



ENERGIA NUCLEAR: PROBLEMA OU SOLUÇÃO PARA O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO?

NUCLEAR ENERGY: PROBLEM OR SOLUTION FOR THE BRAZILIAN ELECTRICITY SECTOR?

ENERGÍA NUCLEAR: ¿PROBLEMA O SOLUCIÓN PARA EL SECTOR ELÉCTRICO BRASILEÑO?



10.56238/bocav25n77-007

Gustavo Henrique Ferrari Martins

Bacharel em Ciências Econômicas

Instituição: Centro Universitário de Bauru (ITE)

E-mail: gushfmartins@gmail.com

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/9543844538124523>

Gilberto Vieira

Professor Doutor, no curso de Ciências Econômicas

Instituição: Centro Universitário de Bauru (ITE)

E-mail: gilberto@ite.edu.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4996717293802612>

RESUMO

O presente artigo explora a energia nuclear no contexto do sistema elétrico brasileiro, iniciando com um panorama global que ressalta a importância dessa fonte energética na matriz elétrica mundial, sublinhando seu papel crucial na diversificação das fontes de energia e na mitigação das emissões de carbono. O estudo também examina essa visão global e a situação específica do Brasil, onde a contribuição da energia nuclear ainda é modesta. Ademais, constatam-se as qualidades inerentes a essa fonte, como sua densidade energética e a capacidade de fornecer uma energia contínua e confiável. Além disso, são analisados os benefícios associados, incluindo a redução da dependência de combustíveis fósseis e a diminuição das emissões de gases de efeito estufa. Contudo, também são abordados os riscos envolvidos, como a gestão de resíduos radioativos e o potencial para acidentes nucleares. Assim, observa-se uma ponderação acerca das qualidades e eventuais riscos dessa alternativa, possibilitando a implementação de estratégias para assegurar a segurança energética no sistema elétrico brasileiro.

Palavras-chave: Energia Nuclear. Sistema Elétrico. Diversificação Energética. Emissões de Carbono.

ABSTRACT

The present article explores nuclear energy in the context of the Brazilian electrical system, beginning with a global overview that highlights the importance of this energy source in the global energy matrix, emphasizing its crucial role in diversifying energy sources and mitigating carbon emissions. The study also examines this global perspective and the specific situation in Brazil, where the contribution of nuclear energy remains modest. Furthermore, the inherent qualities of this source are noted, such as its

energy density and its capacity to provide a continuous and reliable energy supply. Additionally, the associated benefits are analyzed, including the reduction of dependence on fossil fuels and the decrease in greenhouse gas emissions. However, the risks involved are also addressed, such as the management of radioactive waste and the potential for nuclear accidents. Thus, there is a balance observed between the qualities and potential risks of this alternative, enabling the implementation of strategies to ensure energy security within the Brazilian electrical system.

Keywords: Nuclear Energy. Electrical System. Energy Diversification. Carbon Emissions.

RESUMEN

El presente artículo explora la energía nuclear en el contexto del sistema eléctrico brasileño, iniciando con un panorama global que destaca la importancia de esta fuente energética en la matriz eléctrica mundial, subrayando su papel crucial en la diversificación de las fuentes de energía y en la mitigación de las emisiones de carbono. El estudio también examina esta visión global y la situación específica de Brasil, donde la contribución de la energía nuclear aún es modesta. Además, se constatan las cualidades inherentes a esta fuente, como su densidad energética y la capacidad de proporcionar una energía continua y confiable. Asimismo, se analizan los beneficios asociados, incluyendo la reducción de la dependencia de combustibles fósiles y la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero. No obstante, también se abordan los riesgos involucrados, como la gestión de residuos radiactivos y el potencial de accidentes nucleares. De este modo, se observa una ponderación acerca de las cualidades y los eventuales riesgos de esta alternativa, posibilitando la implementación de estrategias para garantizar la seguridad energética en el sistema eléctrico brasileño.

Palabras clave: Energía Nuclear. Sistema Eléctrico. Diversificación Energética. Emisiones de Carbono.

1 INTRODUÇÃO

A história da energia nuclear, conforme Passos *et al.* (2011) está intrinsecamente atrelada ao desenvolvimento da humanidade, pois os filósofos da Grécia Antiga foram pioneiros a formular a ideia de que a matéria é constituída de átomos. Não somente, nomes relevantes como Marie e Pierre Curie e protagonizando avanços que viabilizaram o entendimento e aplicação dessa fonte energética. Todavia, somente na década de 1930, os cientistas observaram o potencial da fissão nuclear, abriram caminho para inúmeras transformações e avanços. Não obstante, o Projeto Manhattan corroborou significativamente, uma vez que objetivava a obtenção da bomba nuclear e, devido a isso, foram realizados investimentos intensivos para atingir tal objetivo. Essa organização contava com grandes nomes da ciência, como Enrico Fermi e Niels Bohr, sendo liderada por Robert Oppenheimer, popularmente conhecido como o “pai da bomba atômica”.

A energia nuclear de acordo com Eletronuclear (2024), consiste em uma forma de energia derivada do núcleo atômico, sendo caracterizada pela liberação uma quantidade significativa de energia durante os processos nucleares e apresenta a fissão nuclear e a fusão nuclear como seus principais fenômenos. A fissão nuclear baseia-se na divisão do núcleo de um átomo em fragmentos menores liberando energia. Já a fusão nuclear fundamenta-se na combinação de dois núcleos e, conseqüentemente, na liberação de energia.

Para a geração de energia nuclear, de acordo com o portal Energia Nuclear (2024), são utilizadas matérias-primas específicas, destacando-se o isótopo radioativo urânio-235. O urânio-235 é crucial nos processos de fissão nuclear em reatores nucleares, já que apresenta alta suscetibilidade à fissão e, portanto, resulta na liberação de energia. Também, para assegurar um procedimento eficiente, é necessário enriquecer o urânio para elevar o índice de concentração do isótopo urânio-235, já que, em condições naturais, apenas uma pequena parcela deste elemento é composta por esse isótopo.

Hodiernamente, isto é, hoje em dia, usar constata-se um renascimento desta fonte energética como alternativa em âmbito mundial, uma vez que o aquecimento global pressiona o uso de combustíveis fósseis e, por tais razões, a fonte nuclear mostra-se, como elucidada Gomes (2017), uma opção interessante. Sem dúvida, essa fonte desempenha um papel estratégico no panorama global, propiciando uma vertente energética que pode suprir a demanda mundial de maneira eficiente e sustentável. Conjuntamente, a diversificação das fontes de energia é crucial para reduzir a dependência de combustíveis fósseis e contribuir com a segurança energética. Do mesmo modo, proporciona um aumento na segurança energética ao diminuir a vulnerabilidade do país diante da flutuação nos preços dos combustíveis e de interrupções no fornecimento. Logo, a produção segura é essencial para a autonomia energética, impactando positivamente a economia e, para isso, é imperativo atingir padrões rigorosos de gestão de resíduos e segurança.

2 PANORAMA GLOBAL

Esta vertente desempenha um papel fundamental no panorama global de energia, sendo uma fonte imprescindível para inúmeros países. Atualmente, o mundo apresenta uma matriz elétrica diversificada e, segundo a EPE (2023), é composta majoritariamente pelo carvão mineral e o gás natural. Portanto, observa-se no Gráfico 1 a participação substancial de combustíveis fósseis e a complementaridade das fontes renováveis como solar, eólica, hidrelétrica e a significativa contribuição da fonte nuclear.

Outrossim, conforme mencionado anteriormente, a energia nuclear apresenta caráter indispensável para alguns países, fazendo com que esses sejam significativamente dependentes dessa fonte. Por esta forma, é viável observar a conjuntura energética da França, onde esta fonte representa 70% da capacidade de geração como apresenta Bhutada (2022). Além disso, tal fonte energética representou 2.553 TWh da produção energética global, sendo capitaneada pelos Estados Unidos da América (30,9%), China (13,5%) e França (13,3%).

Gráfico 1 – Matriz Elétrica Mundial



Fonte: Autoria própria.

Não somente, mostra-se uma alternativa praticável para a redução de combustíveis fósseis agressivos ao meio ambiente e, aliado a isso, determinados países possuem maior alocação na energia nuclear devido a questões como a alta eficiência energética e aspectos geográficos. Assim, reitera-se a

relevância desta alternativa de abastecimento, já que nações como a França, Eslováquia e Ucrânia apresentam, respectivamente, 70,6%, 53,1%, 51,2% de sua matriz energética nessa fonte. Todavia, ainda citado por Bhutada (2022), existem 448 reatores nucleares em operação no mundo, sendo 96 nos EUA, 58 na França e 50 na China. Mais ainda, a perspectiva é de expansão, uma vez que a China planeja investir 440 bilhões de dólares para construir 150 novos reatores até 2035.

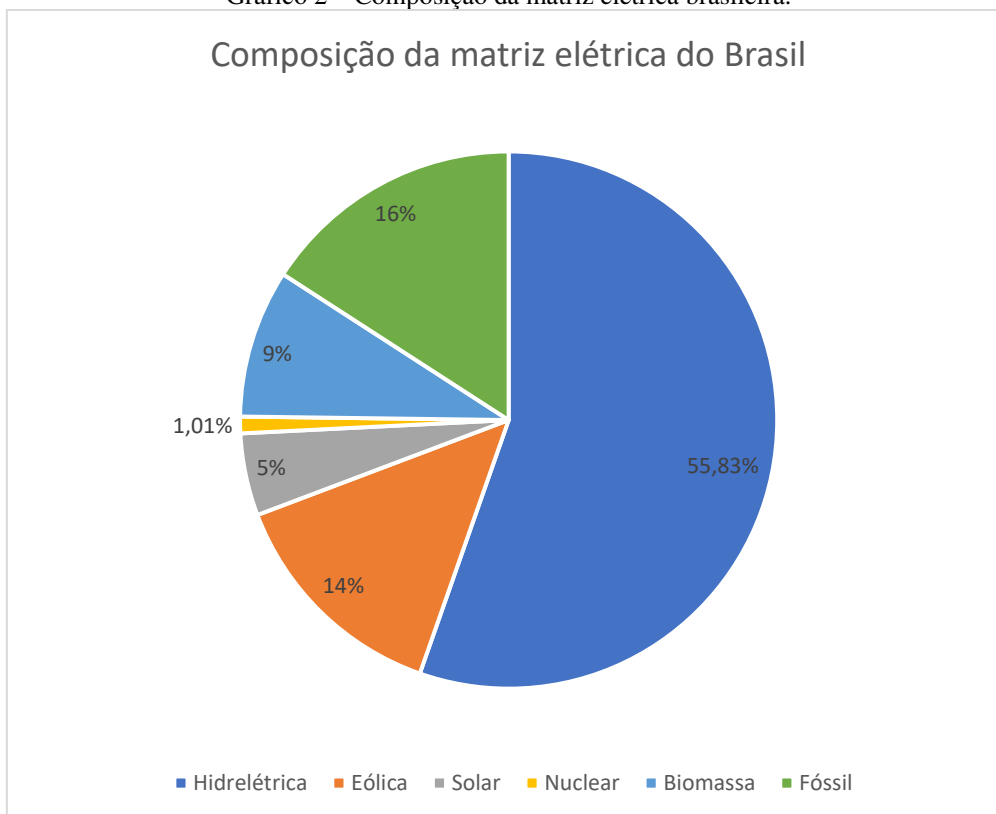
3 A ENERGIA NUCLEAR NO BRASIL

Historicamente, a matriz elétrica brasileira é diversificada e consideravelmente limpa, com uma tendência de se tornar cada vez mais renovável, fazendo com que a energia eólica e solar ganhe maior participação. Em acréscimo, Montalvão (2012), o perfil renovável garante modicidade tarifária e segurança energética, tendo em vista que essas fontes são inexauríveis. Com isso, o Brasil possui o maior sistema elétrico da América Latina e, conseqüentemente, figura entre os dez maiores produtores de eletricidade do planeta.

Atualmente, a matriz é constituída por variadas fontes de energia, como a hidrelétrica, eólica, térmica, nuclear, fotovoltaica e biomassa, conforme ilustrado no Gráfico 2. Além desse fator, consoante com Guimarães (2016), observa-se que a energia nuclear é parte fundamental da resolução da transição energética hidrotérmica nacional. Mais ainda, é possível analisar a ligação fundamental entre disponibilidade e consumo energético com o grau de desenvolvimento econômico do país, uma vez que tais fatores são diretamente proporcionais. Logo, diante da demanda energética crescente, faz-se necessário elevações na geração nacional para suprir tal problemática e, devido a isso, a energia nuclear mostra-se viável em face de sua previsibilidade geracional.

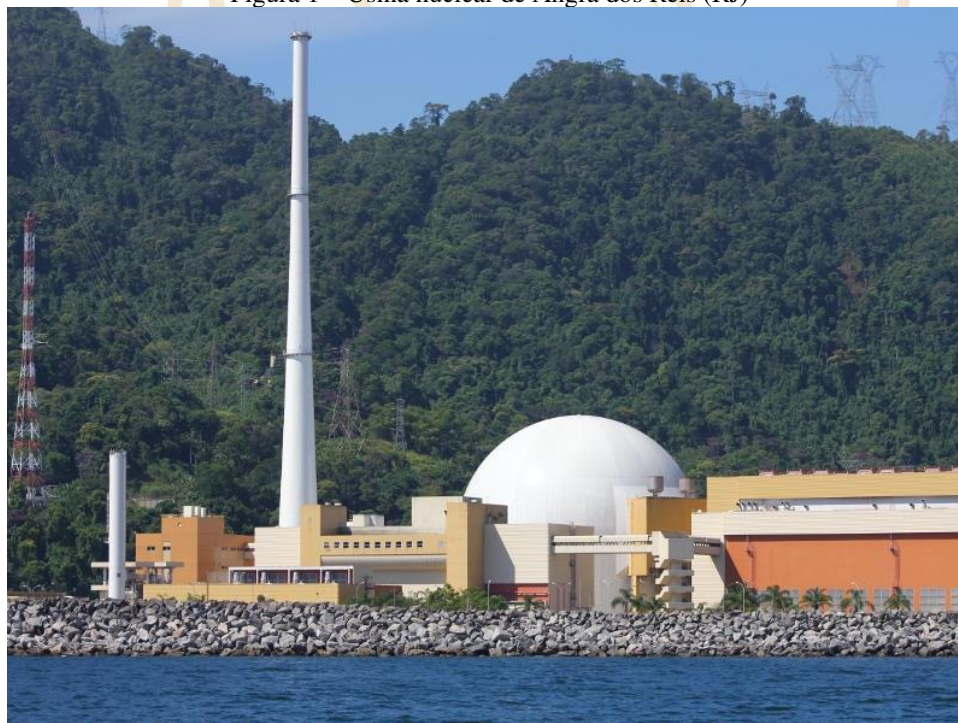
Adicionalmente, o Brasil é um dos países que apresentam amplo domínio sobre o ciclo de enriquecimento do urânio e, concomitantemente, possui reservas em seu território. Aliado a isso, conforme mencionado previamente, a diversificação da matriz elétrica assegura uma modicidade tarifária e, caso tal cenário não ocorresse, o Brasil apresentaria uma elevação significativa nas tarifas e as indústrias locais perderiam competitividade no mercado internacional. Não obstante, conforme aduz o Balanço Energético Nacional 2024 (2024), a energia nuclear representa 1,2% de toda a Oferta Interna de Energia (OIE), sendo gerada através das usinas Angra 1 (ilustrada na Figura 1) e Angra 2, além de seguir em andamento o projeto de construção de Angra 3.

Gráfico 2 – Composição da matriz elétrica brasileira.



Fonte: Autoria própria.

Figura 1 – Usina nuclear de Angra dos Reis (RJ)



Fonte: NS Energy

3.1 ÓRGÃOS REGULADORES

Além do mais, no setor elétrico brasileiro, existem diversos órgãos reguladores e entidades que gerenciam os aspectos competentes a energia nuclear, contudo, destacam-se:

- Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN): Mostra-se responsável pelos aspectos de segurança nuclear, proteção radiológica e regulamentação das atividades nucleares no país. Assim, licencia e inspeciona as instalações nucleares, visando assegurar que a operação cumpra as normas de segurança;
- Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL): Tem como objetivo regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica no Brasil;
- Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS): Busca coordenar e controlar a operação da geração e transmissão de energia elétrica no SIN (Sistema Interligado Nacional);
- Ministério de Minas e Energia (MME): Realiza a coordenação da política energética do país e define as diretrizes para o desenvolvimento do setor nuclear, em consonância com as políticas de segurança e desenvolvimento sustentável.

4 A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

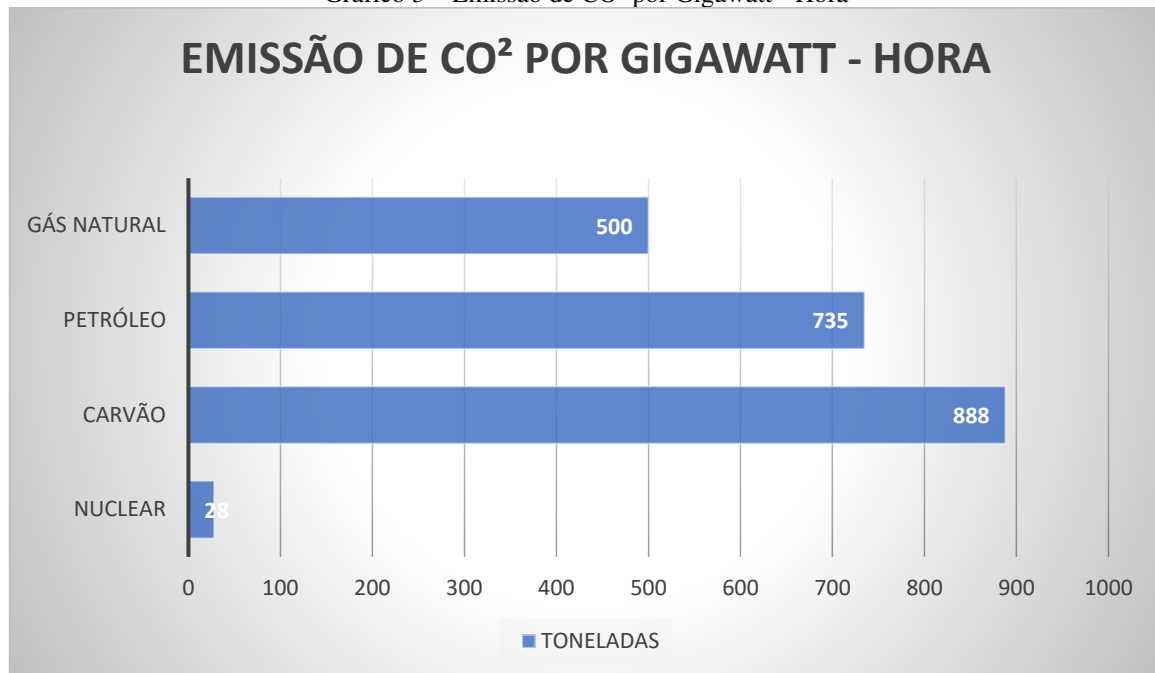
A demanda de urânio é oriunda das usinas nucleares, consequentemente, são as empresas que utilizam esse elemento como combustível para os seus reatores e, em contrapartida, os *players* que efetuam a oferta dessa matéria-prima são as mineradoras. Além disso, nota-se que a superioridade do urânio como fonte energética ocorre em decorrência do nível de densidade energética, uma das principais vantagens competitivas dessa alternativa. Igualmente, Conte (2021), ilustra a eficiência energética através de uma proporcionalidade, onde um *pellet* de urânio (possui cerca de 1 centímetro de altura e diâmetro, sendo a altura maior que o diâmetro), equivale a 120 galões de petróleo, 17.000 pés cúbicos de gás natural ou 1 tonelada de carvão, evidenciando, portanto, a elevada densidade do material e, como resultado, sua capacidade geracional. Todavia, notam-se que as vantagens competitivas dessa fonte estimulam sua utilização no contexto de transição energética.

Adicionalmente, a densidade energética do urânio é uma das principais causas da majoração referente a demanda, uma vez que permite a estocagem de quantias substanciais do material em um galpão logístico. Dessa maneira, segundo Bhutada (2021), torna-se a única fonte energética capaz de ser armazenada nessas condições, corroborando para a segurança energética e possibilitando produções exponenciais a partir de uma quantia ínfima de matéria prima. Por conseguinte, tal como explana Bhutada (2021), devido aos elevados níveis de densidade do urânio, ele necessita, em média, 75 vezes menos espaço que a alternativa fotovoltaica e 360 vezes menos terra que a opção eólica. Demais disso, a relativa disponibilidade do material mostra-se um fator fundamental em sua viabilidade, pois se apresenta 37 vezes mais abundante que a prata e 700 vezes mais presente do que ouro (Bhutada, 2021).

Entretanto, os aspectos sustentáveis da energia dos núcleos atômicos mostram-se mais uma vantagem competitiva que esta alternativa possui, principalmente no que tange a emissão de CO² por

Gigawatt – hora. Assim, observa-se no Gráfico 3 o cenário favorável em relação a energia nuclear perante essa questão. (BBC News, 2022).

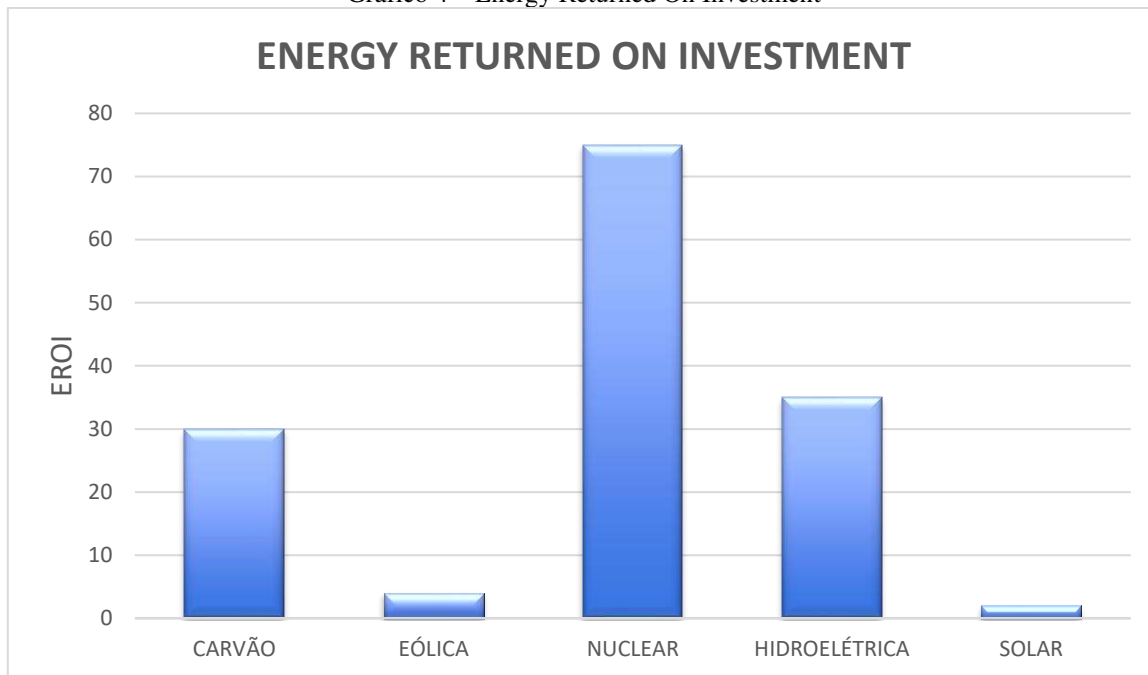
Gráfico 3 – Emissão de CO² por Gigawatt - Hora



Fonte: Elaboração própria.

Adicionalmente, segundo o *Corporate Finance Institute* (2024) o *Energy Return On Investment* (retorno sobre o investimento em energia) abreviado como *EROI*, é um indicador financeiro que ilustra a eficiência energética, pois consiste na proporção entre a quantidade de energia gerada por uma fonte e a quantia utilizada para obter esse recurso. Logo, nota-se que qualquer número igual a 1 representa o ponto de equilíbrio, enquanto valores superiores a 1 consistem em um saldo positivo. Não obstante, como demonstrado pelo *Corporate Finance Institute* (2024) e ilustrado no Gráfico 4, o EROI que a energia nuclear apresenta é substancialmente superior aos seus pares, tratando-se, portanto, de uma vantagem competitiva.

Gráfico 4 – Energy Returned On Investment



Fonte: Elaboração própria.

5 BENEFÍCIOS

Esta modalidade de energia, assim como outras, apresenta pontos positivos e negativos, contudo, é necessário efetuar uma ponderação desses aspectos com racionalidade para verificar sua viabilidade de implantação. Todavia, a energia nuclear detém algumas vantagens competitivas, econômicas e estratégicas substanciais e, devido a isso, torna-se atrativa para a implantação em determinadas conjunturas e necessidades.

A priori, a energia nuclear é de grande importância para assegurar a segurança do fornecimento energético devido à alta previsibilidade, constância geracional, capacidade de armazenamento e a independência de fatores climáticos. Não somente, a expressiva densidade do material utilizado permite produzir elevadas quantias de eletricidade por meio de uma pequena quantia de matéria-prima e, portanto, conforme abordado anteriormente, nota-se a eficiência energética substancial dessa fonte. Outrossim, conforme Montalvão (2012), a utilização dessa fonte não emite gases estufa, promove uma baixa liberação de resíduos e não demanda uma área expressiva para a construção da usina em relação a outras alternativas. Em outro dizer, é possível analisar a rigidez dos procedimentos relativos à segurança das instalações e o processo intenso de melhoria contínua deles, fazendo com que as usinas demonstrem elevações consideráveis nos níveis de proteção.

Além disso, promove a diversificação da matriz energética, corroborando para o movimento de transição deste setor. Assim, observa-se que a utilização de diversas fontes geracionais é um objetivo estratégico de extrema relevância para inúmeros países, uma vez que assegura vantagens geopolíticas, eleva a segurança energética, reduz a vulnerabilidade a flutuações nos preços internacionais e eventuais interrupções no fornecimento. Por conseguinte, com políticas de investimento e desenvolvimento

assertivas, a energia nuclear pode expandir sua relevância e solidificar o sistema elétrico nacional (Plum,2024).

Igualmente, contribui significativamente para o desenvolvimento tecnológico e a inovação científica, pois o setor é marcado por avanços constantes em áreas como a física nuclear, engenharia e em medidas e procedimentos de segurança. Portanto, tais evoluções não se restringem somente a indústria energética, mas também possuem aplicabilidade em outros campos, como a agricultura por meio de técnicas de irradiação de alimentos, e na medicina, através de radioterapia e demais diagnósticos por imagem. Além desse fator, Tang (2008) enfatiza que o emprego de capital destinado aos investimentos em energia fortalece a infraestrutura energética, promove o progresso científico e tecnológico, impactando positivamente a sociedade.

6 RISCOS

A fonte nuclear apresenta aspectos positivos substanciais; contudo, também possui conjunturas negativas. Dentre os riscos mais conhecidos, observam-se os de natureza econômica, física e estratégica. Paralelamente, de acordo com Goldemberg (2008), outras modalidades energéticas também empregam riscos, porém não na mesma escala da energia nuclear. Consequentemente, com a fonte nuclear, as problemáticas associadas adquirem maior expressividade.

Os riscos econômicos fazem menção aos recursos destinados a segurança e seus procedimentos necessários que, consequentemente, refletem na elevação do custo, dificultando a estruturação de projetos para financiar esses investimentos. Não obstante, a burocracia e oposição da opinião pública podem causar atrasos na construção de reatores, proporcionando aumento na despesa de capital (um tipo de recursos reservado para compra de bens visando o aumento da produção, também conhecido como *CAPEX*) e incorrendo juros.

Demais disso, os riscos estratégicos, conforme destacado por Goldemberg (2008), referem-se às implicações geopolíticas decorrentes da posse de um artefato nuclear e, potencialmente, alocação de recursos para fins bélicos. Com isso, foram estabelecidos tratados e acordos para não proliferação nuclear, uma vez que esta questão foi o estopim de determinados conflitos. Além disso, o risco inerente a aceitação da opinião pública é um fator importante que deve ser ponderado na tomada de decisões, uma vez que existem fortes movimentos antinucleares no Brasil e no mundo. Em adendo, constata-se a existência do risco geopolítico através de incursões militares, vide exemplo a conjuntura existente no Níger e seu possível impacto na atividade nuclear do país.

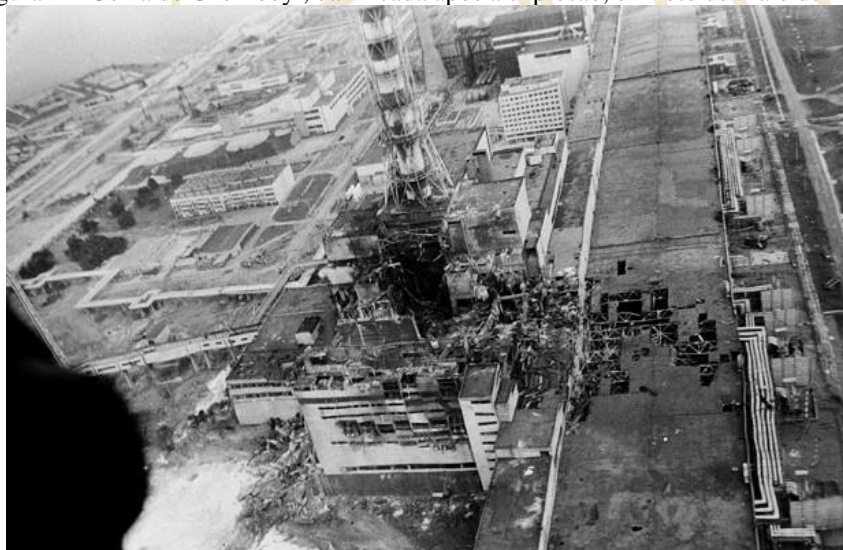
Inclusive, os riscos físicos consistem na possível insegurança estrutural referente a vazamentos e explosões nucleares. A propósito, a preocupação com o descarte do material utilizado é algo latente, já que não há até os dias de hoje, um ambiente apropriado para depositar este material. Igualmente, os episódios emblemáticos de acidentes nucleares elucidam o perigo potencial que essas usinas, se não

gerenciadas e construídas da maneira correta, podem trazer. Em outro dizer, a história humana enfrentou 3 grandes tragédias nucleares, Chernobyl, Fukushima e Three Mile Island.

Não obstante, a aceitação pública das usinas nucleares, oriunda principalmente do desconhecimento acerca do tema, é um fator que deve ser considerado nas análises de implantação, mesmo que ela não represente impedimentos em muitos países. Todavia, segundo Guimarães (2016), o maior empecilho é o alto *CAPEX* e as dificuldades de arquitetar projetos para viabilizar esses investimentos de longo prazo de maturação.

Primeiramente, o incidente de Chernobyl, explicitado na Figura 2, aconteceu no dia 26 de abril de 1986, quando a equipe técnica encarregada de analisar o funcionamento do reator não cumpriram com os regimentos de segurança e, diante da tecnologia obsoleta da usina, o reator mostrou significativa instabilidade e, conseqüentemente, acometeu na explosão do reator 4. Complementarmente, segundo Montalvão (2012), Chernobyl ocorreu devido a combinação de três aspectos: irresponsabilidade governamental, falha humana e tecnologia ultrapassada.

Figura 2 – Usina de Chernobyl, danificada após a explosão, em foto de maio de 1986.



Fonte: G1

Em adição, a ocorrência de Three Mile Island datada de 1979 e demonstrada na Figura 3 foi causada por um equívoco operacional e falha em um equipamento. Paralelamente, a carência de manutenção preventiva e má qualificação dos profissionais demonstram a negligência dos responsáveis em uma situação que liberou uma quantia substancial de líquido (água) radioativa em um rio no estado da Pensilvânia.

Figura 3 – Vista aérea da usina nuclear de Three Mile Island perto de Harrisburg, Pensilvânia, cenário de um acidente nuclear.



Fonte: WTOP News

Posteriormente, o acidente em Fukushima, observado na Figura 4, no qual ocorreu o vazamento de água radioativa para o mar e emissão de gás radioativo na atmosfera foi provocado pela má elaboração e planejamento da infraestrutura da usina. Devido ao maremoto que assolou o Japão, as deficiências estruturais vieram à tona e causaram severos danos.

Figura 4 – Visualização aérea da usina nuclear de Fukushima após a explosão.



Fonte: Daily Mail

Além dos fatores explicitados acima, o lixo radioativo é substancialmente perigoso para a sociedade, já que consiste em todo material residual que é constituído por compostos químicos radioativos. Tais resíduos são obtidos em hospitais e usinas nucleares e, além disso, colocam em risco

não só os seres humanos, mas também a natureza. Com isso, o descarte adequado desse conteúdo é primordial para prevenir impactos. Portanto, o material com baixo ou médio nível de radioatividade é depositado em instalações subterrâneas, comumente em usinas energéticas. Outrossim, as substâncias de alto risco são tratadas através do gerenciamento e confinamento durante períodos expressivos devido à sua durabilidade. Ademais, tendo em vista os aspectos de risco tratados acima, a Eletronuclear (2024) enfatiza a importância da adoção correta dos procedimentos de segurança e da constante evolução da tecnologia nuclear, minimizando as particularidades possivelmente danosas e corroborando para a difusão do uso desta fonte energética.

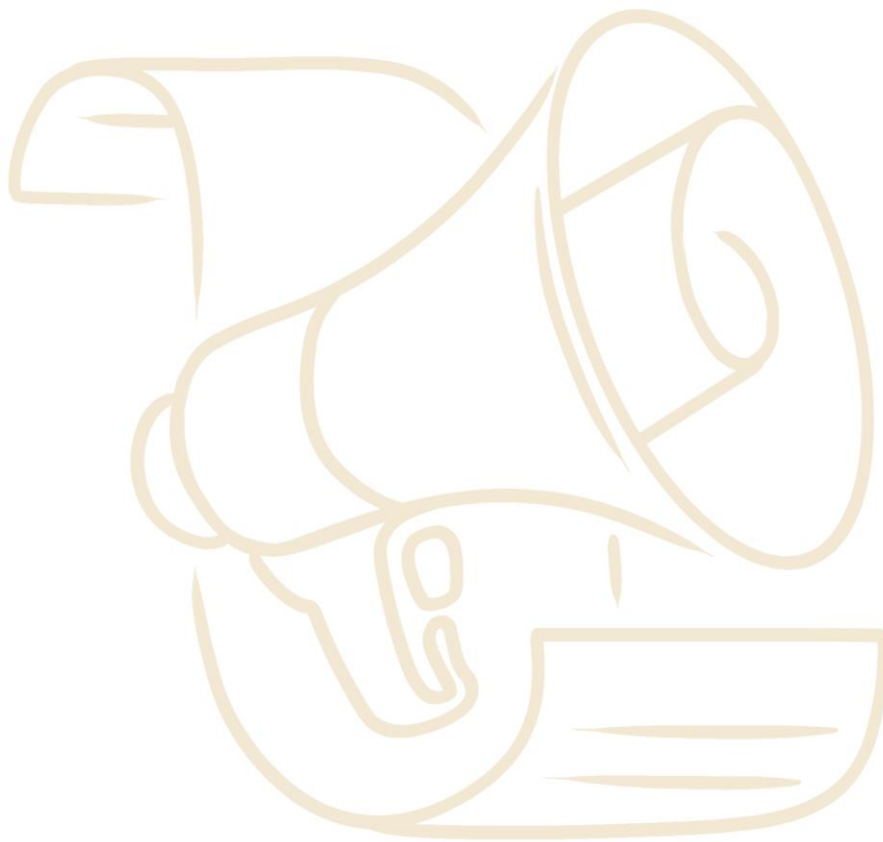
7 CONCLUSÕES

Por tudo que foi exposto ao longo deste trabalho, evidencia-se a presença e relevância da energia nuclear tanto na matriz elétrica mundial quanto no cenário brasileiro, constatando-se, portanto, o papel estratégico que desempenha na diversificação das fontes energéticas e na mitigação das emissões de carbono. Não somente, a fonte nuclear mostra-se viável e benéfica, uma vez que apresenta expressivos índices de densidade energética e corrobora com a elevação da previsibilidade na geração energética, atuando como uma alternativa interessante para complementar a utilização de outras opções.

Sobretudo, além das altas taxas de eficiência, esta fonte energética também apresenta como benefícios a elevada capacidade de estocagem, expressiva durabilidade e processos de segurança exponencialmente rigorosos que contribuem para a sua credibilidade. Somado a isso, é imperativo ressaltar os riscos existentes na operação, principalmente os de natureza física, econômica e estratégica que se contrapõem fortemente perante os aspectos positivos, fazendo com que seja necessária uma ponderação racional para efetuar uma decisão. Mais ainda, os riscos econômicos estão atrelados a necessidade intensiva de investimentos para o financiamento desses projetos, enquanto os estratégicos representam as questões geopolíticas inerentes a atividade. Logo, os riscos de cunho físico consistem na possibilidade de uma falha operacional ou acidente ocorrer. Assim, nota-se que mesmo com os riscos existentes, as qualidades da energia nuclear se sobressaem na medida que a demanda por segurança e independência energética crescem.

Adicionalmente, reitera-se o elevado nível de aceitação da população que reside em áreas próximas aos reatores, além de impactos socioeconômicos positivos através da mão de obra qualificada e empregos oferecidos. Além disso, os rígidos procedimentos de segurança e *compliance* corroboram para ampliar a utilização dessa energia. Dessa maneira, devido a conjuntura vigente de transição energética e urgência na redução das emissões de carbono, a energia nuclear se porta como uma alternativa fundamental para a resolução do déficit de oferta energética, pois apresenta índices de eficiência substancialmente superiores as demais alternativas, além de demandar menores quantidades

do fator de produção terra e possuir o maior EROI. Diante do exposto, constata-se que a alternativa nuclear é viável para solucionar os problemas energéticos brasileiros, uma vez que mesmo tendo uma participação ainda limitada na matriz elétrica nacional, o potencial e necessidade de crescimento é notável. Com isso, faz-se interessante o maior dispêndio de investimentos para promover a evolução do setor e contribuir para a realização assertiva da transição energética, obtenção de uma matriz elétrica segura e mais capacitada para suprir o déficit existente.



Passos, Aline Pereira dos; Azevedo, Bruna Schuck de; Ribeiro, Natália Carlomagno Mariani; Mallmann, Paula Martins. (2011). **Energia Nuclear: O Poder do Átomo**. Disponível em:< https://www.redeicm.org.br/revista/wp-content/uploads/sites/36/2019/06/a15_remc_cmdset2011.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2024.

Como a energia nuclear pode impulsionar a descarbonização global: desafios e oportunidades

Plum, Mariana Nascimento. (2024). **Como a energia nuclear pode impulsionar a descarbonização global: desafios e oportunidades**. Disponível em:< <https://exame.com/bussola/como-a-energia-nuclear-pode-impulsionar-a-descarbonizacao-global-desafios-e-oportunidades/>>. Acesso em: 20 set. 2024.

Tang, C. F. (2008). **A re-examination of the relationship between electricity consumption and economic growth in Malaysia**. Energy Policy, 36(8), 3077 – 3085.

