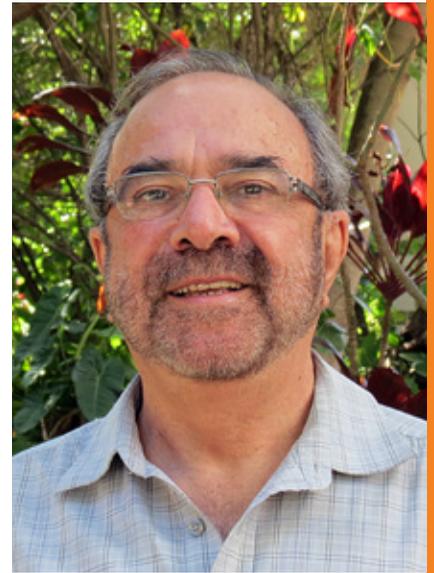


# Fissão e fusão nuclear: presente e futuro do uso da energia nuclear pela humanidade

ÉRIKA GARCEZ DA ROCHA

MARCELO SILVA DE CARVALHO DELFINO

doi: 10.7724/caititu.2013.v1.n1.d12



## *Nuclear fission and fusion: present and future of human use of nuclear energy*

**Abstract:** *Alberto Brum Novaes, from Federal University of Bahia, explains the meaning of thermonuclear fusion and the state of the art of the technological developments that focus on making it economically viable. He suggests that this kind of nuclear energy will play a central role in the future of mankind as its fuel – the hydrogen – is the most abundant element in the Universe. He lists the advantages and problems related to the production of nuclear power from nuclear fission, which is the process developed in thermonuclear reactors as those present in the facilities in Angra dos Reis and Fukushima, and he refers to the technological advances related to the reduction of the radioactive wastes produced by them. He concludes that nuclear power plants are competitive and that there is, nowadays, no other solution to produce as much energy as fast as they do.*

**Keywords:** *nuclear fusion; nuclear fission; nuclear energy; nuclear power plant; radioactive wastes; energy production*

“A questão da energia nuclear é uma perspectiva em longo prazo, não é nada de imediato”. É assim que o professor e pesquisador da Universidade Federal da Bahia, Alberto Brum Novaes, faz referência à polêmica em torno da energia nuclear. Físico, Mestre em Geofísica Nuclear e PhD em Física da Atmosfera, Alberto Brum é Professor Associado e Coordenador do Colegiado do Curso de Graduação em Geofísica nessa Universidade. Na conversa com a **Revista Caititu**, em 21 de dezembro de 2011, o físico tratou das vantagens e desvantagens dessa alternativa e falou das diferenças entre fusão e fissão nuclear. Para ele, a energia nuclear é a única alternativa para produção de uma grande quantidade de energia de maneira rápida. Ele também acredita que a Bahia tem boas chances de receber uma das quatro novas usinas nucleares no Brasil. Leia os trechos a seguir.

**Resumo:** Alberto Brum Novaes, da Universidade Federal da Bahia, explica o que é a fusão termonuclear e qual o estágio atual de desenvolvimento tecnológico para torná-la economicamente viável. Ele sugere que esta forma de energia nuclear terá um papel central no futuro da humanidade, visto que seu combustível – o hidrogênio – é o elemento mais abundante do universo. Ele apresenta ainda as vantagens e os problemas relacionados à produção de energia nuclear a partir da fissão nuclear, que é o processo desenvolvido nos reatores nucleares como os presentes em usinas como as de Angra dos Reis e Fukushima, e cita os avanços tecnológicos relacionados à redução da quantidade de lixo radioativo por elas produzido. Conclui que as usinas nucleares são competitivas e que não existe, no momento, outra solução que produza tanta energia de maneira tão rápida quanto elas.

**Palavras-chave:** fusão nuclear; fissão nuclear; energia nuclear; usina nuclear; lixo radioativo; produção de energia



**Revista Caititu: A Bahia tem potencial para gerar energia nuclear? Quais as perspectivas?**

**Alberto Brum:** A questão da energia nuclear é uma perspectiva em longo prazo, não é nada de imediato. O parque industrial brasileiro ainda é bem atendido pelos outros tipos de produção de energia, como principalmente a energia hidrelétrica e, periféricamente, a eólica, solar e térmica. Essas são as energias alternativas às quais as pessoas se referem como energias limpas. Mas não há nenhuma energia limpa. Transformação de energia sempre gera poluição. Eu sempre digo que o futuro da humanidade é a energia nuclear. Talvez não seja a fissão nuclear, mas sim a fusão termonuclear, como o sol faz. Nesse caso, é feita a fusão de átomos de hidrogênio enriquecido, diferente da fissão, que é a quebra do átomo de urânio - 235.

**RC: Como funciona a geração de energia através da fusão termonuclear?**

**AB:** Atualmente, para produzir energia através da fusão



**“Não há nenhuma energia limpa. Transformação de energia sempre gera poluição.”**

termonuclear são necessários dezenas de milhões de graus, o que ocorre no Sol mas não na Terra. A proposta tecnológica para promover essa fusão é bombardear o núcleo de hidrogênio com poderosos lasers até atingir a temperatura necessária. Só que a matéria com essa temperatura elevada, em estado de plasma, derrete tudo, e, por isso, o plasma deve ser aprisionado em campos magnéticos poderosos. Existem muitos problemas técnicos a serem resolvidos e muitos materiais a serem desenvolvidos para tornar isso possível. Na França, já existe uma máquina chamada “Tokamak” (que custou mais de 12 bilhões de dólares), que é o primeiro protótipo grande de fusão termonuclear, feito inicialmente pela Rússia.

**RC: Quais as vantagens e desvantagens da fusão termonuclear?**

**AB:** A energia gerada pelo “Tokamak” ainda não é econômica. No momento atual, se produz a mesma quantidade de energia que se gasta para acendê-lo. Então, cientistas estão procurando uma forma de manter isso extremamente econômico e com a ignição nuclear constante. A perspectiva da fusão termonuclear para o futuro é de, no mínimo, 30 a 50 anos. No dia em que esse processo se tornar permanente e adequado, nós teremos energia inesgotável, pois o hidrogênio é o elemento mais abundante do



**“No dia em que esse processo se tornar permanente e adequado, nós teremos energia inesgotável, pois o hidrogênio é o elemento mais abundante do Universo.”**

Universo. Se o mundo continuar desenvolvendo na proporção que está atualmente, vamos precisar de muito mais energia. Hoje em dia, a energia elétrica total produzida está na ordem de 14 a 15 terawatts. Nos anos de 2040-2050, será de 50 terawatts. De onde vamos tirar essa energia? O pior é que as pessoas não tem a ideia de que a energia nuclear é um dos grandes componentes da matriz energética de qualquer país que já tenha um parque industrial desenvolvido ou em desenvolvimento.

**RC: Qual é o custo e a eficiência energética da fissão nuclear quando comparada com as outras formas de produção?**

**AB:** A energia nuclear tem muitos resultados positivos, porque é necessária apenas uma zona

de exclusão para manter uma distância em relação às cidades, como também acontece com hidrelétricas e termelétricas. Contudo, a construção de uma usina da nuclear não demanda que se inundem áreas, como acontece com as hidrelétricas. A usina nuclear tem que ser instalada em um lugar com muita água, por isso muitos consideram que a Bahia tem um bom potencial. Já estão previstas a construção de quatro novas usinas nucleares no Brasil, uma das quais no Nordeste<sup>1</sup>.

**RC: E em relação ao custo?**

**AB:** É importante levar em conta três aspectos centrais quando se fala em usinas nucleares: o primeiro é que elas são muito caras, o segundo é a questão do meio ambiente e o terceiro é a necessidade de produção de energia. Então, uma usina nuclear precisa de três coisas: segurança, segurança e segurança. Isso é realmente importante. Se uma barragem quebra, todo mundo vê e tem a possibilidade de fugir, mas

a radiação ninguém enxerga, ninguém sente, a não ser em médio e longo prazo. Então, são necessárias pessoas qualificadas na operação da usina para lidar com algo perigoso assim. O uso da energia nuclear é inevitável, ou então vamos parar o desenvolvimento da humanidade.

**RC: Quando o assunto é segurança, o senhor acha que os protocolos de proteção adotados pelo governo brasileiro nas usinas Angra I e II funcionam? Correspondem aos padrões internacionais?**

**AB:** O protocolo é universal, mas se as pessoas seguem isso adequadamente é outra questão. O ideal é que, quando for construir mais usinas nucleares no Brasil, se discuta com a sociedade, com a população local inclusive. Isso é importantíssimo. Além da ciência e da política, é necessário que se faça adequadamente a zona de exclusão para evitar que a cidade se expanda para próximo da usina.

“ Não há outra solução que produza tanta energia de maneira rápida como a nuclear. ”

**RC: Quais os avanços e os resultados já obtidos em relação às novas tecnologias que estão sendo desenvolvidas para o uso da energia nuclear?**

**AB:** As tecnologias estão avançando muito. Há 40 anos, o lixo nuclear produzido era enorme e não havia tecnologia para reaproveitá-lo. Hoje já existe essa tecnologia. Então, a quantidade de lixo restante é menor, mas zero nunca vai ser, é claro. Reaproveitar 100% é impossível. E também não é menos tóxico, apenas é menor, mas isso favorece o acondicionamento que deverá ser feito em um contêiner de concreto ou de aço por milhares de anos.

**RC: Uma usina nuclear tem um prazo de validade de 40 a 50 anos. A construção da usina é vantajosa mesmo com esse prazo de validade?**

**AB:** Se é vantajosa eu não sei, mas é necessária. Não há outra solução que produza tanta energia de maneira rápida como a nuclear. E toda usina tem validade, como as hidrelétricas também. O problema da usina nuclear é diferente da hidrelétrica, pois quando passar o prazo, a estrutura da hidrelétrica vai sendo demolida aos poucos para não causar uma onda e matar milhares de pessoas. A usina nuclear não é assim. A periferia da usina pode ser demolida, mas o reator tem que ficar para sempre em sarcófago de concreto armado re-

<sup>1</sup> O plano de expansão do setor elétrico, feito pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) apresentou a previsão da construção de quatro a oito usinas nucleares no Brasil até 2030, como informado pelo Professor Alberto Brum. Porém, em maio de 2012 o Secretário Executivo de Minas e Energia afirmou que não serão construídas novas usinas nucleares no país até 2021, pois não há necessidade de energia nuclear a curto prazo. Leia mais no site O Globo. **VISUALIZAR ITEM** (Todos os direitos reservados a Infoglobo Comunicação e Participações S.A.).

forçado. Ainda assim, acho que é possível modernizar a usina. E mesmo assim, um prazo de validade de 50 anos é um bom tempo.

**RC: De quanto é a produção energética de uma usina nuclear comparado a uma usina hidrelétrica?**

**AB:** Com um reator é possível produzir um milhão de quilowatts/hora. As Usinas de Angra dos Reis I e II, por exemplo, produzem 600 mil quilowatts/hora e 1,2 milhões de quilowatts/hora. Angra III vai

produzir 1,4 milhões de quilowatts/hora. Mas isso depende do reator. Por exemplo, a usina de Fukushima no Japão tinha quatro reatores. A questão é que a quantidade do combustível é pequena. Comparativamente, Itaipu tem 19 turbinas e produz 13-14 milhões de quilowatts/hora. Em termos de construção em si, a nuclear pode ser mais cara devido à proteção, mas em termo de área, é um décimo comparado a hidrelétrica. Então, a usina nuclear é competitiva.

## Sobre os autores:

---

**Érika Garcez da Rocha** é estudante de graduação do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal da Bahia e bolsista do Programa de Iniciação à Extensão PROEXT-MEC-SESU.

Email: erika.garcez.rocha@gmail.com

---

**Marcelo Silva de Carvalho Delfino** é estudante de graduação do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal da Bahia e bolsista do Programa Pense, Pesquise e Inove a UFBA – PROUFBA.

Email: delfinomarcelo1@gmail.com

O que achou desse texto? [Clique para opinar.](#)



---

Rocha EG & Delfino, MSC 2013. Fissão e fusão nuclear: presente e futuro do uso da energia nuclear pela humanidade. Revista Caititu – aproximando teoria ecológica e aplicação 1(1): 125-129. doi: 10.7724/caititu.2013.v1.n1.d12

### Arbitragem

Esse texto não foi submetido à avaliação por pares.

Editor: Clarissa Machado Pinto Leite, Universidade Federal da Bahia, Brasil.

### Copyright

© 2013 Rocha & Delfino. Este é um texto de acesso livre distribuído sob os termos da Licença Creative Commons, que permite uso, distribuição e reprodução sem fins comerciais em qualquer mídia, contanto que os autores e fonte sejam creditados.

---