

PERSPECTIVAS E CONCEPÇÕES DA MATRIZ ENERGÉTICA NUCLEAR: ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Kauane Andressa Flach*, Aline de Matos Soares, Kauan Andrei Flach, Camile Luana Flach

* Universidade Federal de Santa Maria- kaauane_flaach@hotmail.com

RESUMO

O presente trabalho apresenta, por meio de uma revisão da literatura, uma investigação das premissas da energia termonuclear perante o cenário nacional e mundial, apontando quais os benefícios e malefícios de introduzir esse tipo de energia na matriz global ao que dita os impactos socioambientais provenientes dessas usinas. Tais análises permitiram perceber que a matriz nuclear possui aspectos positivos e negativos, no entanto, a mesma está em constantes processos de evolução com o objetivo de aperfeiçoar os projetos das usinas. Ainda assim, apesar de ser uma fonte que não emite, diretamente, gases de efeito estufa e produz baixa quantidade de resíduos por kWh gerado, não é ainda a tecnologia mais utilizada para geração de energia elétrica, devido a paradigmas de tecnologia e disposição correta de resíduos que precisam ser aprimoradas para que efetivamente essa fonte de energia consiga se estabelecer com ímpeto na matriz global.

PALAVRAS-CHAVE: Energia termonuclear, resíduos nucleares, energia limpa, matriz energética.

INTRODUÇÃO

Em um Mundo imputado pelo capitalismo, onde diariamente há uma crescente demanda por novos produtos, existe a necessidade de matéria prima para suprir essas diligências. Existem vários meios de se aproveitar a energia, cada qual com seus impactos positivos e negativos, entretanto atualmente a geração de energia elétrica em sua larga escala é responsável pela emissão de grande parte dos gases do efeito estufa que são lançados diariamente na atmosfera. A prospecção para esta alta demanda de energia se deve ao fato do crescimento populacional, que causou nas últimas décadas um holocausto ao que dita o consumo de energia.

O crescimento da humanidade nos últimos dois milênios conheceu de fato um aumento espetacular. Levaram 50 mil anos para que a população chegasse a 1 bilhão, um pouco mais de um século para chegar em 2 bilhões, 33 anos para chegar em 3 bilhões, catorze anos para chegar em 4 bilhões, treze anos para chegar a 5 bilhões, doze anos para chegar em 6 bilhões. Hoje somos 6,6 bilhões de pessoas e 9 bilhões estão projetadas para 2050 (VEIGA, 2011).

Um país como o Brasil, onde a matriz energética tem mais da metade da demanda suprida pelas hidrelétricas, vê-se ainda a geração sustentável de energia, porém, diversos países vêm buscando fontes alternativas para aumentarem ainda mais sua potência produzida devida a crescente demanda energética global, bem como, por isso lhes oferecer um status de poder político.

O Brasil vem evoluindo ante sua matriz energética (Tabela 1), pautando um perfil renovável que nos proporcione energia limpa e barata, além de ser uma fonte de energia inesgotável.

Tabela 1. Matriz elétrica brasileira. Fonte: BEN, 2018

Tipo de energia	Porcentagem (%)
Solar e eólica	6,9
Hidráulica	65,2
Gás Natural	10,5
Biomassa	8,2
Carvão	4,1
Nuclear	2,6
Petróleo e Derivados	2,5

Sears e Zemansky (1996) afirmam que, o interesse do homem na aquisição de formas de energia e sua transformação, desde que a primeira máquina que converteu energia térmica em energia mecânica foi inventada por James Watt continuam a introduzir desenvolvimento industrial e poder aos países que o detêm.

Nesse sentido, feita uma verificação no panorama mundial, percebe-se uma crescente aceitabilidade de uma fonte que não é renovável, mas que possui vantagens ambientais mais positivas ao comparar com energias fósseis – a matriz termonuclear-. Atualmente ela representa 17% da matriz elétrica mundial, tendo como premissa positiva não emitir diretamente gases causadores do efeito estufa, logo, durante o processo de transformação de energia térmica em elétrica, o CO₂ não é diretamente gerado na usina nuclear.

Para se ter uma ideia da massa e volume envolvidos nos rejeitos de uma usina nuclear e de uma termoeletrica convencional, tem-se que : a operação de uma usina nuclear de 1,3 GW durante um ano se faz com a reposição de 54 t de combustível (urânio enriquecido) que é um terço de sua carga total , e o volume dessa terça parte é cerca de 50m³. A geração de igual quantidade de eletricidade (cerca de 9 TWh) produziria cerca de dois e três milhões de toneladas- ano de CO₂ (usina de GV ou carvão) , despejando um volume aproximado de 1 a 1,5 bilhões de metros cúbicos na atmosfera. Ou seja, existe uma relação de cerca de cinquenta mil entre as massas de rejeitos de uma usina térmica e uma nuclear. (ALVIN *et al*, 2007).

Apesar do exposto, é importante destacar dois fatos históricos que marcaram prejudicialmente o Mundo ao que concerne energia nuclear: Chernobyl e Fukushima, palco de dois grandes acidentes nucleares. Em 1986 o acidente na usina de Chernobyl (Ucrânia) provocado por falha humana “alcançou grau máximo de gravidade em acidente nuclear” (MONTALVÃO, 2011). Já em 2011, o terremoto com magnitude de 9,0 graus na escala Richter, a 160 quilômetros da costa japonesa provocou um maremoto de mais de 14 metros de altura que atingiu a usina de Fukushima. Segundo Montalvão (2011) o maremoto encobriu e inundou as instalações nucleares provocando deslizamento do sistema de resfriamento do núcleo- houve vazamento de água radioativa para o mar e liberação de gás radioativo na atmosfera-. O autor ainda enfatiza que a usina de Fukushima não havia sido dimensionada para suportar desastres naturais dessa intensidade.

Nesse contexto, é importante esclarecer que o presente trabalho tem como escopo de investigação as premissas da energia termonuclear perante o cenário nacional e mundial, apontando quais os benefícios e malefícios de introduzir esse tipo de energia na matriz global ao que dita os impactos socioambientais provenientes dessas usinas.

OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo apresentar, por meio de uma revisão da literatura, as perspectivas e concepções da matriz energética nuclear frente às demais matrizes energéticas existentes e aos riscos e desafios socioambientais incumbidas a essa forma de produção de energia.

METODOLOGIA

O trabalho é de caráter descritivo, que fora elaborado através de revisão da literatura, com base em consultas feitas em livros e artigos científicos publicados em base de dados como: Scielo, Capes, Elsevier, Google Acadêmico, Plataformas do Senado, Eletronuclear entre outros.

RESULTADOS

A energia nuclear é definida como aquela gerada pela fissão controlada de um elemento natural, ou seja, energia térmica e radioativa eliminada no momento de divisão do núcleo de um átomo do elemento natural utilizado (urânio ou outro radioativo) (GORE, 2010).

De acordo com dados fornecidos pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE, o consumo global de energia deverá crescer 56% no período de 2010 a 2040, em parte devido ao aumento gradual da população. Apesar de ainda existir controvérsia, a produção energética nuclear está entre o tipo de energia que Estados-Membros da ONU consideraram incluir em seu mix de geração de eletricidade. Isto se deve à confiabilidade de produção energética com zero emissão de carbono, bem como uma verossímil eficiência energética, eis que em sua cadeia de produção, índices de aproveitamento dos reatores nucleares beiram 90% de capacidade de geração.

Além disso, as usinas nucleares se diferenciam das outras renováveis, uma vez que podem trabalhar 24 horas por dia durante longos períodos de tempo sem a necessidade de carregar combustível. No Brasil, por exemplo, as usinas trabalham em média 11 meses por ano e param somente um mês para a recarga de combustível. Essa característica faz com que a energia produzida em uma usina nuclear seja uma das mais baratas dentre todas as matrizes, como também a que mais produz energia por quilo de combustível queimado. “Em termos de pegada, uma usina nuclear de mil megawatts precisa de menos de um quilômetro quadrado. Se gerados por eólica, esses mil megawatts exigiriam 600 vezes mais área. Por solar, 150 vezes mais” (VEIGA, 2011).

Tão ou mais significativa é a diferença de volume entre o lixo atômico e o lixo do carvão. O primeiro caberia em uma latinha de refrigerante, se a referência fosse todo o consumo de eletricidade do tempo de vida de um indivíduo que só usasse nuclear. Comparativamente, o carvão atingiria 69 toneladas de lixo sólido, mais 77 toneladas de emissões de dióxido de carbono. Sem contar as cinzas e os gases, grandes fontes de radioatividade, cheias de metais pesados, como chumbo, arsênio e mercúrio, o mais tóxico. Estima-se que, a cada ano, a poluição por carvão causa 30 mil mortes nos Estados Unidos e 350 mil na China (VEIGA, 2011).

Todavia, os impactos ambientais e sociais provenientes desta fonte energética não podem deixar de serem discutidos pela sociedade científica. “As principais preocupações da população com relação à energia nuclear dizem respeito ao risco de acidentes por falhas na usina, bem como aos atos terroristas que não podem ser descartados em hipótese nenhuma” ALVIM *et al* (2011). Esse anseio das pessoas pode ser claramente compreendido devido às repercussões que os acidentes de Chernobyl e Fukushima ocasionaram.

Uma coisa é reconhecer a natureza existencial do risco sísmico, climático ou epidemiológico; outra é adicionar uma ameaça adicional, por exemplo, nuclear, ecológica ou terrorista. Ao admitir um novo registro negativo, aumenta-se a sensação de desconforto e incerteza, estende-se o significado e insatisfação que por vezes pode levar a desenvolver uma observação pragmática fatalista flutuante. (YOANN, M. MATHIAS, C. KYOKO, M. 2018).

Segundo Veiga (ANO), ao longo do século XX foram instaurando-se movimentos contra a energia nuclear como ponto principal, articular o desarmamento passando rapidamente a atacar a geração de energia nuclear e a mineração de urânio. O autor ainda enfatiza que ao decorrer dos anos, devido às controvérsias e debates envolvendo esse tema muitos líderes do movimento antinuclear, mudaram de posicionamento. Exemplo disso foi Patrick Moore, ecólogo canadense de 63 anos, participante do Greenpeace, cientista-chefe de uma empresa de consultoria chamada Greenspirit Strategies, sediada em Vancouver, favorável a construção de novas usinas no Mundo.

Além disso, Santos (2011) enfatiza que existe uma grande importância na comercialização do urânio no mercado mundial, entretanto os processos de mineração e beneficiamento deste elemento têm causado enormes danos ao meio ambiente devido à liberação do urânio contido nas rochas e solos, bem como da eliminação imprópria dos rejeitos e materiais radioativos.

Os resíduos nucleares “podem ser agrupados em três tipos de conteúdo radioativo: alto, médio e baixo, e contêm radiações alfa, beta e gama que podem ser perigosas se emitidas por precipitação radioativa sendo inalada, ingerida ou exposta de alguma forma” (DATTA Dr, 2009). A classe mais preocupante são os resíduos de alta radioatividade, sendo eles produzidos no núcleo do reator.

Segundo informações da revista Bloomberg (2019), o país que mais gera resíduos radioativos é a França, pois possui 72% de sua eletricidade proveniente da energia nuclear- a maior do Mundo-, gerando em torno de 2 quilos de resíduo radioativo por pessoa a cada ano. Ainda segundo a coluna, “embora apenas uma fração disso seja altamente tóxica, mais de 60 anos depois de entrar na energia nuclear, o país ainda não tem uma maneira definitiva de lidar com isso”.

Atualmente os resíduos radioativos são armazenados em piscinas, que fazem a contenção dos mesmos, o que decorre disso, é que as piscinas possuem espaço limitado e quando enxerem, os resíduos voltam a ser novamente um problema. Além disso, outras formas prévias de armazenamento são realizadas no Mundo, como é o caso dos Estados Unidos que devido à situação alarmante de disposição dos resíduos nucleares a céu aberto em 1982 criou a Política Nuclear,

segundo Henri, L. Stéphan, V. Marc, C (2001) que embasou a decisão de dispor os resíduos no subsolo, sendo a Montanha Yucca escolhida para abrigar 70.000 toneladas de lixo nuclear.

Um dos maiores problemas da energia é a geração de resíduos tóxicos e como descartá-los, então dentre algumas outras a Atlas Energia Elétrica do Brasil cita um projeto inédito da Eletronuclear, que seria um armazenamento em capsulas de aço que garante a segurança desses dejetos por cerca de 500 anos. Que rendeu a mesma a licença ambiental para retomada da obra de Angra III. (OLIVEIRA et al, 2016).

Além do projeto da Eletronuclear, Mourou (2018) - um dos três vencedores do Prêmio Nobel de Física de 2018- afirma que a vida útil dos resíduos radioativos poderia ser reduzida a milhares de anos. A ideia é transmutar este resíduo nuclear em novas formas de átomos que não têm o problema da radioatividade. Segundo Mourou, “O que você tem que fazer é mudar a composição do núcleo”.

Portanto, Anache e Santos (2018) destacam que assim como as demais fontes de energia, a nuclear possui pontos positivos e pontos negativos que devem ser levados em consideração. A tecnologia energética nuclear está em constante processo de evolução, sempre com o objetivo de aperfeiçoar os projetos de usinas, visando torná-las mais seguras, reduzir o custo, burocracias e o tempo de construção.

Além dos pontos já enfatizados anteriormente, apesar de ser uma fonte não renovável, a energia nuclear tem como ponto positivo a alta concentração de energia produzida, o que significa dizer que pequenas quantidades do combustível nuclear são capazes de gerar muita energia. Por exemplo, com um quilo de urânio se obtém 60kWh de energia (o mesmo que 3.000 toneladas de carvão). Ademais, possui um baixo impacto ambiental em sua instalação e no decorrer de sua produção, proporcionando competitividade econômica e baixo custo de produção em longo prazo. Outrossim, independe da sazonalidade climática e possui alta tecnologia aplicada.

Ao que dita os critérios de segurança, possui redução dos riscos de acidentes com proteção física reforçada contra ataques terroristas e tecnologia que não permita o desenvolvimento de armas atômicas e Regulação Internacional de Energia Nuclear em progresso jurídico no âmbito internacional e maior eficiência na produção de energia. Além de que, em se tratar dos preços associados ao urânio, os mesmos são estáveis em comparação com os combustíveis fósseis além de possuir um uso mais eficiente do combustível e geração reduzida de rejeitos nucleares Resistência à proliferação e segurança física,

Já o que concerne aos pontos negativos, tem-se a desinformação popular a respeito dos impactos positivos supracitados, que acaba por prejudicar o desenvolvimento nuclear, podendo acarretar uma série de prejuízos econômicos e ambientais à sustentabilidade energética nuclear. O que concerne os acidentes nucleares, o mesmo pouco acontece, mas não impossível, e nesse caso, o local que for vítima de acidente fica indisponível por longos anos. Assim como, os impactos ambientais no ciclo de minério do urânio, uma vez que o enriquecimento de urânio (^{235}U) não é um processo limpo (seus subprodutos e/ou rejeitos são materiais radioativos), cuja produção pode causar grandes deslocamentos de terra e o risco de poluição das águas. Juntamente aos itens já mencionados, há uma redução da quantidade de oxigênio presente na água utilizada para resfriar o circuito da usina, podendo favorecer a morte da vida marinha próxima ao local.

CONCLUSÕES

Ao encaminhar o trabalho para suas considerações finais convém destacar, a partir das análises realizadas, a importância da ciência para tomada de decisões e gerenciamento de políticas públicas. Além disso, visualiza-se um presente cheio de incertezas ao que concerne o correto descarte dos resíduos nucleares, sendo que os mesmos mal manejados podem causar uma problemática generalizada como foram os casos de Fukushima e Chernobyl. O que vemos são tecnologias sendo aprimoradas para que em um futuro possamos gerenciar de maneira mais correta esses resíduos que atualmente causam muitos transtornos e premissas negativas.

A energia nuclear, apesar de ser uma fonte que não emite, diretamente, gases de efeito estufa e, produz baixa quantidade de resíduos por kWh gerado, não é ainda a tecnologia mais utilizada para geração de energia elétrica. Muitas discussões ainda serão incitadas até que se chegue a um consenso sobre a utilização da energia nuclear.

É importante mencionar que os acidentes ocorridos na operação de usinas nucleares, motivaram as empresas do setor a aperfeiçoar e melhorar ainda mais os níveis de segurança das usinas em operação e nos projetos de novas usinas. Acidentes nucleares são fenômenos raros e a ocorrência de um acidente resulta na redução da probabilidade de novas ocorrências no futuro. Por ser um meio de produção que exige elevada técnica e perfeição em seu funcionamento para que seus altos riscos radiológicos sejam minimizados, o desenvolvimento da indústria nuclear exige cuidado por parte não apenas do país em que dela se utiliza, como também de todos os atores nela envolvidos.

Questões de ordem tecnológica, jurídica, institucional e econômica, devem ser desmistificadas e apresentadas à sociedade, mas depende de uma estratégia, um direcionamento por parte dos tomadores de decisão responsáveis pela política energética de longo prazo. A falta de informação sobre benefícios energéticos nucleares leva a população a tratar a energia nuclear com maior apreensão do que a dispensada a outras fontes de energia. Existem de fato riscos relacionados à energia nuclear, assim como existem riscos associados a todo tipo de fonte geradora de energia. Os desafios de melhorar os processos tecnológicos propondo um destino correto, viável e sustentável aos resíduos gerados no processo, como também, disseminar a informação de forma acessível, serão dos futuros gestores, engenheiros, cientistas e professores do mundo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVIM, C. F., EIDIMAN F., MAFRA, O. e FERREIRA, O. C., 2011. Energia nuclear em um cenário de trinta anos- SCIELO. *Estud. Av.* vol.21 n.59. São Paulo Jan./Apr.2007. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142007000100016>>.
2. Balanço energético Nacional (BEN), 2018. Disponível em: <<http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2018>>.
3. Gore, A. Nossa escolha: um plano para solucionar a crise climática. “Our choice: a plan to solve the climate crisis”. Barueri, SP: Manole, 2010.
4. Datta Dr, (2009). Risks characterisation in nuclear waste management - avoiding catastrophe, *Management & Avenir*, 2009/7 (n° 27), p. 198-207. DOI : 10.3917/mav.027.0198. Disponível em :<<https://www.cairn.info/revue-management-et-avenir-2009-7-page-198.htm>>.
5. Du Castel Viviane, « Les problématiques énergétiques, enjeu de déstabilisation ? L'exemple du nucléaire », *Revue internationale d'intelligence économique*, 2010/2 (Vol 2), p. 263-275. Disponível em: <<https://www.cairn.info/revue-internationale-d-intelligence-economique-2010-2-page-263.htm>>.
6. Montalvão, E. (2011). Energia Nuclear: Risco ou Oportunidade. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/homeestudoslegislativos#/nepsf1.html>>.
7. Moreau Yoann, Crémadez Mathias, Maruyama Kyoko, « Être en reste face aux résidus nucléaires », *Techniques & Culture*, 2016/1 (n° 65-66), p. 92-109. Disponível em: <<https://www.cairn.info/revue-techniques-et-culture-2016-1-page-92.htm>>.
8. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD). *Environmental Outlook 2010 to 2040*. Março de 2010.
9. Santos, S, J. 2011 <<http://www.repositorio.ufba.br:8080/ri/bitstream/ri/9809/1/Tese%20-%20Juracir%20Silva%20Santos.pdf>>.
10. Sears, FW, Zemansky, MW, *Física*. Estados Unidos. Aguilar SA de Ediciones. 1966. Disponível em:<<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=libroan.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=003029>>.
11. VEIGA, E,J. *Energia Nuclear: Do Anátoma ao diálogo* (2011). Editora Senac, 2018.
12. Yoann, M. Mathias,C. Kyoko, M.(2018). *Sendo deixado para trás resíduos nucleares, Técnicas e Cultura*. Disponível em: <<http://journals.openedition.org/tc/7816>; DOI: 10.4000 / tc.7816>.