

## Por que Devemos Investir em Energia Nuclear?

### Why Should we Invest in Nuclear Energy?

Raquel Anna Sapunaru<sup>1</sup>, Olavo Cosme da Silva<sup>2</sup>, Maria Thereza da Silva Lopes Lima<sup>3</sup>, Marina Corrêa de Souza<sup>4</sup>, Tarcísio Santos Flores<sup>5</sup>, Nathália Gracielle da Silva Cruz<sup>6</sup>, Hugo Duarte Diamantino<sup>7</sup>, Livia Alves Barroso<sup>8</sup>, Bruna Almeida Rocha<sup>9</sup>, Rômulo Luiz Mendes Souza<sup>10</sup>, Pedro Camilo Ramos<sup>11</sup> e Márcio Henrique Marques Macedo<sup>12</sup>

<sup>1</sup> Professora Doutora em Filosofia da Ciência, Instituto de Ciência e Tecnologia, UFVJM, Diamantina, Brasil.

<sup>2</sup> Professor Doutor em Física, Instituto de Ciência e Tecnologia, UFVJM, Diamantina, Brasil.

<sup>3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11</sup> Graduandos em Engenharia Química do Instituto de Ciência e Tecnologia, UFVJM, Diamantina, Brasil.

<sup>12</sup> Graduando em Engenharia Mecânica do Instituto de Ciência e Tecnologia, UFVJM, Diamantina, Brasil.

#### Resumo

*No presente artigo discorreremos brevemente sobre as vantagens da energia nuclear, destacando-a como uma forma de energia alternativa viável para o Brasil.*

**Palavras-chave:** *Energias alternativas, energia nuclear, investimentos.*

#### Abstract

*In this paper we discuss briefly about the benefits of nuclear energy, highlighting it as a form of alternative energy workable for Brazil.*

**Keywords:** *Alternative energy, nuclear energy, investments.*

## 1 Introdução

**E**xiste um claro preconceito contra a energia nuclear e este fenômeno é mundial. Depois do acidente de Chernobyl, em 1986, a situação das pesquisas em torno da produção de uma energia nuclear mais limpa se agravou. Os investimentos nesta área foram gradualmente sendo cortados, no Brasil e no mundo. Particularmente no Brasil, o quadro não é muito diferente, talvez até um pouco mais grave. Somos conhecidos mundialmente por nossas riquezas naturais e enormes bacias hídricas que aparentemente justificam um investimento quase nulo em pesquisas em torno da energia nuclear. Temos energia elétrica em abundância gerada por hidroelétricas gigantescas, imponentes e devastadoras. Por que tamanho preconceito contra a geração da energia elétrica via energia nuclear? Como se dá a transformação da energia nuclear em energia elétrica? Estas são algumas das questões que nos perturbam e nos inspiram a trabalhar no projeto “Por que devemos investir em Energia Nuclear?”, cujo o primeiro contato dar-se-á neste artigo introdutório.

## 2 Afinal, do que Estamos Tratando?

Basicamente, a fissão/fusão de nucleotídeos liberam uma quantidade enorme de calor, na faixa dos milhões de graus Celsius, vaporizando a água instantaneamente. Este processo gera vapor e, por sua vez, este gera pressão. Daí: a) movem-se as turbinas; b) movem-se os eixos das turbinas que giram dentro de uma estrutura que contém um ímã em forma de arco; c) movem-se os elétrons dos metais e assim; d) gera-se uma corrente elétrica muito alta, tanto no que tange a voltagem, quanto a amperagem. Grosso modo, para que a energia nuclear se transforme em energia elétrica é necessário uma usina nuclear. Trocando em miúdos, esta usina possui um reator no qual ocorrerá uma fissão nuclear de forma controlada. A fissão nuclear gera muito calor, sendo necessário refrigerar o reator. A seu turno, a refrigeração do reator é feita através de um circuito fechado que superaquece. O calor desta água é transferido através de vasos trocadores de calor para outra água que se aquece ao ponto de vapor. Finalmente, este vapor é utilizado para acionar turbinas que estão ligadas aos geradores elétricos. Notamos que o gerador nuclear é semelhante aos geradores utilizados nas usinas hidroelétricas. Assim, o que muda é a forma de acionar estes geradores. (GUERRINI, 2001). A título de ilustração, nas hidroelétricas com as quais estamos habituados, os geradores são acionados por turbinas hidráulicas, mas nas usinas nucleares são acionados por turbinas a vapor. Há também as termoelétricas que funcionam como as usinas nucleares. Nelas, os geradores são acionados por turbinas a vapor, mas, neste caso, o vapor não é obtido a partir do calor gerado pela fissão nuclear e sim por aquecimento da água pela queima de

óleo ou carvão. (GUERRINI, 2001).

Esclarecido como obtemos energia elétrica a partir de usinas nucleares, as dúvidas sobre a razão do preconceito ainda permanecem. Em defesa da energia nuclear, sabemos que em um futuro não muito distante os recursos fósseis como o carvão e o petróleo estarão esgotados. Neste panorama, uma das grandes vantagens da utilização da energia nuclear é a relação entre a quantidade de combustível utilizado e da energia obtida. Isto também se traduz em uma economia no transporte de resíduos. Como uma alternativa aos combustíveis fósseis, o uso da energia nuclear poderia evitar o problema do chamado aquecimento global que acreditamos ter uma influência importante para a mudança climática global. Melhorar a qualidade do ar que respiramos, implica em um aumento da qualidade de vida. Contudo, a geração de energia elétrica atualmente é feito por meio de reações de fissão nuclear, como explicamos anteriormente. Argumentamos que se a fusão nuclear fosse possível, forneceria as seguintes vantagens: a) teríamos uma fonte de energia inesgotável; b) o reator pode evitar acidentes por reações em cadeia que ocorrem em fissões; e; c) os resíduos gerados seriam muito menos radioativos. (AMANO, 2012). Cabe ressaltar que a construção de hidroelétricas potentes como as brasileiras causa impactos ambientais irreversíveis.

## 3 Uma Análise mais Concisa

Nas últimas décadas, as centrais nucleares geram 14% das necessidades mundiais de eletricidade, produzindo mais eletricidade do que toda a população mundial consumiu em meio século. Dos aproximadamente 400 reatores nucleares em funcionamento hoje, a grande maioria foi construída durante a boa fase da energia nuclear, ou seja, dos anos de 1970 a 1980. Depois disso, a expansão da energia nuclear decaiu dramaticamente. As razões para este declínio geral na aceitação pública e acadêmica se deram após o acidente de Chernobyl. A principal consequência deste odioso acidente foi a reversão de muitas políticas governamentais que favoreceriam a energia nuclear, acompanhada de uma escalada monstruosa dos custos de capital e o aumento dos tempos médios de construção de novas usinas nucleares em diversos países. Durante algum tempo, parecia que a energia nuclear poderia ter um fim.

Contudo, nos últimos anos, a situação mudou novamente de forma dramática, graças acima de tudo aos programas em grande escala de energia nuclear na China e outras nações asiáticas. Atualmente, 57 novos reatores nucleares estão em construção em todo o mundo, com capacidade de geração total de eletricidade de 57.555 MW. Além disso, 151 reatores adicionais estão previstos em 24 países. A China lidera a nova onda de expansão nuclear, com 23 reatores atualmente em construção, a Coreia do Sul está em processo de construção de seis

novos reatores, a Índia 4 e o Japão mais 2. A Rússia está construindo 10 novos reatores como parte de um plano de quase dobrar sua capacidade de geração de energia nuclear até 2020, permitindo assim desviar mais petróleo e gás para as exportações lucrativas. Simultaneamente, há sinais de um renascimento do interesse pela energia nuclear nos Estados Unidos que têm o maior número do mundo de plantas operacionais. A opinião pública dos EUA mudou claramente a favor da energia nuclear e alguns de governos estaduais aprovaram leis tornando mais fácil o financiamento e o licenciamento de novas centrais nucleares.

Enquanto isso, formas concorrentes de energia “verde” estão enfrentando uma oposição crescente em muitos países, especialmente no caso da energia eólica. Milhares de turbinas eólicas de grande porte estão destruindo paisagens naturais e já houve mais de 60 acidentes fatais envolvendo energia eólica, bem como numerosos outros acidentes envolvendo incêndios, colapso de torres eólicas e desprendimento de lâminas de turbina.

Talvez a característica mais importante da retomada nuclear encontra-se no foco em melhorias e inovações com relação aos reatores, que pode aumentar a atratividade econômica desta forma de produção de energia, a redução do investimento, o tempo de construção e despesas operacionais por kWh que, ao mesmo tempo, vêm expandindo a gama de aplicações da energia nuclear em países desenvolvidos e em desenvolvimento que ainda se encontram em fase de elaboração.

Entre outras coisas, há uma clara tendência de investimentos em projetos de reatores com segurança inerente, reduzindo a necessidade de muitos sistemas de segurança ativos caros, bem como melhorias substanciais com relação à eficiência em termos de consumo de combustível e níveis de conversão térmica. Juntamente com planos melhorados para reatores de água leve e grandes reatores reprodutores, há grandes esforços para o desenvolvimento de reatores de menor envergadura, modulares e padronizados, que poderiam ser fabricados de forma barata e dar maior flexibilidade no uso. Estes reatores podem ser instalados nas regiões menos desenvolvidas sem a necessidade de uma grande rede elétrica. Como o consumo de eletricidade cresce, mais módulos seriam gradualmente acrescentados. A China já começou a construção de uma nova usina composta por vários módulos de reatores de alta temperatura. Outro grande foco de projetos de reatores inovadores é a aplicação para a produção em larga escala de hidrogênio e água dessalinizada, juntamente com a geração de eletricidade. Finalmente, observamos uma forte tendência internacional para ciclos fechados de combustível e utilização do potencial de U-238 e Tório, como na Índia. Ademais, há o desenvolvimento de tecnologias para a transmutação de resíduos nucleares, reduzindo ou talvez até, finalmente, eliminando a necessidade de armazenamento final a longo prazo. (EVANS-PRITCHARD, 2013).

## 4 Conclusão

Para sermos completamente honestos, é mister listar também as desvantagens do uso da energia nuclear. A principal desvantagem deste emprego está no âmbito da segurança na sua utilização que recai sobre a responsabilidade dos indivíduos. Decisões irresponsáveis podem levar a acidentes em usinas nucleares como ocorreu em Chernobyl, mas, pior ainda, pode ser usada para fins militares. Como demonstrado pela própria história da energia nuclear, ela foi utilizada para atacar o Japão na II Guerra Mundial, na forma de duas bombas nucleares. A nível civil, uma das principais desvantagens é a geração de resíduos nucleares e sua dificuldade de gestão. Estes resíduos levam muitos anos para perder sua radioatividade. (TENNENBAUM, 2010). Infelizmente, hoje, a fusão nuclear é impraticável. Todavia, isto não significa que amanhã sua viabilidade não seja uma realidade.

Finalizando, segue-se uma imagem da evolução dos reatores nucleares desde sua primeira geração, até um futuro breve.

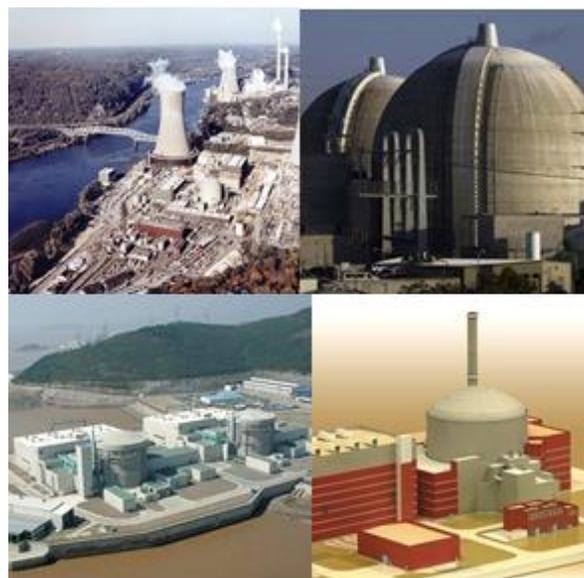


Figura 1 – Exemplos de Modelos de Reatores Nucleares. (Fonte: <http://www.gen-4.org/Technology/evolution.htm>)

## Agradecimentos

Agradecemos ao Professor Rubens Martins Moreira do Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (CDTN) por nos receber e nos incentivar a defender e divulgar a energia nuclear.

Agradecemos ao Professor Alexandre C. Tort, do Instituto de Física da UFRJ, pelas correções, sugestões e paciência, com o nosso excesso de entusiasmo.

Agradecemos a Professora Socorro Lima Costa do Departamento de Ciências Biológicas por abraçar nosso

projeto.

Agradecemos à FAPEMIG e ao CNPq, sem os quais esta pesquisa não poderia ser realizada.

Agradecemos ao Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT) da UFVJM e a Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação da UFVJM pelo apoio logístico e confiança.

## Referências

AMANO, Y. Nuclear technology for a sustainable future. IAEA. Junho 2012. Disponível em: <<http://www.iaea.org>>. Último Acesso: 22 ago 2013.

EVANS-PRITCHARD, A. Safe Nuclear does exist, and China is leading the way with Thorium. The Telegraph. 22 ago 2013. Inglaterra. Disponível em: <[http://www.telegraph.co.uk/finance/comment/ambroseevans\\_pritchard/8393984/Safe-nuclear-does-exist-and-China-is-leading-the-way-with-thorium](http://www.telegraph.co.uk/finance/comment/ambroseevans_pritchard/8393984/Safe-nuclear-does-exist-and-China-is-leading-the-way-with-thorium)>. Último Acesso: 22 ago 2013.

GUERRINI, I. M. Fontes alternativas de energia. CDCC. USP. São Carlos. Disponível em: <[http://fisica.cdcc.sc.usp.br/olimpiadas/01/artigo1/fontes\\_eletrica.html](http://fisica.cdcc.sc.usp.br/olimpiadas/01/artigo1/fontes_eletrica.html)>. Último Acesso: 22 ago 2013.

LARSON, D. Opportunity Nuclear. 16 jun 2013. Disponível em: <<http://energyfromthorium.com/2013/06/16/opportunities-in-nuclear/>> Último Acesso: 22 ago 2013.

TENNENBAUM, J. Nuclear power: engine for world economic recovery and development. Inst. J. Nuclear Governance. Economy and Ecology. Berlim. v. 3. n. 2. 2010.

TOMABECHI, K. Energy resources in the future. Energies. 2010, 3, 686-695. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/journal/energies>>. Último Acesso: 22 ago 2013.