos elementos).

Acidentes

O acidente no reator de Chernobyl (ex-URSS) contaminou radioativamente uma área de aproximadamente 150.000 km² (corresponde mais

de três vezes o tamanho do estado do Rio de Janeiro), sendo que 4.300 km² possuem acesso interdito indefinidamente. Até 180 quilômetros distantes do reator situam-se áreas com uma contaminação de mais de 1,5 milhões de Becquerel por km², o que as deixa inabitáveis por milhares de anos.

Segurança

A Organização Mundial de Energia Nuclear alertou que terroristas poderiam vir a comprar resíduos radioativos, por exemplo de países da ex-URSS ou de países com ditaduras que usam tecnologias nucleares, tais como Irã ou Coreia do Norte, e construir uma chamada “bomba suja”.

O quão fácil é desviar materiais altamente radioativos é demonstrado pelo exemplo do acidente radiológico de Goiânia, no Brasil em 1987. Uma pedra de sal de cloreto de Césio-137, um isótopo radioativo, foi encontrada por moradores em um lixão, dentro de uma máquina hospitalar e levada para casa e exposta a todos do bairro, por brilhar no escuro.

Nunca foi registrado qualquer tipo de acidente externo a uma usina nuclear relacionado com o material utilizado na produção de energia nuclear, ou seja, combustível nuclear. Apesar de haver vários casos envolvendo acidentes civis com fontes médicas e comerciais de radiação.

Há uma certa confusão do público em relação a acidentes com radiação. Uma usina nuclear, justamente por lidar com algo potencialmente perigoso e que já resultou em acidentes no passado, tem normas de segurança tanto nacionais quanto internacionais que garantem que cada procedimento seja feito de acordo com todos os padrões de segurança. A Agência Internacional de Energia Atômica é um órgão internacional regulatório que salvaguarda a construção e uso da energia nuclear no mundo. Os requisitos para a obtenção de salvaguarda são severos e reconhecidos pela exigência em relação à segurança e operação de usinas nucleares; sem uma salvaguarda, um país é proibido de realizar a construção de instalações nucleares. Um dos requisitos para a obtenção de salvaguarda é que a instalação em questão deve ser supervisionada durante toda a sua existência por um grupo internacional de supervisores especializados em segurança radiológica e nuclear.

Gases de estufa

A produção de gases estufa de uma usina nuclear comum está de 3 a 6 vezes maior comparada com a energia hídrica e eólica, considerando o processo todo necessário para operá-la. (A produção de

gases estufa de uma usina de carvão tem um fator de 80).

Referências

MACHADO, A. D.; CANDOTTI, E. (Coord.). Energia Nuclear e Sociedade: Um debate. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1980. 322 p. Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia_nuclear>. Acesso em: 30 nov. 2010.

MALHEIROS, T. Brasil: a bomba oculta: o programa nuclear brasileiro. São Paulo: Gryphus, 1993. 164 p. Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia_nuclear>. Acesso em: 1 dez. 2010.

NEWMAN, R. P. Truman and the Hiroshima Cult. EUA: Michigan State University Press, 1995. Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia_nuclear>. Acesso em: 3 dez. 2010.

OHKITA, Takeshi. Akute medizinische Auswirkungen. In: CHIVIAM, Susanna (Hrsg.). Last aid. Die medizinischen Auswirkungen eines Atomkrieges. Heidelberg, 1985. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia_nuclear>. Acesso em: 7 dez. 2010.

SEKIMORI, Gaynor. Hibakusha: Survivors of Hiroshima and Nagasaki. Japan: Kosei Publishing Company, 1986. ISBN 4-333-01204-X. Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia_nuclear>. Acesso em: 1 dez. 2010.

SILVA, G. O. Angra I e a melancolia de uma era: um estudo sobre a construção social do risco. Niterói: EdUFF, 1999. 284 p. Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia_nuclear>. Acesso em: 5 dez. 2010.