

URÂNIO NO BRASIL: UMA ANÁLISE SOBRE SUA VIABILIDADE ENERGÉTICA NO CONTEXTO ATUAL

Samara Capitol da Silva¹

Ronisson Paulo Miotto²

Igor Magalhaes Clemente³

Resumo:

Com o crescimento econômico e populacional, há uma maior demanda por energia. Os preços inflacionados, principalmente dos combustíveis fósseis e à emissão de poluentes causada pelos mesmos, mostram que não é recomendado depender apenas de uma fonte de energia. A tendência mundial é a diversificação das matrizes energéticas buscando fontes de energia limpa, como o urânio. Grande parte do U enriquecido para gerar energia no Brasil é importando, ocasionando gastos expansivos, portanto até o Brasil não dominar totalmente o enriquecimento de urânio e extrair a quantidade de minério demandado pelas usinas, outras fontes podem suprir a necessidade do mercado nacional. Essa análise tem como objetivo levantar discussão sobre o enriquecimento do U e as políticas de importação do mesmo, dada as alternativas que podem ser benéficas aos interesses nacionais, apresentando a melhor solução a ser seguida e estimar como será o mercado da energia nuclear no Brasil futuro. O cenário do urânio como fonte de energia em 2018, é positivo, devido uma diminuição na importação do concentrado e maior quantidade de enriquecimento feito no país, porém, ainda não é o cenário ideal, existem alternativas energéticas que podem ser executadas até alcançar a auto sustentação. o país pode gerar sustentavelmente em um sistema integrado hidroelétrico e quanto ao urânio, seria estrategicamente mais racional beneficiá-lo até a etapa de enriquecimento e exportar uma porção. No momento o país não possui uma lavra com extração ativa, por conta da dificuldade de se obter as licenças necessárias, importando o minério de outros países. Apenas 25% do combustível necessário para abastecer Angra 1 é enriquecido no Brasil, os outros 75% são importados, gerando custos elevados. O mais sensato é investir em outras fontes, onde os processos da cadeia produtiva sejam nacionais, como fontes primárias e renováveis, poupando valores gastos no exterior para o desenvolvimento no setor nuclear, através de melhorias e investimentos em equipamentos e novas tecnologias da cadeia produtiva. Para um cenário futuro, as condições podem ser diferentes, dependendo do plano de investimento aplicado no setor da indústria nuclear, que deve alcançar sua independência financeira do Tesouro Nacional, assim como no processo de enriquecimento do U. Caso o Planejamento Estratégico 2017- 2026 ocorra sem percalços, o país pode se tornar auto-suficiente e reconhecido no mercado energético de Urânio.

Palavras-chave: Urânio, Energia, Discussão, Diversificação, Viabilidade.

Modalidade de Participação: Iniciação Científica

URÂNIO NO BRASIL: UMA ANÁLISE SOBRE SUA VIABILIDADE ENERGÉTICA NO CONTEXTO ATUAL

¹ Aluno de graduação. samy.capito@gmail.com. Autor principal

² Discussão dos dados e revisão.. ronimiotto@gmail.com. Apresentador

³ Docente. igorclemente@unipampa.edu.br. Orientador

URÂNIO NO BRASIL: UMA ANÁLISE SOBRE SUA VIABILIDADE ENERGÉTICA NO CONTEXTO ATUAL

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento econômico e populacional, houve uma maior demanda por energia. Os preços inflacionados, principalmente dos combustíveis fósseis, junto alta à emissão de poluentes pelos mesmos, nos mostram que não é recomendado depender apenas de uma fonte de energia. A tendência mundial é a diversificação das matrizes energéticas, buscando fontes alternativas com geração de energia limpa, como o urânio.

O ciclo do U (urânio) inicia quando o minério é extraído em seu estado natural, UO_2 (Dióxido de urânio), a rocha passa por um processo de britagem, em seguida se aplica ácido sulfúrico, que através do processo de lixiviação separa o minério da rocha, o que resulta em licor de urânio qual é purificado, passando por procedimentos de filtração e decantação, que no fim o transforma em concentrado, chamado *yellow cake*, urânio natural em forma de pasta.

Na etapa de conversão transforma o concentrado em UF_6 (Hexafluoreto de urânio), posteriormente passa pelo enriquecimento, qual aumenta sua energia, é feito por diversas cascatas em ultra centrifugas, nestes equipamentos o gás gira em grande velocidade separando os átomos leves dos mais pesados, a concentração passa de 0,70% de urânio natural à 3,75%, isótopo de U^{235} , o enriquecimento permite o átomo de U liberar calor e gerar energia, sua forma de gás UF_6 é convertida em UO_2 na forma de pasta, é filtrada, vai ao forno e quando é retirada se mostra em forma de pó, passa por uma prensa qual gera pastilhas, cilindro com 1 cm de altura e diâmetro (INB, 2016).

Para gerar energia são empilhadas no *zircaloy*, cerca de 335 pastilhas levemente enriquecidas, na qual fazem parte de um conjunto de 236 varetas que formam uma estrutura metálica de 5 m, chamadas de combustíveis para reatores. Quando inserido no reator, se inicia processo de fissão dos átomos de U nas pastilhas, os prótons e nêutrons são ligados pela energia nuclear, quando um nêutron atinge um átomo a ligação entre eles é rompida, nesse processo o núcleo se divide e gera calor, liberando de 2 à 3 nêutrons, que irá criar uma reação em cadeia dividindo outros átomos, uma corrente de água que atravessa o reator capta o calor liberado durante a fissão, ele se modifica para forma de vapor que gira as turbinas da usina, assim gerando energia (INB, 2016).

O Brasil contém um volume expressivo das reservas mundiais de U, 309.000 toneladas do minério qual representa 5,3% da reserva mundial, assim ocupando a 7ª posição no ranking. Suas principais reservas conhecidas e estudadas se encontram nos estados: BA, CE, PR e MG (HEIDER, 2007). Em relação ao enriquecimento feito no país, ainda deixa muito a desejar, não sustenta totalmente a demanda requerida pelas usinas nucleares de Angra 1 e Angra 2. Grande parte do U enriquecido utilizado para gerar energia nas usinas brasileiras ainda é importando, ocasionando gastos expansivos, originando a dúvida, é viável para um país como Brasil, rico em recursos naturais que podem ser convertidos em energia, ter um encargo alto no exterior, que não dará um amplo retorno em energia?

Até que o Brasil não domine totalmente o enriquecimento de urânio e extraia a quantidade de minério demandado pelas usinas, outras fontes de recursos podem suprir a necessidade do mercado energético nacional. Fazendo com que o valor aplicado na importação do minério já enriquecido, seja investido nas indústrias nacionais licenciadas, concebendo avanços na pesquisa e implementação de equipamentos que podem aumentar a capacidade de enriquecimento no país, até alcançar a um ponto de independência na geração de energia nuclear.

A análise tem como objetivo levantar discussão sobre o enriquecimento do U, a política de importação do mesmo pelo Brasil, dada a gama de opções alternativas que podem ser mais benéficas aos interesses nacionais.

2 METODOLOGIA

Para elaboração da análise foram utilizados dados retirados de anuários relacionados à energia, relatórios de gestão, artigos publicados em revistas e o portal da empresa autorizada para trabalhar com materiais radioativos no Brasil.

As informações foram examinadas e discutidas, com base nos dados obtidos, tanto em forma de relatório quanto em tabelas. Ao final foram feitas observações de comportamento, comparativo de geração x custo com o passar dos anos, com o intuito de apresentar qual seria a melhor solução a ser seguida, assim como por meio das referências tomadas, estimar como será o mercado da indústria de energia nuclear no Brasil no futuro.

3 RESULTADOS e DISCUSSÃO

No Brasil apenas a Indústrias Nucleares do Brasil (INB), uma empresa estatal mista vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia, inovações e Comunicações possui o monopólio em nome da União para extração, produção e comercialização de materiais nucleares.

De acordo com INB (2017), a principal dificuldade encontrada pela empresa para o enriquecimento do U é a restrição orçamentaria que vem se alastrando há alguns anos, com o Decreto 9.018 de março de 2017 houve um corte de 44% no limite de empenhos, afetou o planejamento estratégico para o período de 2017-2026, qual a meta era alcançar independência do Tesouro Nacional. O PNB (Programa Nuclear Brasileiro) ainda é bastante limitado, o que influencia na evolução dos projetos e implementações para completar o ciclo do combustível nuclear.

Para alcançar a independência do Tesouro, a INB está executando um plano de redução para seus custos operacionais, renegociando contratos, novos parceiros de negócios no exterior, a mudança já pode ser notada no balanço contábil de 2017, resultando na redução da dependência do Tesouro, de 37% em 2016 e 35% em 2017 com EBITDA (Lucro antes dos efeitos Financeiros, Impostos sobre a Renda, Depreciação e Amortização) de R\$190.619 mil e margem de 24,11%. A principal fonte de recursos financeiros é a venda de Elementos Combustíveis para à Eletronuclear com participação de 95,9% do faturamento total.

A proposta da empresa para o projeto de Lei Orçamentaria Anual 2017, previa um aporte dos recursos do Tesouro por conta de seu déficit de recursos, estava estimado em R\$ 165,3 milhões de reais para ampliação da Unidade de Concentrado de Urânio em Caetité/Ba (R\$ 38,5 milhões), implantação da Usina de Enriquecimento de Urânio e da Fábrica de Ultracentrífugas (R\$ 96,6 milhões) e descomissionamento das Unidades Minerio Industriais de Material Radioativo com recuperação de áreas degradadas (R\$ 8,2 milhões), houveram mais reduções e o investimento alcançado foi de R\$ 127 milhões. A falta do recurso requerido originalmente poderia vir a paralisar projetos cruciais que afetaria o caixa da empresa. O mesmo ocorreu no ano de 2017 inviabilizando as atividades produtivas da empresa e as entregas para as usinas de Angra 1 e Angra 2. Em dezembro de 2017 foram publicados os Decretos Presidenciais 9205 e 9248, qual atendia ao pedido da INB, porém, atrasaram a evolução dos projetos (INB, 2017).

O enriquecimento isotópico do U é a atividade de maior importância no ciclo do combustível e qual seu avanço foi afetado pela falta de fundos da INB, levando a uma importação quase que integral do enriquecido. Só é permitido a execução deste processo por

um pequeno grupo de países para se evitar riscos desnecessários. A capacidade de enriquecimento no país é de 35.000 kg de UTS/ano, correspondendo apenas a 7% da demanda nacional, que é 500.000 kg UTS/ano, esse déficit nos leva a pagar grandes somas em serviços no exterior que poderiam ser feitos inteiramente no Brasil (INB, 2017).

Depois de muitas dificuldades orçamentárias nos derradeiros anos, neste ano, 2018, foi concluída a instalação das ultracentrífugas da sétima cascata, na Fábrica de Combustível Nuclear (FCN), em Resende/RJ, aumentando 25% da capacidade de enriquecimento, totalizando 50% para recarga de Angra 1. Faz parte de um projeto em conjunto com a Marinha do Brasil, a 1ª Fase de implantação da Usina de Enriquecimento Isotópico de Urânio, se resume na instalação de 10 cascatas de ultracentrífugas, que irá sustentar 70% de Angra 1. A 2ª Fase prevê a implantação de 30 cascatas de ultracentrífugas, o que dará capacidade do Brasil atender suas usinas nucleares, atingindo uma escala comercialmente sustentável de produção (INB, 2018).

Outro empasse que a indústria do Urânio vem sofrendo é a dificuldade de se obter licenciamento para mineração na URA em Caetité/Ba. Desde 2009 a produção de U_3O_8 foi encerrada, interrompendo o processo de lavra subterrânea da Mina da Cachoeira, no projeto constava aproximadamente 1.100 m, porém a CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear) só havia autorizado 500 m para construir a rampa de acesso. A demanda nacional por combustível nuclear foi suprida, porém foi necessária a importação de 513,4 t de concentrado de U_3O_8 , pois a lavra a céu aberto na Mina do Engenho ainda está na etapa de desenvolvimento, qual tem retorno previsto para o processo de mineração em 2018 (INB, 2017).

O cenário do urânio como fonte de energia de acordo com os dados citados, está começando a ser positivo, já que haverá uma diminuição na importação do concentrado e uma maior quantidade de enriquecimento feito no país, todavia, ainda não é o cenário ideal, existem algumas alternativas energéticas que podem ser executadas até alcançar a auto sustentação. A tabela 1 mostra a geração de energia por fonte produtora, onde a energia gerada por fonte nuclear representa apenas 2,7% da geração total de energia, seu maior pico foi em 2012, decresceu até 2015 e voltou a subir apenas em 2016.

Tabela 1 Geração elétrica por fonte no Brasil (GWh)

	2012	2013	2014	2015	2016	$\Delta\%$ (2016/2015)	Part. % (2016)	
Total	552.498	570.835	590.542	581.228	578.898	-0,4	100	Total
Hidráulica (i)	415.342	390.992	373.439	359.743	380.911	5,9	65,8	Hydraulics (i)
Gás Natural	46.760	69.003	81.073	79.490	56.485	-28,9	9,8	Natural Gas
Derivados de Petróleo (ii)	16.214	22.090	31.529	25.657	12.103	-52,8	2,1	Petroleum products (ii)
Carvão	8.422	14.801	18.385	18.856	17.001	-9,8	2,9	Coal
Nuclear	16.038	15.450	15.378	14.734	15.864	7,7	2,7	Nuclear
Biomassa (iii)	34.662	39.679	44.987	47.394	49.236	3,9	8,5	Biomass (iii)
Eólica	5.050	6.578	12.210	21.626	33.489	54,9	5,8	Wind
Outras (iv)	10.010	12.241	13.540	13.728	13.809	0,6	2,4	Other (iv)

Fonte: Balanço Energético Nacional 2017; Elaboração: EPE; MME. Notas: i) Inclui autoprodução ii) Derivados de petróleo: óleo diesel e óleo combustível iii) Biomassa: lenha, bagaço de cana e lixo iv) Outras: gás de coqueria, outras secundárias, outras não renováveis, outras renováveis e solar

Na tabela 1 vemos que mais da metade da energia gerada no Brasil vem através de fontes Hidráulicas, representando 65,8% da produção total, outro dado interessante é a

contribuição da energia eólica que vem crescendo desde 2012, e já representa 5,8% da produção total, se apresenta como uma forte fonte alternativa.

Outro fator importante na escolha de uma outra matriz são os custos de produção necessários para a geração de energia por MW/h, podendo ser visualizados na tabela 2, vale ressaltar que a produção anual e o valor do Dólar nessa tabela estão desatualizados, no caso do custo da energia não há problema já que a razão da despesa permanece relativamente a mesma.

O menor custo de produção para geração de energia é a usina hidroelétrica (tabela 2), sendo essa matriz de grande capacidade energética, renovável, mas, sua implementação é custosa e gera modificações ambientais significativas. O bagaço de cana é uma fonte de energia renovável, porém possui pouco rendimento energético. O gás natural pode ser tanto renovável como não-renovável, no caso de implementação através de gás gerado de lixo e dejetos é uma alternativa ecológica e sustentável, mas não suprirá a demanda total, no entanto ainda é menos custosa que a energia nuclear. Por último temos a energia provinda do carvão, é a mais cara, apesar dos avanços tecnológicos ainda é poluente e é usada em casos de maior demanda de energia, quando não suprida.

Tabela 2 Custo da eletricidade e produção anual de usinas brasileiras típicas

PROJETO (Potência)	Custo da energia	Produção anual*	Prazo de construção
Carvão (350 MW)	US\$ 134 / MWh	1.534.000 MWh	~ 4 anos
Nuclear (1.345MW)	US\$ 113 / MWh	10.258.000 MWh	~ 7 anos
Gás natural (500 MW)	US\$ 79 / MWh	1.315.000 MWh	~ 3 anos
Bagaço de cana (12 MW)	US\$ 74/ MWh	63.000 MWh	~ 3 anos
Hidroelétrica (6.450 MW)	US\$ 46 /MWh	28.270.350 MWh	~ 5 anos

* Fatores de capacidade: Hidro = 0,50; Nucleares = 0,87; Gás = 0,80; Carvão = 0,50; Bagaço = 0,60.

Fonte: Energy Policy (2009).

De acordo com os dados, as usinas nucleares atualmente não são economicamente competitivas no país, no entanto o Brasil tem a vantagem de poder gerar toda sua energia elétrica necessária através de fontes primárias renováveis que estão disponíveis, além de relativamente limpas e mais econômicas, em relação a todo processamento, do que a energia nuclear.

Segundo Carvalho (2012), não faz sentido investir em centrais nucleares, para ele são antieconômicas no Brasil, pois o país pode gerar sustentavelmente em um sistema integrado hidroelétrico e quanto ao urânio, seria estrategicamente mais racional beneficiá-lo até a etapa de enriquecimento e exportar uma parte.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme os dados apresentados, nota-se que diversos fatores influenciam no cenário atual, mostrando que não é viável para o Brasil investir no mercado do urânio no momento, portanto temos que levar alguns elementos em consideração: O país não possui uma lavra com extração ativa, por conta da dificuldade de se obter todas as licenças necessárias, levando a importar o minério de outros países. Outro fator importante é seu enriquecimento, apenas 25% do combustível necessário para abastecer Angra 1 é realizado no país, os outros 75% são importados, gerando custos elevados. Neste cenário o mais sensato seria investir em outras

fontes energéticas, qual todos os processos da cadeia produtiva sejam realizados no Brasil, como fontes primárias e renováveis, poupando os valores gastos no exterior para o desenvolvimento no setor nuclear, através de melhorias e investimentos em equipamentos e novas tecnologias da cadeia produtiva.

Para um cenário futuro, as condições podem ser diferentes, isso irá depender do plano de investimento aplicado no setor da indústria nuclear, a qual deve alcançar sua independência financeira do Tesouro Nacional, assim como no processo de enriquecimento do U. A nova mina para extração de U está prevista para entrar em atividades em 2018, o que é positivo para o setor, assim como o anúncio da sétima cascata de ultracentrífugas, aumentando para 50% a capacidade de enriquecimento de Angra I. Se houver êxito na implantação das 30 cascatas de ultracentrífugas, junto com Planejamento Estratégico 2017-2026, o país pode se tornar autossuficiente e reconhecido no mercado energético. Visto que não possui mais grandes quedas de água com alto gradiente hidráulico, para qual implantar novas usinas hidroelétricas que sejam viáveis além de o aumento do uso termoeletricas movidas a carvão, serem mais custosas e poluentes.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, J.F. O espaço da energia nuclear no Brasil. **Revista Estudos Avançados**, IEA-USP, São Paulo, v.26, n.74, p. 296-296, 303, mai.2012.

CARVALHO, J.F.; SAUER, I.L. does Brazil need new nuclear power plants? **Energy Policy**, São Paulo, v.37, p.1580-1584, abril.2009.

EPE- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA; BRASIL. MME-MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica**: Ano base 2016, Brasília, p. 36-61, 2017.

HEIDER, M. **Urânio: Estatísticas e Econômica Mineral**, DNPM, Brasília, p. 71-77, 2007. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/outras-publicacoes-1/2-3-uranio>>. Acesso em: 10/09/18.

INB- INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL S.A **Brasil aumenta em 25% a produção de urânio enriquecido**, 2018. Disponível em: <<http://www.inb.gov.br/Detalhe/Conteudo/brasil-aumenta-em-25-a-producao-de-uranio-enriquecido/Origem/395>>. Acesso em :05/09/18.

INB- INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL S.A **Ciclo do Urânio**, 2016. Disponível em: <<http://www.inb.gov.br/Media-Center/Detalhe/Conteudo/ciclo-do-uranio-inb/Origem/306>>. Acesso em: 03/09/18.

INB- INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL S.A; BRASIL. MCTIC- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÃO E COMUNICAÇÕES. Relatório de Gestão de Exercício 2017, **Anais...** Rio de Janeiro, p. 14-16, 2017.

INB- INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL S.A **Nossas Reservas**, 2017 Disponível em: <<http://www.inb.gov.br/Nossas-Atividades/Ur%C3%A2nio/Reservas>>. Acesso em: 01/09/18.