



**INSTITUTO
FEDERAL**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA –
CAMPUS BRUMADO**

CURSO DE NÍVEL MÉDIO INTEGRADO EM EDIFICAÇÕES

DEISE LÚCIDE MOREIRA LIMA

MARCELO LÁZARO SOUZA VIANA MAIA FILHO

**ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL NA
MATRIZ ENERGÉTICA DO BRASIL E SEUS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS**

BRUMADO

2022

**DEISE LÚCIDE MOREIRA LIMA
MARCELO LÁZARO SOUZA VIANA MAIA FILHO**

**ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL NA
MATRIZ ENERGÉTICA DO BRASIL E SEUS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para conclusão do curso técnico em Edificações na modalidade Integrada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - *campus* Brumado.

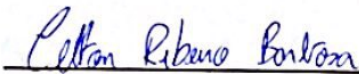
BRUMADO

2022

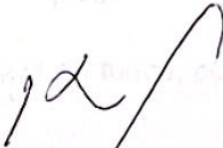
DEISE LÚCIDE MOREIRA LIMA
MARCELO LÁZARO SOUZA VIANA MAIA FILHO

**ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL NA
MATRIZ ENERGÉTICA DO BRASIL E SEUS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS**

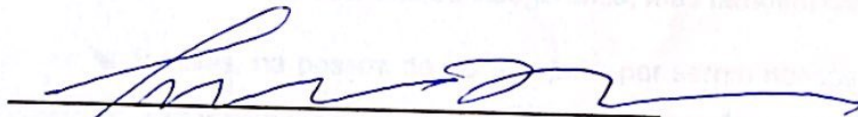
TCC avaliado e aprovado em 14/12/2022 pela comissão formada pelos
profissionais seguintes:



Prof. Me. Celton Ribeiro Barbosa (Orientador)
IFBA - Brumado



Prof. Esp. Uerley de Jesus Oliveira (Coordenador do curso de edificações)
IFBA - Brumado



Prof. Dr. Maurício Andrade Nascimento
IFBA - Brumado

BRUMADO
2022

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, o sentimento que nos permeia é de gratidão para com Deus, pois Ele foi essencial nas nossas conquistas e superações.

Agradecemos ao nosso orientador Prof. Me. Celton Ribeiro Barbosa pela paciência, consideração e dedicação perante todas as dúvidas tratadas durante a confecção do presente trabalho de conclusão.

A nossa co-orientadora Prof. Katia Quele Ferreira da Silva Rocha, por todo o suporte e ajuda prestada para realização desse artigo, a fim de obtermos êxito na conclusão deste curso.

Ao corpo docente do IFBA - *campus* Brumado, por meio dos professores do curso de Edificações, pela oferta de conhecimento científico e ensino de qualidade ao longo da nossa trajetória acadêmica.

A todos os nossos colegas de turma, pelo apoio, incentivo e amadurecimento conjunto ao longo dos anos.

Aos nossos amigos, queremos agradecer pela força e assistência inabalável. Vocês desempenharam um papel significativo na nossa evolução, nos encorajando, apoiando e compartilhando momentos de insegurança, mas também de conquistas.

A nossas famílias, na pessoa de nossos pais, por serem nossos elos fortes e por estarem sempre presentes na nossa trajetória em busca do sucesso.

A todos vocês, os nossos sinceros agradecimentos. Se chegamos até aqui, em grande parte foi por causa das relações que construímos e do apoio que nos foi prestado.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar um estudo sobre a utilização de fontes de energia renovável na matriz energética do Brasil e seus impactos socioambientais, ou seja, visa mostrar a participação dessas fontes de geração no cenário nacional. Por meio da pesquisa bibliográfica, foi mapeada e descrita a matriz energética brasileira, bem como as principais fontes de energia renováveis: solar, eólica e hidrelétrica e os impactos de sua utilização. Foram os seguintes objetos para elaboração deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC): artigos, sites e livros. A análise foi feita de modo a detectar a matriz energética brasileira, e fazer uma breve comparação do uso da energia renovável no Brasil, em relação ao mundo. Após esse mapeamento, analisou-se cada fonte renovável citada no cenário brasileiro e foram expostos seus impactos socioambientais. Conduziu-se bases teóricas para este estudo Figueiredo (2021) e Lopes (2015).

Palavras-chave: Energia renovável. Impactos socioambientais. Matriz energética.

ABSTRACT

This work aims to present a study on the use of renewable energy sources in Brazil's energy matrix and its socio-environmental impacts, that is, it aims to show the participation of these generation sources in the national scenario. Through bibliographical research, the Brazilian energy matrix was mapped and described, as well as the main sources of renewable energy: solar, wind and hydroelectric and the impacts of their use. The following objects were used to prepare this Course Completion Work (TCC): articles, websites and books. The analysis was carried out in order to detect the Brazilian energy matrix, and to make a brief comparison of the use of renewable energy in Brazil, in relation to the world. After this mapping, each renewable source cited in the Brazilian scenario was analyzed and its socio-environmental impacts were exposed. Theoretical bases for this study were conducted by Figueiredo (2021) and Lopes (2015).

Keywords: Renewable energy. Socio-environmental impacts. Energy matrix.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	07
2 METODOLOGIA.....	08
3 MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA E MUNDIAL.....	09
4 FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS.....	14
5 PRINCIPAIS TIPOS DE FONTE RENOVÁVEIS.....	15
5.1 Energia Eólica.....	15
5.1.1 Cenário Brasileiro.....	15
5.1.2 Impactos socioambientais.....	17
5.2 Energia Solar.....	18
5.2.1 Cenário Brasileiro.....	18
5.2.2 Impactos Socioambientais.....	19
5.3 Energia Hidráulica.....	20
5.3.1 Cenário Brasileiro.....	20
5.3.2 Impactos socioambientais.....	21
5.4 Intermitência das energias renováveis.....	22
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos séculos, o mundo ficou cada vez mais dependente da geração de energia, desde a criação da máquina a vapor na Primeira Revolução Industrial, até o enorme uso do petróleo e seus derivados. Contudo, nas últimas décadas, a busca pela utilização de fontes de energia renováveis se intensificou, visando o desenvolvimento sustentável e a preservação do meio ambiente. Para tal, foi necessário implementar mudanças na matriz energética brasileira e mundial.

As fontes de energia renováveis poderão suprir o crescente aumento do consumo de energia do mundo, ao mesmo tempo que estão em conformidade com questões ambientais importantes, como o “carbono neutro”, além de cumprirem com o conceito ESG (*environmental, social and governance*) cada vez mais valorizado no processo de crescimento e globalização.

No cenário mundial, o Brasil apresenta uma ótima posição no que se diz respeito ao uso de fontes renováveis. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), em 2019, a produção renovável totalizava cerca de 46% (somando lenha e carvão vegetal, fonte hidráulica, derivados de cana e outros recursos renováveis), sendo assim, quase metade da matriz energética brasileira. Enquanto isso, no mesmo ano, o restante do mundo apresentou, com as mesmas somas, aproximadamente 14% do total.

A partir desse contexto, este trabalho objetiva caracterizar e expor a situação da matriz energética no Brasil, bem como tecnologias adotadas para a maior contribuição de fontes renováveis na sua produção. Dessa forma, o presente documento pretende contribuir para a discussão acadêmica a respeito do consumo de energia elétrica sustentável, através da exposição do quadro energético nacional e mundial atual, e os impactos socioambientais gerados.

O artigo é dividido em sete seções: 1) breve introdução com a contextualização do tema trabalhado; 2) apresentação da metodologia de pesquisa aplicada para desenvolver este estudo; 3) discussão sobre a matriz energética brasileira, com o foco na geração renovável, bem como uma rápida comparação entre o cenário nacional e mundial; 4) contextualização da importância das fontes renováveis no

Brasil; 5) aprofundamento sobre o cenário brasileiro a respeito dos três principais tipos de fontes renováveis no país e os impactos socioambientais gerados; 6) conclusões e apresentação do panorama futuro do cenário energético brasileiro e os principais desafios a serem enfrentados; 7) referências bibliográficas utilizadas para o estudo.

Enquanto estudantes do curso técnico em Edificações, foi de extrema relevância realizar este estudo, pois ocasionou uma aquisição de conhecimento que será aplicado durante a ação profissional futura, considerando que é de suma importância consolidar teoria e prática para uma atuação profissional de excelência. Além disso, é fundamental a investigação acerca do desenvolvimento sustentável energético, visto que se faz fulcral cada vez mais a utilização de energia para o progresso mundial.

2 METODOLOGIA

Este estudo baseou-se em uma estratégia qualitativa de pesquisa, de caráter exploratório, por meio de uma pesquisa bibliográfica, como aponta Antonio Carlos Gil em seu livro “Como elaborar projetos de pesquisa” (2017, p. 28):

A pesquisa bibliográfica é elaborada com base em material já publicado. Tradicionalmente, esta modalidade de pesquisa inclui material impresso, como livros, revistas, jornais, teses, dissertações e anais de eventos científicos. Todavia, em virtude da disseminação de novos formatos de informações, estas pesquisas passaram a incluir outros tipos de fontes, como discos, fitas magnéticas, CDs, bem como o material disponibilizado pela Internet. (GIL, 2017, p. 28)

Para a construção deste trabalho, foram realizadas leituras e análises de artigos e sites, que tratavam da temática a fim de obter embasamento teórico para a construção deste texto. A escrita do texto se apresenta em capítulos com destaque à temática proposta na pesquisa, sempre embasada em diálogo com os teóricos que a discutem.

3 MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA E MUNDIAL

Segundo Paiva (2018), “energia é a capacidade de realizar trabalho, ou seja, gerar força num determinado corpo ou sistema físico. Em Física, a energia está associada à capacidade de qualquer corpo produzir trabalho, ação ou movimento.” Sob essa perspectiva, pode-se compreender matriz energética como sendo a representação do conjunto de fontes disponíveis em um país, em uma região ou no mundo para suprir a demanda de energia existente.

Dito isso, é preciso separar os conceitos comumente confundidos: matriz energética e matriz elétrica. Assim, matriz energética é caracterizada pela soma dos recursos utilizados para suprir a necessidade de energia, como eletricidade, aquecimento e transporte. Dessa maneira, cada nação e região possui a sua matriz energética que, em conjunto, compõe a matriz energética mundial. Logicamente, a matriz energética de cada país é um reflexo direto dos seus recursos disponíveis para a produção de energia e, em alguns casos, dos acordos feitos para obtenção dessas fontes.

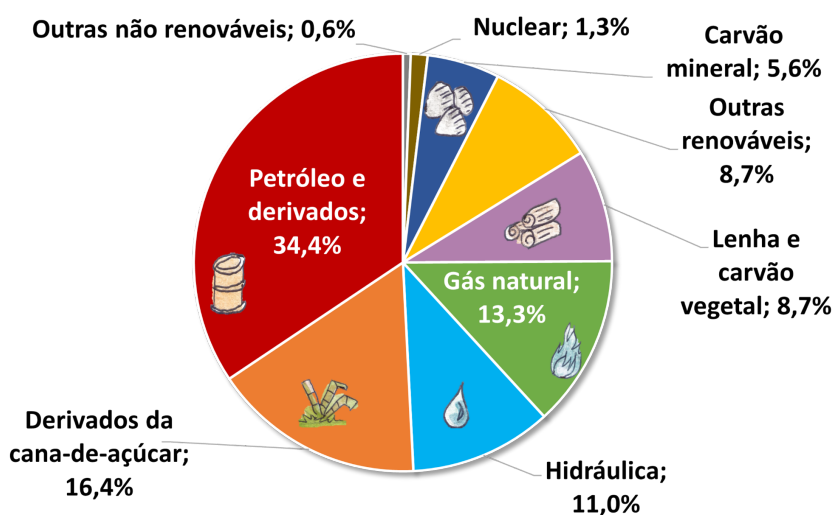
Enquanto isso, a matriz elétrica de um país está relacionada ao conjunto de recursos energéticos utilizados apenas na produção de energia elétrica. Ou seja, a matriz elétrica está inclusa na matriz energética. Porém, é válido lembrar que uma mesma fonte energética pode ser usada tanto para gerar eletricidade, quanto para gerar outro tipo de energia. Como o gás natural, por exemplo, que, além de servir como matéria-prima nas usinas termoelétricas, também está presente na maioria das residências brasileiras para ser utilizado como combustível nos fogões.

De acordo com o Global Energy Network Institute (GENI), em 1 de janeiro de 2001, a capacidade elétrica brasileira instalada era de 73,4 milhões de quilowatts, da qual 85% era hidrelétrica. Felizmente, a energia renovável continuou e ainda continua desempenhando um papel importante nos planos de eletrificação do Brasil. Inquestionavelmente, devido a fatores naturais favoráveis, o país é classificado

como um dos maiores produtores de energia hidrelétrica do mundo. Inclusive, o Brasil, juntamente com o Paraguai, possuem o segundo maior complexo hidrelétrico em operação do planeta: a usina de Itaipu, no rio Paraná. Atualmente, a usina conta com 20 unidades geradoras e possui uma capacidade instalada de 14 gigawatts.

Segundo o Balanço Energético Nacional (BEN) de 2022, produzido anualmente pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), em 2021, apesar do grande consumo de energia de fontes não renováveis, o Brasil apresentava cerca de 44,8% de sua matriz energética composta de fontes renováveis, somando lenha e carvão vegetal, fonte hidráulica, derivados de cana e outras renováveis.

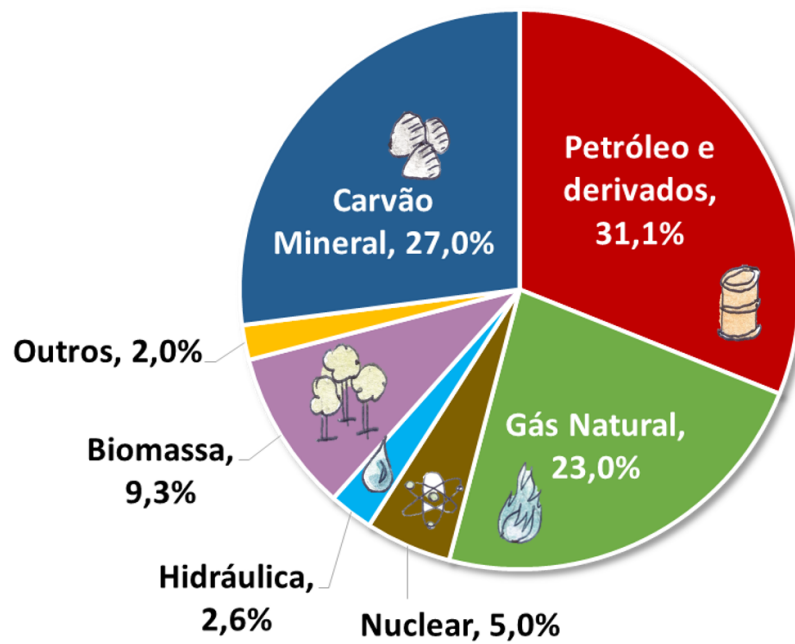
Figura 1: Matriz energética Brasileira (2021)



Fonte: BEN, 2022.

Em contrapartida, diferentemente do Brasil, a matriz mundial apresenta apenas cerca de 14% de sua energia oriunda de fontes renováveis, levando em consideração a participação da energia hidráulica e da biomassa, além dos 2% representado por “Outros”, que inclui, por exemplo, fontes renováveis como eólica, solar e geotérmica. Como pode ser visto na figura 2, mais de 80% da matriz energética mundial é composta por fontes não renováveis. Inclusive, a diminuição dessa porcentagem já é uma preocupação de diversas nações, que buscam medidas para transformar sua matriz energética e torná-la mais limpa.

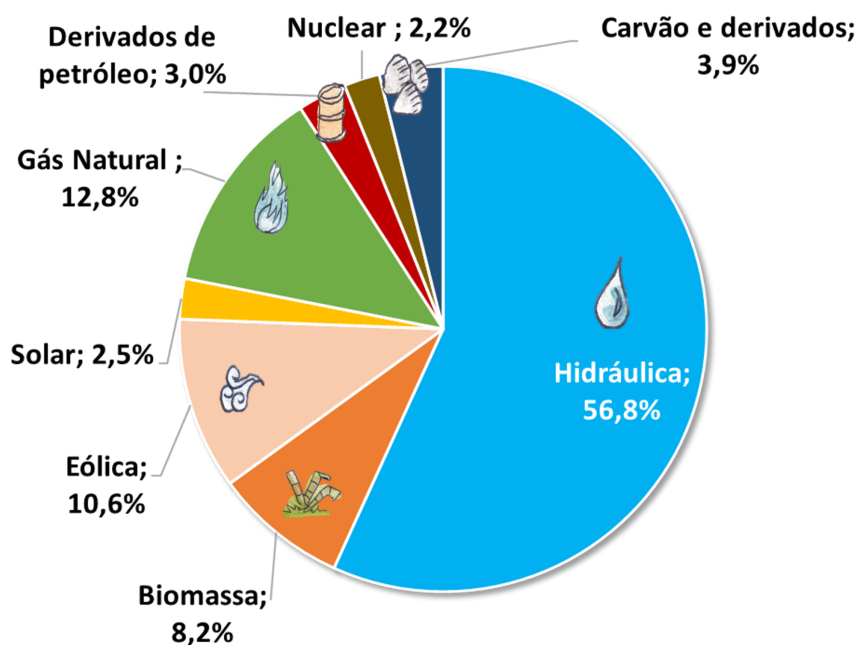
Figura 2: Matriz energética Mundial (2019)



Fonte: IEA, 2022.

De acordo com o Balanço Energético Nacional, a matriz elétrica brasileira é ainda mais renovável do que a energética. Isso porque grande parte da geração de energia elétrica do Brasil deriva das usinas hidrelétricas, mais especificamente 56,8%. Além disso, outras fontes de energia, como a eólica e a biomassa, vem crescendo sua atuação na matriz elétrica, contribuindo para que ela continue sendo, em sua maioria, renovável.

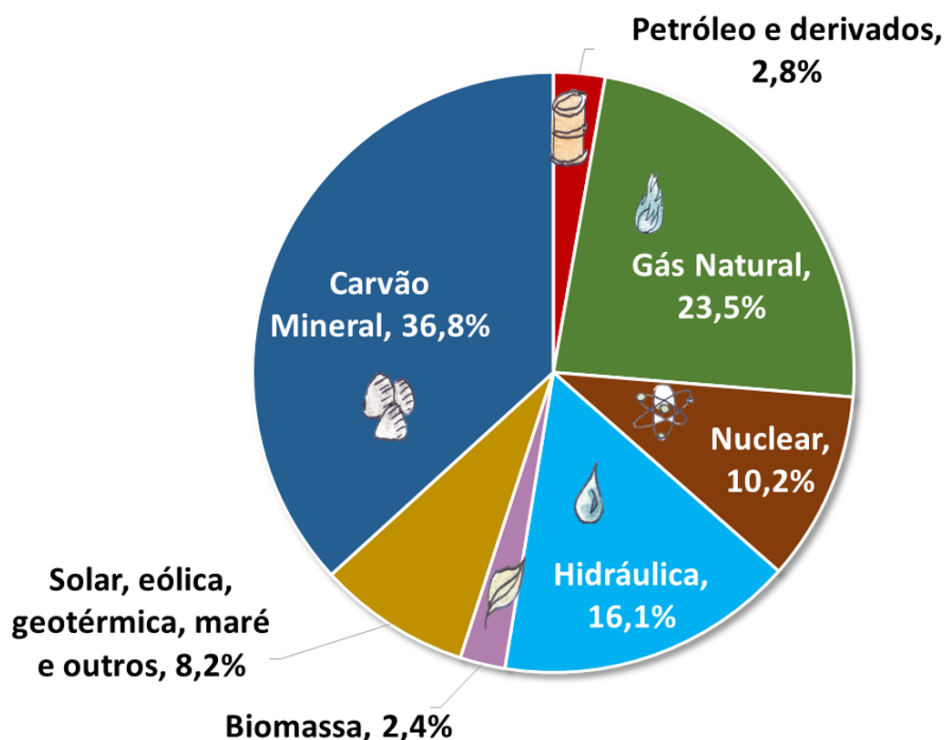
Figura 3: Matriz Elétrica Brasileira (2021)



Fonte: BEN, 2022.

Por outro lado, a matriz elétrica mundial é composta, em sua maior parte, por fontes não renováveis como termelétricas a base de carvão mineral e gás natural. Em escala global, o carvão é o combustível dominante para geração de energia, porém esse número tende a diminuir devido ao aumento da participação tanto do gás natural, quando das energias renováveis, de acordo com a Statistical Review of World Energy 2020, publicada pela British Petroleum Company (BY).

Figura 4: Matriz Elétrica Mundial (2019)



Fonte: IEA, 2022.

Dessa maneira, conclui-se que historicamente o Brasil possui importante vantagem no setor energético quando comparado com o cenário mundial. Porém, assim como no resto do mundo, a demanda por energia tende a crescer, o que resulta e resultará em mais mudanças na matriz energética ao longo do tempo. De acordo com Tolmasquim, Guerreiro e Gorini (2007), a energia tem sido considerada como um bem de natureza estratégica, o que coloca a segurança energética como tema relevante na agenda mundial. Isso se dá devido, principalmente, ao fato de que a disponibilidade de energia (quantidade e qualidade) adequada tornou-se um pré-requisito para o desenvolvimento econômico das nações.

Contudo, apesar da clara diferença entre a matriz energética nacional e mundial, a preocupação com os impactos ambientais que envolvem a produção das

energias precisa manter-se constante e crescente em ambos cenários. A partir disso, Schipitoski (2022) aponta que:

A transição para um sistema energético baseado em tecnologias renováveis se torna cada vez mais interessante, resultando em consequências positivas para o desenvolvimento de um planeta mais sustentável, com menos impacto ambiental e maior eficiência. (Schipitoski, 2022).

Assim, para o desenvolvimento sustentável do setor energético, é necessário garantir condições para o aumento da utilização de fontes renováveis na matriz energética brasileira, aproveitando da vantagem que o país tem relacionada à abundância de recursos naturais a custos baixos em termos relativos.

4 FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS

Como dito anteriormente, ao longo das últimas décadas a matriz energética do Brasil teve que passar por modificações a fim de atender a crescente demanda por energia. Diversos fatores contribuíram para esse aumento significativo na busca pela produção energética, como o crescimento populacional e econômico, além de problemas relacionados a reservas naturais, como aponta Silva Farias, Silva e Carvalho (2021, p. 115):

Nas últimas décadas, a segurança sobre a oferta de energia está intrinsecamente associada aos problemas de esgotamento de reservas de petróleo e à elevação dos preços de mercado dos combustíveis fósseis em consequência de problemas políticos e sociais nas principais regiões produtoras. Com toda essa demanda motivada pelo crescimento populacional e econômico, foi acrescida a matriz energética mundial, fontes renováveis, sendo implementada aos poucos por países do Norte e do Sul global. (Silva Farias, Silva e Carvalho; 2021, p. 115).

Dessa forma, apesar da matriz energética brasileira possuir um maior número de fontes renováveis na sua formação em relação à matriz mundial, ainda existe uma preocupação para aumentar esses valores. O aumento da participação de energias renováveis no quadro energético nacional é uma das metas do Plano Nacional de Energia 2050, aprovado em 2020 pelo Ministério de Minas e Energia

(MME), além de ser um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU): Energia Acessível e Limpa.

A importância da implementação de fontes renováveis na matriz energética se deve, principalmente, ao fato de tratar-se de fontes de produção que utilizam recursos inesgotáveis na natureza ou que possuem capacidade de regeneração natural. Por causa disso, essas fontes de energia conseguem garantir uma segurança na produção a longo prazo, além de levar em consideração o desenvolvimento sustentável, como afirma Figueiredo (2021, p. 12):

As energias de fonte renovável provavelmente continuarão a desempenhar um papel importante nos planos de eletrificação do Brasil. Os altos preços do petróleo, a escassez de energia elétrica em período de seca e os problemas de poluição do ar e do aquecimento global levaram ao desenvolvimento de vários projetos destinados ao desenvolvimento ambientalmente sustentável em áreas rurais. Etanol, biomassa, hidroeletricidade, geração eólica e solar serão as principais fontes de projetos de eletrificação rural em todo o país. (Figueiredo 2021, p. 12).

O Brasil é um país privilegiado com grande potencial de produção e diversificação das suas fontes energéticas, por ser um país de proporções continentais e possuir características geográficas climáticas favoráveis, como afirma André Flávio (2021), diretor-executivo do setor de energia da EY. Atualmente, muito se estuda sobre a importância do aumento da participação das energias eólica, solar e hidrelétrica para a geração de energia, por serem considerados recursos inesgotáveis na escala de tempo humana.

5 PRINCIPAIS TIPOS DE FONTE RENOVÁVEIS

5.1 Energia Eólica

5.1.1 Cenário Brasileiro

O potencial eólico do Brasil tem sido objeto de estudos desde os anos 1970 e essa trajetória revela uma lenta, mas progressiva, descoberta do potencial

energético natural de extrema relevância para o país, como aponta o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro (2001). Contudo, ainda existem alguns empecilhos que impedem um bom aproveitamento desse potencial.

Com os vários desafios e com os grandes investimentos em pesquisa e desenvolvimento pode-se afirmar que o aproveitamento da energia eólica para geração de eletricidade ainda tem um longo caminho a percorrer, principalmente em países como o Brasil onde os impactos ambientais, sociais e econômicos ainda não são conhecidos com clareza para cada região com potencial favorável deste recurso energético. (Pinto, Martins e Pereira, 2017, p. 5).

Como dito anteriormente, o cenário geográfico brasileiro é favorável para a produção de vários tipos de energia renovável, dentre elas a eólica, de acordo com a Full Energy (2021):

Com cada vez mais parques eólicos operando, em 2020, o Brasil chegou à 7ª posição no Ranking Mundial do Global Wind Energy Council (GWEC). A estimativa do setor é de que o país terá cerca de 24,2 GW de capacidade instalada até 2024, considerando leilões já realizados e contratos firmados no mercado livre. (Full Energy, 2021).

De acordo com dados do Governo Federal, a capacidade instalada de energia eólica bateu recorde em 2021. O Ministério de Minas e Energia, através do site do Governo Federal (2022), aponta que:

As usinas eólicas já respondem por 11% da matriz energética brasileira e constituem cerca de 20 gigawatts de potência instalada. A expansão dessa fonte de energia no país fez o país subir no ranking do Global Wind Energy Council (GWEC) e ocupar a sexta posição em Capacidade Total Instalada de Energia Eólica Onshore, em 2021. (BRASIL, 2022).

Em 2022, o Brasil recebeu certo destaque no relatório do Global Wind Energy Council, por causa do aumento da potência instalada na última década, passando de 1 gigawatts em 2011 para 21 gigawatts no primeiro mês de 2022. Porém, de acordo com Zapparolli (2019), esse número poderá sofrer um aumento significativo:

O potencial de geração de energia eólica no Brasil é estimado em cerca de 500 gigawatts (GW), de acordo com a Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica), energia suficiente para atender o triplo da demanda atual de energia do Brasil. O número é mais de três vezes superior ao atual parque nacional gerador de energia elétrica, incluindo todas as fontes disponíveis, como hidrelétrica, biomassa, gás natural, óleo, carvão e nuclear. (Zaparolli, 2019)

Zaparolli (2019), levou em consideração a explicação da presidente-executiva da ABEEólica, Elbia Gannoum, que considerando apenas a geração onshore (em terra), sobre a existência de estudos que buscam a ampliação da potência dos aerogeradores (geradores elétricos que têm a capacidade de converter a energia cinética do vento em energia elétrica), de 2 MW a 3 MW passariam para em torno de 5 MW. Dessa forma, será criada uma turbina eólica duas vezes mais potente, com espaço físico semelhante e com custos reduzidos.

5.1.2 Impactos socioambientais

Os impactos socioambientais atrelados às usinas eólicas são diversos. Segundo os estudos de Roy e Traiteur (2010), em grandes parques eólicos existe o efeito de resfriamento durante o dia e de aquecimento durante a noite. Essa modificação das intempéries climáticas também foi apontada por Keith (2004):

Em contraste, alguns outros estudos relataram que parques eólicos foram capazes de aliviar climas adversos, mesmo que o efeito fosse muito limitado. Estudos descobriram que os parques eólicos na província de Gansu na China foram eficazes na diminuição da velocidade do vento local e mitigados os riscos de tempestades de areia. Por isso, alguns pesquisadores estão estudando a possibilidade de implementar modificações de tempo intencionais através da construção de parques eólicos gigantes. (KEITH et al., 2004; p. 4).

De acordo com Sovacool (2013), embora a energia eólica seja considerada ambientalmente amigável, o desenvolvimento dessa fonte renovável está associada à morte de diversas espécies de aves, que colidem com turbinas e outras estruturas que geram vento. Pode-se apontar também problemas envolvendo a poluição sonora e o desmatamento e a erosão do solo, como estudado por Gong (2004) e Kaldellis et al. (2012). Em contrapartida, segundo a Iberdrola (2021), a energia eólica:

Tem um baixo custo por KW produzido e o valor da sua manutenção é bastante baixo. Em áreas onde o vento sopra mais forte, o benefício é ainda mais elevado. Ela possui um baixo impacto, pois os parques eólicos são instalados após um rigoroso processo de estudo e planejamento. Além de

que para sua instalação são preferíveis zonas despovoadas para evitar efeitos negativos em seus habitantes. (Iberdrola, 2021).

Além de ser uma fonte energética sustentável e inesgotável, os benefícios socioambientais da energia eólica estendem-se também na geração de renda. “Segundo a Agência Internacional de Energias Renováveis (IRENA), a energia eólica atualmente já dá emprego para mais de 1,2 milhão de pessoas e o número de empregos verdes não para de crescer”, aponta a empresa Iberdrola (2021).

5.2 Energia Solar

5.2.1 Cenário Brasileiro

Embora o país tenha um grande potencial de geração de energia solar e fabricação de painéis fotovoltaicos, ainda assim, a aptidão do país permanece subaproveitada. Segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar (2017), comparando com a Alemanha, país líder no uso de energia fotovoltaica, o local mais ensolarado do país germânico fornece menos energia do que o lugar brasileiro menos ensolarado. Além disso, o Brasil possui uma das maiores reservas de silício do mundo, utilizado na produção das placas solares. Isso torna o país um excelente local para desenvolver a fabricação de células solares.

Estudo da EPE (2014) mostra que a geração solar fotovoltaica em telhados residenciais poderia chegar a 32 GW, o que equivale a 2,3 vezes o consumo elétrico residencial em 2013. No entanto, o mesmo estudo afirma que a penetração deste tipo de geração ainda depende do investimento dos próprios usuários da energia elétrica, o que demandará um tempo maior para a sua efetiva participação no cenário brasileiro.

Dessa forma, apesar do alto potencial brasileiro de geração fotovoltaica, para a maior participação dessa energia na matriz energética, o país ainda terá que superar alguns desafios para viabilização econômica dessa produção.

5.2.2 Impactos socioambientais

No que se refere aos impactos socioambientais dessa tecnologia, podemos citar quatro pontos importantes que devem ser discutidos: alta reciclabilidade de módulos fotovoltaicos; redução de processos de violação de direitos humanos; inclusão social; e redução das externalidades socioambientais das usinas.

É interessante observar também que o uso da energia solar oferece oportunidades de crescimento econômico em regiões semiáridas que recebem maiores taxas de luz solar do que as demais. Essa possibilidade também tem importantes implicações sociais e econômicas, já que as secas são comuns nessas áreas, o que aumenta o custo da eletricidade convencional, geralmente de fontes hidráulicas.

Apesar de ser uma energia limpa, a energia solar causa alguns impactos socioambientais negativos:

A manufatura das placas solares, principais equipamentos utilizados nos sistemas fotovoltaicos, é responsável por 85% da energia consumida nos processos de fabricação da tecnologia fotovoltaica. Portanto, as placas solares são os principais consumidores de energia na manufatura, visto que o equipamento necessita de diversos recursos, etapas e elementos químicos para a sua produção. (Portal Solar, 2021).

Além disso, é importante citar a interferência na fauna e flora, como aponta o Portal Solar (2021):

A construção desse tipo de fonte causa impactos relacionados ao meio biótico do local, ou seja, pode causar danos aos ecossistemas presentes na área. Os principais danos são em relação às vegetações, que ficam comprometidas com a terraplanagem realizada e com o sombreamento gerado pelos módulos solares, mas os animais também são prejudicados pela falta de alimento, por conta das plantas nativas serem extintas. (Portal Solar, 2021).

Outro ponto importante é a durabilidade dos painéis solares, que segundo o Banco BV (2021, s/p), eles “têm a vida útil de 25 a 30 anos — inclusive esse é o prazo que as fabricantes costumam dar como garantia. Contudo podem ultrapassar os 40 anos”. De todo caso, após a utilização desses equipamentos, eles viram lixo, e causam problema se não descartados corretamente.

Pensando nisso, pode-se considerar que nenhuma fonte de energia, ainda que renovável, está inteiramente livre de impactos ambientais. Contudo, ao contrário de fontes não renováveis, como o carvão mineral, ainda muito utilizado para a produção de eletricidade no mundo, a energia solar apresenta impacto ambiental pequeno, pois não emite gases poluentes durante a sua geração de energia.

5.3 Energia Hidráulica

5.3.1 Cenário Brasileiro

O Brasil é uma potência na produção de energia hidrelétrica e figura como um dos principais países com grande capacidade instalada dessa fonte. Um dos motivos pelo qual o país possui aptidão para energia hidráulica é devido ao regime de chuvas distribuído e o relevo de planalto, com bacias hidrográficas propícias para a instalação das usinas.

Ainda segundo Moretto, Gomes, Roquetti, & Jordão (2012), um dos fatores que influenciaram o uso significativo dessa fonte primária de energia foi uma política de implantação de grandes obras de infraestrutura nos anos 50, necessárias para o desenvolvimento econômico do Brasil, país este que teve o processo de industrialização realizado tardiamente. Diante de uma demanda elevada de energia para suprir a indústria e do baixo custo de geração de eletricidade, as usinas hidrelétricas foram e são importantes para atender as necessidades energéticas do país.

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), no que diz respeito ao potencial hidrelétrico do país:

O Brasil dispõe de um sistema gerador com capacidade instalada de mais de 150 GW, com predominância hidrelétrica. Essa predominância decorre da extensa superfície territorial do país, com muitos planaltos e rios caudalosos. O potencial hidrelétrico brasileiro é estimado em 172 GW, dos quais mais de 60% já foram aproveitados. Aproximadamente 70% do potencial ainda não aproveitado está localizado nas bacias hidrográficas Amazônica e Tocantins - Araguaia. Trata-se de uma tecnologia madura e confiável que, no contexto de maior preocupação com as emissões de gases de efeito estufa, apresenta a vantagem adicional de ser uma fonte renovável de geração. (Empresa de Pesquisa Energética, 2021).

Dessa forma, percebe-se que apesar do grande potencial hidrelétrico brasileiro, a presença dessa fonte de energia poderia ser ainda maior na matriz energética do país.

5.3.2 Impactos socioambientais

Infelizmente, as hidrelétricas tanto as de grande porte como as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) também podem causar impactos socioambientais graves. As PCH, conforme Resolução Normativa 673, de 4 de agosto de 2015, da Aneel, são definidas como “aqueles empreendimentos destinados à autoprodução ou produção independente de energia elétrica, cuja potência seja superior a 3.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW e com área de reservatório de até 13 km², excluindo a calha do leito regular do rio”.

Além disso, a produção de energia hidrelétrica ocupa e utiliza uma grande área, o que muitas vezes causa o alagamento de importantes áreas florestais e o desaparecimento do habitat dos animais. Muitas vezes a hidrelétrica é construída em áreas onde se concentram os últimos remanescentes florestais da região, desmatando e inundando espécies ameaçadas de extinção. Ademais, essa inundação do terreno é capaz de causar a poluição do ar:

Além do metano, emissões de CO₂ também seriam liberadas na atmosfera pela decomposição das partes das árvores inundadas que se projetam acima da superfície da água, não considerarem apenas as emissões da superfície da represa, que representam uma parcela relativamente pequena do impacto total. (Andrade & Mattei, 2013).

Outrossim, o aluvião gerado pelas instalações hidrelétricas podem acabar com patrimônios naturais:

A represa de Itaipu inundou o conjunto de cachoeiras conhecido como “Sete Quedas”, entre o Brasil e o Paraguai, de beleza natural incomparável, constituindo um verdadeiro desastre de um patrimônio da humanidade não somente ambiental, mas também natural e cultural. Inundar áreas de tamanha singularidade e importância é um crime contra as gerações atuais, futuras e contra o planeta. (Silveira, 2016).

Outro mal referente às usinas hidrelétricas é relacionado às populações que moram perto dessas obras, principalmente os ribeirinhos, que tem sua área de vivência destruída. Como aconteceu com a Usina Hidrelétrica de Belo Monte, inaugurada em 2016, a super-obra com potência instalada de 11.233 megawatt causou problema aos povos ribeirinhos da região do Rio Xingu que, segundo o Instituto Socioambiental, anos depois, em 2018, o Conselho Ribeirinho do Xingu apresentou ao governo e à Norte Energia, em Brasília, sua proposta de retorno para as margens do rio, de onde foram expulsos pela construção da hidrelétrica. Eles reivindicam a criação do território ribeirinho, no Pará.

5.4 Intermitência das energia Renováveis

Um dos maiores desafios que envolvem a maioria das energias renováveis está relacionado à intermitência desse tipo de energia, com exceção da heliotérmica e hidrelétricas que não são do tipo fio d'água, — O problema de intermitência se deve ao fato de que não é possível realizar o controle (aumento ou redução) de geração, principalmente diante do aumento da demanda no consumo da energia elétrica. Isto ocorre, pois ainda não existem tecnologias que podem controlar a força e o momento que vão surgir os ventos, a quantidade e intensidade da radiação solar e etc. Portanto, a geração é variável e não totalmente previsível, pois depende de questões climáticas.

Isto tem gerado desafios para o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), que tem como responsabilidade coordenar a geração e distribuição de energia elétrica no país. Ainda de acordo com Lopes (2015):

Com a introdução das fontes renováveis intermitentes (tais como as energias solar e eólica) na produção de energia elétrica, devido à sua elevada variabilidade e difícil previsão aumentou o desafio para garantir a estabilidade e fiabilidade do sistema elétrico. Esta alteração de paradigma levou a uma maior necessidade de serviços de sistema. (Lopes, 2015).

Lopes (2015), aponta ainda que ao mesmo tempo que existem os problemas de intermitência, existem também avanços tecnológicos sendo feitos no que se diz respeito às tecnologias de armazenamento, cada vez mais eficiente e de valores mais reduzidos, que acabam por permitir a utilização da energia em vários tipos de aplicações.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o estudo desenvolvido pretendeu-se entender a atual Matriz Energética do Brasil, com foco na utilização das fontes de energia renováveis e os impactos socioambientais gerados. A partir da pesquisa bibliográfica foi possível perceber a importância de fontes renováveis no processo energético do país.

Para alcançar o objetivo e uma melhor compreensão do tema foi necessário adotar dois objetos de estudo. O primeiro objeto tratou da explanação da matriz energética brasileira e a sua vantagem na disponibilidade de potencial para produção energética de maneira renovável, o que coloca o país numa posição confortável quando comparado com o cenário internacional.

O segundo objeto de estudo analisado consistiu em sintetizar a importância das fontes de energia renováveis e mostrar um breve panorama da sua atuação na geração energética do Brasil. Nessa perspectiva, foi trabalhado separadamente os três principais tipos de geração de energia renovável em potencial: a energia eólica, a solar e a hidráulica. Obviamente, por se tratar de recursos naturais e da interferência do homem na natureza, foram encontrados alguns empecilhos para a maior viabilização dessa produção energética, que passam desde alterações no meio ambiente, até problemas que envolvem a instabilidade derivada da intermitência.

Contudo, o desenvolvimento energético da nação brasileira ainda não atinge níveis suficientes para transformar sua matriz em majoritariamente renovável, mesmo com fatores geográficos favoráveis. Todavia, foi possível perceber que o Brasil, além dos aspectos promissores a uma maior produção de energia limpa, preocupa-se em realizar estudos para aumentar essa geração da maneira mais viável, econômica e sustentável, surgindo como uma esperança de uma matriz energética cada vez mais renovável.

Portanto, espera-se que essa pesquisa sirva como a luz inicial para formação de discussões futuras acerca da sustentabilidade da matriz energética brasileira e com isso incentive a busca pelas possíveis soluções das problemáticas que ainda impedem a maior participação da base renovável no quadro energético do Brasil.

7 REFERÊNCIAS

Atlas do Potencial Eólico Brasileiro. Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL), Brasília, 2001.

Brasil avança em ranking mundial de energia renovável. Agência EY, 2021.

Disponível em:

<https://www.ey.com/pt_br/agencia-ey/noticias/brasil-avanca-em-ranking-mundial-de-energia-renovavel#:~:text=O%20pa%C3%ADs%20subiu%20quatro%20posi%C3%A7%C3%B5es,o%20%C3%ADder%20na%20Am%C3%A9rica%20Latina>. Acesso em: 29 de nov. de 2022.

Brasil sobe para a sexta posição em ranking internacional de capacidade de energia eólica onshore. Governo Federal, Brasil, 2022. Disponível em:

<<https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2022/04/brasil-so-be-para-a-sexta-posicao-em-ranking-internacional-de-capacidade-de-energia-eolica>>. Acesso em: 07 de dez. de 2022.

Elgamal, G. N. G., & Demajorovic, J. (2020). As barreiras e perspectivas para geração de energia elétrica por painéis solares fotovoltaicos na matriz energética brasileira. *Rev. Gest. Ambient. e Sust. - GeAS*, 9(1), 1-28, e17157. Disponível em:

<<https://doi.org/10.5585/geas.v9i1.17157>>. Acesso em: 07 de dez. de 2022.

Energia Solar Fotovoltaica: Impactos Ambientais. Portal Solar. Disponível em:

<<https://www.portalsolar.com.br/energia-solar-fotovoltaica-impactos-ambientais>>. Acesso em: 02/11/2022.

Estudo Geral Universidade de Coimbra ano. Disponível em: <<https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/40488>>. Acesso em: 12/10/2022. Sérgio Augusto Seixas Lopes: TECNOLOGIAS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA PARA FORNECIMENTO DE SERVIÇOS DE SISTEMA.

FIGUEIREDO, Filipe Papa de. Armazenamento de Energia Solar e Eólica por Usinas Hidráulicas Reversas: Uma Solução para o Brasil? Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2021. Disponível em:

<<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/53593/53593.PDF>>. Acesso em: 10 de nov. 2022.

GALBIATTI-SILVEIRA, Paula. Energia e mudanças climáticas: impactos socioambientais das hidrelétricas e diversificação da matriz energética brasileira. *Opinião Jurídica*, Universidad de Medellín, vol. 17, núm. 33, pp. 123-147, 2018.

Disponível em: <<https://www.redalyc.org/journal/945/94557966006/html/#B20>>. Acesso em: 07 de dez. de 2022.

Gil, Antônio Carlos, 1946- Como elaborar projetos de pesquisa / Antônio Carlos Gil. — 3. ed. — São Paulo : Atlas, 1991.

GONG, J. The construction of wind turbine generator system. In: Gong J, editor. A technical guideline for wind turbine generator system. Beijing, China: China Machine Press. p. 4-120, 2004.

IBERDROLA. O que é a energia eólica, como ela se transforma em eletricidade e quais são suas vantagens? Disponível em: <<https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/energia-eolica#:~:text=A%20energia%20e%C3%B3lica%20%C3%A9%20aquela%20obtida%20a%20partir%20da%20for%C3%A7a%20do%20vento.&text=O%20processo%20de%20extra%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A9,dita%20energia%20mec%C3%A2nica%20em%20el%C3%A9trica>>. Acesso em: 03/11/2022.

IBERDROLA. O QUE É ENERGIA HIDRELÉTRICA. Disponível em: <<https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/o-que-e-energia-hidreeletrica#:~:text=A%20energia%20hidrel%C3%A9trica%20%C3%A9%20aquela,se%20origina%20na%20pr%C3%B3pria%20%C3%A1rea.>>. Acesso em: 03/11/2022.

KALDELLIS, J. K.; GARAKIS, K.; KAPSALI, M. Noise impact assessment on the basis of onsite acoustic noise immission measurements for a representative wind farm. Renewable Energy, v. 41, p. 306-314, 2012.

KEITH, D.W et al. The influence of large-scale wind power on global climate. Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America, v. 101, n. 46, p. 16115-16120, 2004.

Matriz Energética e Elétrica. Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 28 de nov. de 2022.

National Energy Grid Brazil. GENI. Disponível em: <http://www.geni.org/globalenergy/library/national_energy_grid/brazil/index.shtml>. Acesso em: 29 de nov. de 2022.

O que é Energia Heliotérmica? Onegreen .Disponível em: <<https://onegreen.com.br/o-que-e-energia-heliotermica/>>. Acesso em: 02/11/2022

PAIVA, Ian Aquino. Energia e tipos fundamentais de energia. Docplayer. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/78287984-1-1-1-energia-e-tipos-fundamentais-de-energia-energia-interna.html>>. Acesso em: 06 de dez. de 2022.

PINTO, Lucía Iracema Chipponelli; MARTINS, Fernando Ramos; PEREIRA, Enio Bueno. O mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais. SciELO, dezembro, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/5b77GB9j4yPTzkS4pjxyhVH/?lang=pt>>. Acesso em: 07 de dez. 2022.

Plano Nacional de Energia 2050. Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 2022. Disponível em:

<<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-d-e-Energia-2050>>. Acesso em: 07 de dez. 2022.

Por que a energia eólica é tão importante para o Brasil? Full Energy, 23/03/2021. Disponível em: <<https://fullenergy.grupomidia.com/por-que-a-energia-eolica-e-tao-importante-para-o-brasil/>>. Acesso em: 03/11/2022.

Ribeirinhos atingidos por Belo Monte exigem retomar seu território. Instituto Socioambiental, 09/02/2018. Disponível em: <<https://site-antigo.socioambiental.org/pt-br/noticias-socioambientais/ribeirinhos-atingidos-por-belo-monte-exigem-retomar-seu-territorio>>. Acesso em: 03/11/2022.

Revista Univap, 2017. Disponível em: <<https://revista.univap.br/index.php/revistaunivap/article/view/714>>. Acesso em: 08/12/2022. João Paulo Minardi de Azevedo, Raphael Santos do Nascimento e Igor Bertolino Schram: ENERGIA EÓLICA E IMPACTOS AMBIENTAIS: UM ESTUDO DE REVISÃO.

ROY, S.B.; TRAITÉUR, Justin J. Impacts of wind farms on surface air temperatures. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 107, n. 42, p. 17899-17904, 2010.

SAMPAIO, Keila Regina Alves; BATISTA, Valmir. O atual cenário da produção de energia eólica no Brasil: Uma revisão de literatura. Research, Society and Development, v. 10, n. 1, 2021. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/12107/10881/161077>>. Acesso em: 07 de nov. 2022.

Schipitoski, Kelly. Estudo comparativo de tecnologias de armazenamento de energia produzida a partir de fontes renováveis. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2022. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/235853>>. Acesso em: 05 de dez. 2022.

SILVA FARIAS, Márcia Regina Farias da; SILVA, Ítalo Henrique Monteiro da; CARVALHO, Rodrigo Guimarães de. Energias renováveis: o Parque Eólico de São Cristóvão, município de Areia Branca (RN) - Brasil. Revista de Geografia e Ordenamento do Território, nº 22, 2021. Disponível em: <<http://cegot.org/ojs/index.php/GOT/article/view/1013>>. Acesso em: 08 de dez. 2022.

SOVACOOOL, Benjamin K. The avian benefits of wind energy: A 2009 update. Renewable Energy, v. 49, p. 19-24, 2013

TOLMASQUIM, Mauricio T.; GUERREIRO, Amílcar; GORINI, Ricardo. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. SciELO, novembro, 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/nec/a/HHYKXDgchzv4n4gNfRhqnwK/?lang=pt>>. Acesso em: 05 de dez. 2022.

Tudo sobre a matriz energética e a matriz elétrica do Brasil. Portal Solar. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/matriz-energetica-e-eletrica-brasileira>>. Acesso em: 28 de nov. de 2022

ZAPAROLLI, Domingos. Ventos promissores a caminho. Revista Pesquisa Fapesp, 2019. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/ventos-promissores-a-caminho/#:~:text=O%20potencial%20de%20gera%C3%A7%C3%A3o%20de,atual%20de%20energia%20do%20Brasil>>. Acesso em: 07 de dez. 2022.