



Latin American Journal of Energy Research – Lajer (2022) v. 9, n. 2, pp. 11–17
<https://doi.org/10.21712/lajer.2022.v9.n2.p11-17>

Marco regulador da matriz elétrica Brasileira *Regulatory framework for the Brazilian electricity matrix*

Anderson Ítalo Freire¹, Isabel Lausanne Fontgalland^{2,*}

¹ Aluno do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, campus Campina Grande, PB, Brasil

² Professora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, campus Campina Grande, PB, Brasil

*Autor para correspondência, E-mail: isabelfontgalland@gmail.com

Received: 02 November 2022 | Accepted: 02 December 2022 | Published online: 24 December 2022

Resumo: Atualmente, a necessidade de preservação do meio ambiente e de seus respectivos componentes tomou conta dos debates em todos os níveis que pudesse ser abrangido. O diálogo em torno desta temática se faz essencial, tendo em vista que os efeitos da extrema exploração do meio ambiente são fortemente visíveis em todos os aspectos. Destarte, o objetivo deste artigo é apresentar o caso das usinas eólicas no Brasil através dos seus marcos regulatórios, desde o implemento do Proeólica em 2002 até a elaboração da regulamentação da energia eólicas offshore em 2022. Este artigo é um estudo de caso com quatro seções, na primeira delas, há uma descrição da matriz elétrica do Brasil com destaque para as fontes mais representativas; na segunda seção há uma descrição do setor eólico nacional, destacando-se a extensão dos parques e a evolução de sua capacidade instalada. Na terceira seção há toda descrição do processo regulatório de energia, considerando o Proeólica, o Proinfa, e o PL 567/2021. Por fim, o artigo traz as discussões sobre os resultados observados neste artigo.

Palavras-chave: Brasil, eólica, marco regulatório.

Abstract: Currently, the need to preserve the environment and its components has taken over the debates at all levels that could be covered. Dialogue around this theme is essential, given that the effects of extreme exploitation of the environment are strongly visible in all aspects. Thus, the objective of this article is to present the case of wind farms in Brazil through their regulatory frameworks, from the implementation of Proeólica in 2002 to the elaboration of the regulation of offshore wind energy in 2022. This article is a case study with four sections. In the first one, there is a description of the electricity matrix in Brazil, highlighting the most representative sources; in the second section there is a description of the national wind sector, highlighting the extension of the parks and the evolution of their installed capacity. In the third section there is a description of the energy regulatory process, considering Proeólica, Proinfa, and PL 567/2021. Finally, the article discusses the results observed in this article.

Keywords: Brazil, wind power, regulatory Framework.

1. Introdução

A composição das matrizes energéticas globais determina fortemente o grau de busca pela substituição ou manutenção de fontes de energia, sejam elas renováveis ou fósseis, tendo em vista que a energia é um importante insumo consumido tanto na cadeia de produção dos países mais industrializados quanto nos países ainda em fase de industrialização e também considerando-se que a matriz energética mundial é predominantemente usuária de fontes não renováveis como carvão, petróleo, gás e urânio para energia nuclear (Barbieri, 2007). Após os períodos¹ conhecidos como choque do petróleo, a busca pela redução dos impactos ambientais causados desde a primeira revolução industrial e a substituição do próprio petróleo como fonte de energia, por outras fontes que fossem renováveis e mais baratas, desencadeou um movimento

¹ 1973 – 1974.

mundial que culminou na elaboração de metas e objetivos a serem cumpridos pelas nações, para que se pudesse reverter o processo de degradação ambiental já existente (Simas e Pacca, 2013).

Desde o fim do século XX, os encontros de nações realizados com a finalidade de promover políticas globais que reduzissem os impactos da exploração de fontes não renováveis de energia se tornaram mais frequentes, como a ECO 92 e as COP², e desde então foram elaboradas uma série de diretrizes direcionadas aos países-membros da Organização das Nações Unidas, dentre essas diretrizes, está previsto uma substituição da produção de energia proveniente de petróleo e carvão e um crescimento e desenvolvimento da produção de energia proveniente de fontes renováveis e limpas, como por exemplo, as fontes eólica e solar, que já são destaques em países como Estados Unidos, China, Alemanha, Índia e o Brasil (ABEEÓLICA, 2021) (IEA, 2020).

Mundialmente, a matriz elétrica da maioria dos países ainda é predominantemente baseada em fontes fósseis, o que contrasta com as discussões feitas em torno da sustentabilidade. Em 2019, cerca de 9,9 milhões de GWh foram gerados a partir de carvão mineral no mundo, logo em seguida aparece o gás natural, com 6,4 milhões de GWh, enquanto a energia gerada por força dos ventos soma apenas 1,4 Milhão de GWh (IEA, 2019).

No Brasil, as fontes de energia são variadas, entretanto, grande parte da energia produzida é proveniente de águas, ou seja, a fonte hídrica é a majoritária e enfrenta resistência dos setores mais ecológicos, considerando-se as grandes áreas que são alagadas e a necessidade de um volume constante de águas em reservatórios para que a produção de energia não decaia. Uma outra parte da energia é proveniente de fontes não limpas e não renováveis, como gás, óleo e carvão, que além de poluentes, são caras, e uma outra parte é totalmente renovável, limpa e mais barata, oriunda das eólicas, dos solares, e das usinas de biomassa.

Após os períodos de apagões que atingiram o Brasil em 2001/2002, o governo federal adotou medidas para conter a crise energética através da redução do consumo industrial e residencial mediante pagamento de multa em caso de não cumprimento da determinação (Barbieri, 2007), houve também a criação do Proinfa³ e Proeólica⁴, que favoreceu a produção de energia renovável no país, principalmente em relação à energia eólica, quando observou-se as potencialidades nacionais para tal geração.

2. Metodologia

Este artigo utiliza o estudo de caso, por metodologia. Os estudos de caso são muito importantes no sentido de fornecer uma análise sobre um determinado fenômeno dentro de uma área específica (Zanella, 2011). Muitos autores versam sobre os estudos de caso, e quase todos eles convergem sobre os métodos e materiais que contribuem à esta metodologia; Gil (2002, p. 54) diz que essa metodologia de estudo de caso reluz sobre um estudo profundo e detalhista de um determinado assunto(s), utilizando-se de diversos objetos ou de um objeto. Já Sátyro e D’Albuquerque (2020, p. e55634) dizem que “*os estudos de caso constituem uma dentre as várias estratégias de pesquisa existentes e, como tal, apresentam características, vantagens e limitações próprias, sendo mais apropriados em certas condições*”, no contexto desta pesquisa, a necessidade de delineamento do setor eólico mediante as suas condicionantes regulatórias são essenciais.

Para elaborar este artigo, foram utilizadas fontes técnicas produzidas pelo Ministério de Minas e Energia, também pela Associação Brasileira de Energia Eólica, artigos internacionais e nacionais. Como critério fundamental, a data das publicações foi tomada em conta e muitos artigos anteriores à 2018 não foram selecionados, bem como as produções técnicas das entidades nacionais, que seguiram o mesmo critério. Com relação às normativas e leis, apenas as atualizações mais recentes que porventura ocorreram, é que foram incorporadas a este artigo

Dadas as bases metodológicas que compõem o corpo desta pesquisa, apresentam-se pelo menos quatro fases da elaboração do artigo, sendo elas:

- Seleção e triagem de material que se adequa aos critérios pesquisa;
- Análise sucinta do conteúdo presente nos materiais e adequação às seções do artigo;
- Redação da pesquisa com base nos fatos expostos pela etapa anterior;
- Apresentação dos novos conhecimentos obtidos em virtude da exploração dos materiais.

² Conferência das Partes; COP.

³ Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia, criado por lei em 2002.

⁴ Programa emergencial de energia eólica, criado por lei em 2001.

2.1 Matriz elétrica do Brasil

As fontes de energia limpa e sustentáveis estão presentes em diversas matrizes elétricas, bem como as energias que são fósseis e não renováveis, no Brasil essa característica não é diferente, deste modo é preciso observar o potencial dessas fontes de energias para fazer as escolhas certas. No ano de 2021, a capacidade instalada de produção de energia elétrica em todos os setores de energia aqui no Brasil era de aproximadamente 182,5 GW, sendo 21,6 GW de origem eólica (EPE, 2021).

Embora seja um índice relativamente expressivo, toda essa capacidade de produção elétrica eólica correspondia somente a 10,6% da capacidade de geração elétrica nacional naquele ano, o que colocava a produção de energia eólica bem atrás da capacidade de geração hidrelétrica - 56,8% -; e de gás natural - 12,8% - (EPE, 2021). É notório que a capacidade de geração eólica representa uma parcela importante de geração de energia nacional no ano de 2021, entretanto, quando se faz uma comparação com o total nacional, essa produção se faz pequena, é o que mostra o Gráfico 1.

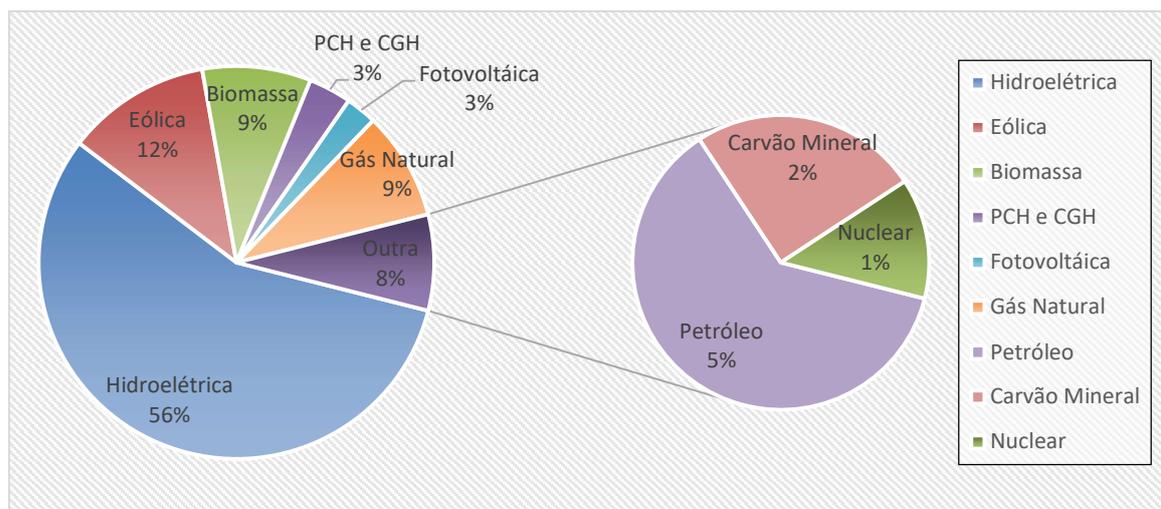


Gráfico 1. Composição da Matriz Elétrica do Brasil em 2021. Fonte: Elaboração própria a partir de (ABEEÓLICA, 2021)

Em comparação, as duas fontes de energia limpa mencionadas aqui, leia-se a eólica e a solar, têm uma grande diferença em suas fontes primárias de geração, já que a luz do sol não brilha durante um determinado tempo e a força dos ventos cessa por algum tempo. Em comparação, a potência de produção de energia eólica é superior à de produção de energia, mesmo quando as duas fontes primárias estão presentes. Em 2021, o Brasil fechou o ano com 686 usinas eólicas – a maioria delas operando em conjunto –, número bem inferior ao número de usinas termelétricas que é de 2.005, as usinas eólicas são superiores ao de conjuntos fotovoltaicos – 22 –, porém é inferior ao número de hidrelétricas, que alcançam 739 usinas.

Nesse aspecto, compara-se a capacidade instalada e a capacidade de produção de energia dessas fontes, como pode ser observado pela capacidade instalada no Sistema Interligado Nacional – SIN ao final do ano de 2019 totalizava 162 GW, dos quais 108,3 GW (66,9%) são de usinas hidrelétricas, 36,5 GW (22,5%) são de usinas termoelétricas e nucleares e 17,2 GW (10,6%) são de eólicas e fotovoltaicas (ONS, 2021).

Embora a matriz energética seja um pouco diversificada, é preciso observar o potencial de geração de energia elétrica nas mais diversas fontes; nesse sentido, é fundamental destacar o tamanho do Brasil e quantos potenciais o país tem em termos de geração de energia.

2.2 Características do setor eólico

O setor eólico nacional teve, ao fim do ano de 2021, um total de 795 usinas e 21,57 GW de potência eólica instalada, isso representa um crescimento de mais de 21% de potência de geração quando se compara dezembro de 2021 e dezembro de 2020, ano em que capacidade instalada era de 17,75 GW (ABEEÓLICA, 2021). No Brasil, as áreas de maiores incidências de ventos cujas forças são ótimas para implantação de parques eólicos se estendem do interior oeste do estado da Bahia, meio norte de Minas Gerais, agreste de Pernambuco e da Paraíba, Seridó da Paraíba e do Rio Grande do Norte, além da faixa norte litorânea do estado do Ceará, litoral do Rio Grande do Norte e da Paraíba. No Norte, o extremo norte de Roraima, no Centro-oeste, a fronteira do Mato Grosso e Paraguai, no Sudeste, o interior de São Paulo, divisas do Paraná e Santa Catarina, faixa leste do Rio Grande do Sul e região dos pampas gaúcho (Amarante et al., 2001).

O Brasil possui cerca de 795 parques eólicos, a maioria deles em estados do Nordeste, tanto que dos doze estados com parques eólicos em funcionamento, os cinco com maior geração no ano de 2021 foram da supracitada região: Rio Grande do Norte (21,23 TWh), Bahia (21,15 TWh), Piauí (9,10 TWh), Ceará (7,91 TWh) e Rio Grande do Sul (5,63 TWh) (ABEEÓLICA, 2021). Entretanto, é importante destacar que essas usinas estão operando em conjunto, por isso aparecem em número reduzido nos informes da ONS, esse mecanismo de operação em conjunto possui uma definição, de acordo com o ONS:

Um conjunto de usinas conectadas fora da rede básica será constituído quando um grupo de usinas totalizar uma injeção de potência significativa em uma determinada subestação do SIN, com impacto na fronteira da rede básica [...] A constituição de um conjunto visa atender principalmente os processos relativos a estudos elétricos, observando o impacto na segurança da rede de operação, nas fases de planejamento e programação da operação, assim como a pré-operação e a operação em tempo real (ONS, 2021).

Dessa forma, nota-se que a geração de energia eólica no Brasil é direcionada pelo ONS como a geração proveniente dos parques ou usinas eólicas que estão instaladas nos estados e que possuem integração com o SIN em determinados pontos. Com esse destaque, é evidente que alguns estados possuirão grandes conjuntos eólicos e outros estados possuirão grandes usinas que não operam em conjuntos, e ainda há um destaque a ser feito com relação aos parques cujas capacidades de operação ainda não foram outorgadas, já que estes parques não podem ser contabilizados devido a não operação, como demonstra a Tabela 1.

Tabela 1. Maiores parques e usinas de geração de energia eólica do Brasil. Fonte: Adaptado de (ONS, 2021).

Estado	Ponto de conexão	Usina/Conjunto	Geração média 2020 (MW)	Geração média 2021 (MW)	Potência nominal (MW)	Garantia física (MW)
RS	S. V. do Palmar 2 - 525 kV	Santa Vitória do Palmar	212,4	196,2	582,79	218,9
BA	Ourolândia II - 230 kV	Umburanas	185,4	169,3	360	213,3
BA	Irecê - 230 kV	Gentio do Ouro I	142,3	140,4	303	138
BA	Senhor do Bonfim II - 230 kV	Folha Larga	19,3	106	344,4	184,7
BA	Ourolândia II - 230 kV	Campo Largo	140,8	131,8	326,7	166,5
PI	Currá Novo Piauí - 230 kV	Araripe III	128,2	59,6	357,9	178,5
PI	São João do Piauí - 500 kV	Lagoa dos Ventos 2	0,1	69,5	241,2	123,7
BA	Morro do Chapéu II - 230 kV	Serra da Babilônia	99,5	111,6	309,95	14.628,4
PI	Currá Novo do Piauí - 230 kV	Chapada III	100,2	79,4	231,6	111
BA	Juazeiro II - 230 kV	Delfina	110,6	102,3	209,4	114,4

Nos dados acima, pode-se notar o quão robusto são os parques eólicos no Brasil, mas vale fazer o destaque: os parques eólicos precisam de um ponto de conexão com o Sistema Interligado Nacional, o SIN. Os parques e usinas não possuem conexão direta entre si, exigindo pontos específicos que os conectem ao Sistema Interligado Nacional, garantindo que a energia gerada seja utilizada e transferida para outras operadoras no país. Sobre a energia eólica, a ligação é feita em, pelo menos, 52 pontos específicos em todo o Brasil (EPE, 2021), como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Pontos de conexão com a rede básica de energia – 10 maiores pontos. Fonte: Adaptado de (ONS, 2021).

Estado	Parque – Cidade	Potência Instalada (MW)	%
RN	João Câmara III - 138 kV	1.440,86	8,28
PI	Curral Novo do Piauí - 230 kV	1.194,30	6,87
BA	Ourolândia II - 230 kV	942,90	5,42
BA	Morro Chapéu II - 230 kV	853,05	4,90
PI	São João do Piauí - 500 kV	720,15	4,14
CE	Pecém II - 230 kV	702,90	4,04
RN	Açu III - 500 kV	691,86	3,98
RS	S. V. do Palmar 2 - 525 kV	582,79	3,35
PE	Garanhuns II - 230 kV	555,72	3,19
BA	Senhor do Bonfim II - 230 kV	495,60	2,85

Dentro do contexto analisado até então, chega-se propriamente aos parques e usinas instalados no Brasil.

2.3 Marco regulatório da energia eólica

O princípio da geração eólica no Brasil iniciou-se em Fernando de Noronha com a instalação de uma turbina eólica, mas é necessário que se apresente as razões pelas quais esse modelo se tornou forte ao longo dos anos e porque ela se destaca tanto na região Nordeste. A princípio, o ponto de partida é a crise energética vivida nos anos 2001 e 2002, onde o governo acabou adotando medidas de racionamento de energia elétrica em todos os setores da economia do país, e logo após esse período, o marco regulatório no setor energético e a instalação do gabinete de gestão dessa crise proporcionaram mudanças substanciais no setor.

A entrada do Brasil [...] na rota do circuito produtivo de energia eólio-elétrica deveu-se, entre outros fatores, à reestruturação do sistema elétrico nacional promovida, em 2003, a partir da implantação de um novo marco regulatório para o setor elétrico. (ANEEL, 2015)

Somado a estes fatores, a criação da PROEÓLICA também foi decisiva na construção de uma matriz eólica no país, visto que a situação exigia uma mudança urgente nos modelos de produção de energia. De acordo com o artigo 20 da Resolução nº 24, de 5 de julho de 2001, a responsabilidade pela geração de até 1.050 MW exclusivamente a partir de fontes eólicas era da ELETROBRÁS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A –, além de garantir que essa energia fosse interligada ao sistema interligado nacional, para fins de evitar problemas de abastecimento de energia (BRASIL, 2001). Diante desses dois pontos - os mais importantes no pontapé inicial da energia eólica - nota-se que o governo precisou agir de forma a favorecer o desenvolvimento do setor eólico em virtude dos acontecimentos dos anos 2001 e 2002.

Também através do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA, por meio da Lei nº 10.438/2002, o governo propiciou a diversificação da matriz energética nacional e fomentar o mercado interno para o uso dessa fonte, bem como o desenvolvimento de pequenas centrais hidrelétricas (PCH) e de empreendimentos termelétricos movidos a biomassa (Bezerra, 2019), em sua maioria movida à bagaço de cana de açúcar.

Através dos anos, muitas medidas também foram adotadas para induzir a produção de energia, e em 2021 um projeto de lei para regulamentação das eólicas Offshore foi pautado na câmara federal do Brasil, o objetivo dessa lei é sobre o aproveitamento de bens da União para geração de energia a partir de empreendimento offshore, utilizando-se a área do mar territorial do Brasil, da plataforma continental, da Zona Econômica Exclusiva (ZEE) ou de quaisquer outros corpos de água que estejam no domínio da União (Brasil, 2021). Esse PL versa também sobre as condições econômicas as quais os empreendimentos devem estar submetidos, passando por uma avaliação técnica e econômica, com o objetivo de dar subsídio à formação dos prismas energéticos dos Brasil, bem como a análise de viabilidade e das externalidades desses empreendimentos, além da compatibilidade e integração dos empreendimentos com as demais atividades locais, a depender da região de instalação (Brasil, 2021).

Neste contexto, é importante também destacar o papel dos marcos regulatórios no fator econômico, uma vez que a instalação e manutenção dos parques eólicos são propulsores econômicos nas regiões onde se pretendem realizar empreendimentos eólicos. Um ponto importante a ser observado é a quantidade de consumidores existentes no Brasil, e isso é um dado que muito importa, pois, a criação de marcos regulatórios, como os aqui mencionados, visa ampliar a oferta de energia no mercado nacional. De 2012 até 2020, a classe consumidora residencial teve um acréscimo de 3,1 milhões de consumidores, o que representou um aumento de 21,3% (Freire e Fontgalland, 2022).

3. Conclusões

Dada a importância da existência de marcos regulatórios e da boa execução deste mecanismo, certifica-se que muitas ações podem conduzir ao desenvolvimento de diversas áreas, e que isso não é diferente na geração de energia renovável, principalmente na energia eólica, onde a necessidade de desenvolvimento depende diretamente da atuação do governo, seja através do investimento próprio ou através do investimento privado. Neste aspecto, podemos observar que o desenvolvimento da energia eólica se deu em um momento importante do país, onde a necessidade de levar energia a todos os locais, conciliada com a necessidade de redução dos impactos ambientais, levou ao implemento da matriz energética com a energia eólica.

É notório que o implemento de marcos regulatórios foi de profunda importância para o desenvolvimento dos parques eólicos no Brasil, entretanto, é preciso observar os limites que possivelmente possam ser impostos sobre o setor. A constatação é de que ações governamentais são de extrema importância em setores incipientes, como era o setor eólico há alguns anos, e isso é fruto de um planejamento que realmente funciona. Futuramente, outras pesquisas nos mesmos moldes podem ser publicadas no sentido de verificar como a nova lei de eólicas *offshore* mudou o caráter evolutivo da energia eólica no Brasil em um novo aspecto de exploração.

Referências bibliográficas

ABEEÓLICA (2021) *Boletim Anual dados 2021*, São Paulo: ABEEólica.

Amarante, OACD, Brower, M, Zack, J e Sá, ALD (2001) *Atlas do Potencial Eólico Brasileiro*. Brasília, DF: s.n.

ANEEL (2015) *Resolução Normativa nº 660/2015*. Módulo 2: Revisão Tarifária Periódica das Concessionárias de Distribuição - Perdas de Energia.

Barbieri, JC (2007) *Gestão ambiental empresarial: Conceitos, modelos e instrumentos*. São Paulo: Saraiva.

Bezerra, FD (2019) ‘Energia eólica no Nordeste’. *Caderno Setorial ETENE*, Issue 66.

Brasil (2001) Resolução nº 24, de 05 de Julho de 2001. Jul.

Brasil (2021) Projeto de lei nº 576, de 2021. Lei de regulamentação das eólicas offshore. *Empresa de Pesquisa Energética*, 2021. Balanço Energético Nacional 2021: Ano base 2020, Rio de Janeiro: EPE.

EPE (2021) *Empresa de Pesquisa Elétrica*. [Online] Available at: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/anoario-estatistico-de-energia-eletrica> [Acesso em 1 setembro 2021].

EPE, EEdP (2021) *Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2021*, Brasília, DF: s.n.

Freire, AI e Fontgalland, IL (2022) ‘Perspectivas e desafios econômicos da geração de energia eólica na região Nordeste’. *Research, Society and Development*, 16 01, 11(1), p. e5891125429.

Gil, AC (2002) *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4ª Edição ed. São Paulo: Atlas.

IEA (2019) *Energy Statistics Data Browser*. [Online] Available at: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=WORLD&fuel=Electricity%20and%20heat&indicator=ElecGenByFuel> [Acesso em Outubro 2022].

IEA, IEA (2020) *Data Browser Fuel Energy*. [Online] Available at: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=ElecGenByFuel> [Acesso em Outubro 2022].

ONS, ONdSE (2021) Boletim Mensal de Geração Eólica, s.l.: s.n.

Sátyro, NG D e D'Albuquerque, RW (2020) ‘O que é um Estudo de Caso e quais as suas potencialidades?’. *Revista Sociedade e Cultura*, Volume 23, p. e55631.

Simas, M e Pacca, S (2013) Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. São Paulo: Estud. av.

Zanella, LCH (2011) Metodologia de pesquisa. 2ª edição revisada e atualizada ed. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC.