



ETAPAS NA PRODUÇÃO DE COMBUSTÍVEL PARA UMA USINA NUCLEAR

Lucas Ferreira de Souza¹, Luana Thayse Moreira², Arquimedes Luciano³

RESUMO: O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) trouxe, como proposta para a retomada do programa nuclear brasileiro, a construção de Angra 3, projeto iniciado há mais de vinte anos e que sofreu uma grande paralisação, sendo prevista, agora, sua conclusão em 2015 (ASSAD, s/d). O presente projeto explica como esse processo ocorre no Brasil, sendo já responsável pela alimentação das usinas de Angra 1 e Angra 2 (GODOY, s/d). A extração do combustível, o urânio, no minério de urânio é feita em Caetité, na Bahia, onde se necessita de grande planejamento para que não haja grandes impactos ambientais, no qual deve ser abordadas questões como a utilização da água, recuperação de área degradada e geração de poeira (GODOY, s/d). O país usa a tecnologia de ultracentrifugação para enriquecimento do urânio, que chega a fatores de enriquecimento pequenos mais suficientes para torná-lo combustível nuclear (GODOY, s/d.). Por final, na cidade de Resende, Rio de Janeiro, o urânio é convertido em forma sólida e é levado para as usinas nucleares. A tecnologia de ultracentrifugação foi desenvolvida pela marinha brasileira, em sigilo e em paralelo ao programa nuclear brasileiro, por volta de 1982 (OLIVEIRA, 1996). A pesquisa é de cunho bibliográfico, sendo utilizados artigos da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), artigos publicados pela Eletronuclear, entre outros. Como resultado, observou-se que o atual sistema de extração e transporte do urânio no Brasil é precário, apresentando altos riscos de contaminação aos envolvidos no processo.

PALAVRAS-CHAVE: Angra, combustível nuclear, ultracentrifugação, Urânio, usinas nucleares.

1 INTRODUÇÃO

O retomada do plano nuclear brasileiro vem através da construção da usina Angra 3, inserida no PAC (Programa de Aceleração do Crescimento), com a intenção de aumentar o potencial elétrico brasileiro (MELO, s/d).

O combustível utilizado na produção de energia nuclear é o urânio-235, com exceção dos reatores do tipo BWR (*Boiling Water Reactor* – reator de água fervente) (GODOY, s/d), o qual é enriquecido para abastecer as usinas. Estas funcionam como usinas térmicas, isto é, geram calor que é transformado em energia elétrica. Nas usinas térmicas, os combustíveis utilizados são os fósseis como carvão mineral, ocorrendo assim, a emissão de CO₂ em grande quantidade (CARDOSO em all, CNEN, s/d).

¹ Acadêmico de Engenharia Mecatrônica do Centro Universitário de Maringá – CESUMAR, Maringá – Paraná. lucasferdesouza@hotmail.com.

² Acadêmica de Engenharia Mecatrônica do Centro Universitário de Maringá – CESUMAR, Maringá – Paraná. luzinha_thayse@hotmail.com.

³ Orientador Professor Mestre do Curso de Engenharia Mecatrônica do Centro Universitário de Maringá – CESUMAR, Maringá – Paraná. arquimedes.luciano@cesumar.br.

Os três países que produzem mais o urânio são: o Canadá, cuja produção chega a 20,5% da produção mundial, Austrália com 19,4% e, por fim, Cazaquistão com 19,2%. Uma curiosidade é que Cazaquistão não possui sequer uma usina nuclear e, no entanto, é o terceiro da lista dos maiores produtores mundiais de urânio (ELETRONUCLEAR, 2009).

O sistema de enriquecimento utilizado pelo Brasil é ultracentrifugação (GODOY, s/d). Grande parte do combustível que o país necessita para abastecer suas duas usinas nucleares é enriquecido na Inglaterra e na França (g1.globo.com, 2010), porém o governo prevê que em 2014 esse processo de produção do combustível seja totalmente dominado pelo país (g1.globo.com, 2010).

A finalidade do presente trabalho é explicar as etapas na produção do combustível que o Brasil utiliza para abastecer suas usinas nucleares, Angra 1 e 2, e, seus impactos ambientais. A previsão é que este ciclo de produção do combustível aumente por causa da expansão da matriz energética brasileira prevista em 2015 com término da construção de Angra 3, usina nuclear que será concluída nas proximidades de Angra dos Reis, Rio de Janeiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa emprega uma revisão bibliográfica pormenorizada feita a partir de artigos publicados em periódicos indexados, publicados em bases de dados de divulgação de trabalhos acadêmicos como Google acadêmico, Capes e Scielo e de livros da vasta biblioteca do Campus Cesumar. Os termos técnicos devidamente mantidos na língua original, quando não há normalização ou aceite generalizado pela comunidade científica nacional.

Dentre as fontes citadas, a análise de Melo sobre o protesto da ONG Greenpeace colaborou com informações sobre a retomada do programa nuclear brasileiro e o processo de enriquecimento de urânio utilizado no país. O artigo Energia Nuclear e Impacto Ambiental, de Godoy, revelou informações sobre as etapas e procedimentos utilizados na produção de combustível utilizado nas usinas nucleares, sendo de fundamental importância. As estatísticas vinculadas a matriz energética e as comparações de rendimentos de combustíveis e tecnologias foram retiradas das apostilas da Eletronuclear e da comissão nacional de energia nuclear, CNEN.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A vantagem no uso da energia nuclear é a forma de como pouco combustível é suficiente para gerar quantidades consideráveis de energia elétrica. Cerca de 10 quilogramas de urânio produz a mesma quantidade de energia que um barril de óleo de 700 quilogramas ou que 1200 quilogramas de carvão (CARDOSO em all, CNEN, s/d) (figura 3). Por outro lado, este minério, o urânio, é encontrado em quantidades muito pequenas nos minerais, menos de 1% do total (GODOY, s/d). Ele é encontrado em formações rochosas da crosta terrestre e é extraído do minério de urânio (figura 2), que mais tarde é purificado e concentrado na forma de um sal amarelo, mais conhecido como *yellow cake* (Figura 1), que por sua vez, é o combustível que será tratado até chegar o resultado final, na produção de energia gerada em um reator nuclear (Eletronuclear, 2009). Este processo é feito no Brasil, mais precisamente em Caetité, na Bahia.

Grandes volumes de minério teriam de ser transportados por causa do baixo teor de urânio entre os minerais, e, se não houver planejamento e precisão nos gastos, pode tornar inviável o empreendimento (GODOY, s/d). A saída encontrada foi incluir o minério ao processamento, tratando-o com ácido sulfúrico com o objetivo de solubilizar o urânio. Após ele se encontra na forma de íons uranila (UO_2^{+2}) e, por final, ocorre a precipitação

do urânio com di-uranato de amônia $[(\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7]$, conhecido como *yellow cake* já mencionado antes (GODOY, s/d).

Após a extração, o urânio é enriquecido por difusão gasosa, ultracentrifugação, jato centrífugo ou laser. Particularmente, os países que dominam tais tecnologias dificultam o acesso a maiores informações (CARDOSO em all, CNEN, s/d). O Brasil utiliza o método de ultracentrifugação, sendo assim o fator de enriquecimento baixíssimo. Assim foi desenvolvido outro método dentro da própria ultracentrifugação chamado de cascata, no qual se utiliza um conjunto de ultracentrifugas. Seus danos ao ambiente são considerados pequenos (GODOY, s/d).

O produto final da ultracentrifugação é em forma de gás. Para ser utilizado com combustível em uma usina nuclear, o urânio tem que estar em sua forma sólida, chamadas de pastilhas (GODOY, s/d). Uma pastilha de urânio tem aproximadamente um centímetro de comprimento e é capaz de abastecer energia elétrica de uma casa com quatro pessoas por um mês (g1.globo.com).

Como o urânio volta ser sólido, esta etapa é chamada de reconversão (GODOY, s/d), realizada em uma fábrica de combustíveis em Resende e é encaminhado para as usinas nucleares em Angra dos Reis (MELO, 2009).



Figura 1: Produção de *Yellow cake* – INB (retirado de “Panorama da Energia Nuclear – Junho de 2009”, de Eletronuclear, pagina 31).



Figura 2: Minerio de Urânio - INB (retirado de “Panorama da Energia Nuclear – Junho de 2009”, de Eletronuclear, pagina 31).

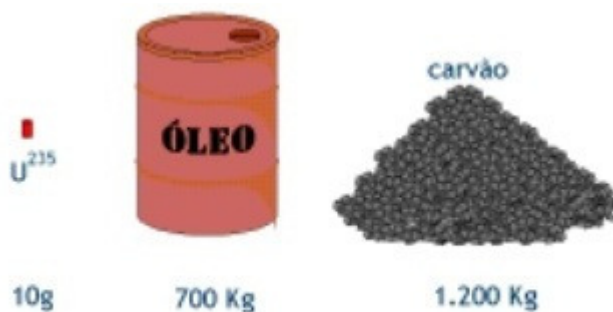


Figura 3: Comparação de combustíveis utilizados para gerar calor em uma usina termica. (retirado de Energia Nuclear. Comissão Nacional de Energia Nuclear, pagina 15, em CARDOSO et all, s/d).

4 CONCLUSÃO

O processo de produção de combustível para uso em usinas nucleares envolve diretamente o meio ambiente e os trabalhadores. É certo que todos ali presentes devem receber treinamento e estar bem preparados para casos de acidentes, já que há fortes riscos, apesar dos sistemas de segurança instalados nas usinas direcionados a impedir acidentes como o de Chernobyl (MELO, s/d.).

Em Caetité, na Bahia, o minério de urânio é inserido no processamento para que sejam diminuídos os gastos com transportes de minerais, uma vez que já foi extraído o urânio do mesmo. Como qualquer atividade de mineração de grande porte, a mineração de urânio pode causar forte impacto ambiental se não for devidamente planejada. Nisto, inclui-se questões como: geração de poeiras, a utilização das águas e a recuperação da área degradada, sendo isto de forte impacto ambiental. Na continuidade do processo, os danos são considerados pequenos.

Com a construção de Angra 3, a demanda por combustível nuclear, urânio, irá aumentar e, conseqüentemente, os impactos ambientais causados hoje, apesar de pequenos, irão seguir o mesmo caminho. Com isso, deve-se estar em busca de novas

idéias e maneiras de enriquecer o urânio, causando menos ainda, impactos ambientais, já que como combustível, o urânio, já é melhor opção do que seus concorrentes, como por exemplo, o carvão, entre outros combustíveis fósseis.

REFERÊNCIAS

ELETRONUCLEAR. Panorama da Energia Nuclear. Eletrobrás Termonuclear S.A. Edição Junho de 2009. Páginas de 1 a 36.

ASSAD, Leonor. Notícias do Brasil. Questão Nuclear. Matriz energética diversificada é opção mais segura para o país. Páginas de 6 a 8. S/d.

MELO, Gabriel Sousa; FAÇANHA, Iury dos Santos. Uso de energia Nuclear: a tragédia de Cherobyl e a retomada do programa nuclear brasileiro. Páginas de 1 a 10. S/d.

CARDOSO, Eliezer de Moura. Colaborados: ALVES, Ismar Pinto; LIMA, José Mendonça de; SILVA, Pedro Paulo de Lima e; BRAZ, Claudio; PESTANA, Sonia. Energia Nuclear. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Páginas de 1 a 19. S/ d.

“Saiba como é o processo de enriquecimento de urânio”. Realizado em 18/05/2010 as 20:48 hrs. Acessado em 01/09/2011 as 19:51 hrs. Por g1.globo.com. Endereço: <http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2010/05/saiba-como-e-o-processo-de-enriquecimento-de-uranio.html>.

GODOY, José Marcus de Oliveira. Energia Nuclear e Impacto Ambiental. S/d.

OLIVEIRA, Odete Maria de. A integração nuclear Brasil-Argentina: uma estratégia compartilhada / Odete Maria de Oliveira. – Florianópolis: Edição da UFSC, 1996. Obra Jurídica.