

POTENCIAL DA ENERGIA EÓLICA E A PERSISTÊNCIA DAS EMISSÕES DE CO₂ NO BRASIL: ANÁLISE DE UM CENÁRIO EM EXPANSÃO

MARIA EDUARDA TOLENTINO DUARTE¹; ARIANE FERREIRA PORTO ROSA²

¹Universidade Federal de Pelotas– dudatduarte@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas– ariane.ferreira@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A degradação ambiental e as mudanças climáticas, as quais estão sendo influenciadas e intensificadas pelo comportamento antrópico, estão aparecendo de modo mais rotineiro na mídia, em discussões de governos e cientistas (Moreira *et al.*, 2013, Pinto; Martins; Ferreira, 2017). Um dos principais contribuintes para esse cenário, é a queima de combustíveis fósseis para a geração de energia, que acaba liberando grandes quantidades de CO₂ (dióxido de carbono) na atmosfera e, sendo assim, esses recursos são denominados como não renováveis (Nobre; Reid; Veiga, 2012, Nascimento *et al.*, 2020). Existem algumas alternativas ao uso de combustíveis fósseis, entre elas a produção de energia eólica. A energia eólica teve visibilidade crescente a partir da década de 1970, quando as crises do petróleo impulsionaram a procura para segurança no fornecimento de energia e a redução da dependência da importação de combustíveis fósseis (Lavezzo, 2016, Simas; Pacca, 2013).

Atualmente, existem duas modalidades de energia eólica, a *onshore* (em terra), que geram energia após a implementação de parques eólicos em terra e a *offshore* (no mar) que geram energia após a instalação de parques em alto mar (Carvalho, 2017). No Brasil, foi observado o potencial eólico no início dos anos 1990 e houve a instalação das primeiras turbinas eólicas do país e a avaliação técnica do potencial eólico tem, como premissa, um estudo detalhado do comportamento dos ventos, sendo estes referentes à intensidade da velocidade e à direção do vento, ainda, é preciso examinar agentes que influenciam nos ventos, tais como rugosidade do solo, relevo e demais obstáculos presentes na localidade de interesse de instalação do empreendimento (Freisleben; Picinatto, 2013, Ferreira Junior; Rodrigues, 2015). Desta maneira, a energia eólica surge como uma opção de energia limpa, para amenizar a degradação do ambiente causados pelas energias não renováveis, que emitem CO₂, mudando os processos produtivos e a matriz energética, aliado a ideia de se adequar ao desenvolvimento sustentável (Cunha *et al.*, 2019).

Diante deste contexto, o presente estudo tem como objetivo realizar uma análise dos parques de energia eólica no Brasil e a relação da emissão de dióxido de carbono, por intermédio de dados numéricos e visuais.

2. METODOLOGIA

Buscando atingir os objetivos deste estudo, foi realizada uma pesquisa bibliográfica nas bases de dados do Google Acadêmico e no Periódicos Capes, a partir dos quais, prioritariamente, se obteve material no período dos últimos 10 anos. Além disso, foram consultados livros, outras revistas especializadas e a plataforma Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG). Complementarmente, conduziu-se uma pesquisa documental, abarcando leis, decretos e boletins informativos, como o da ABEEólica- Associação Brasileira de Energia Eólica. Os dados históricos da emissão anual de CO₂ no Brasil, nos anos de 2020, 2021 e 2022 foram obtidos através dos dados da plataforma SEEG- Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, que é uma plataforma criada a partir da iniciativa do Observatório do Clima (OB). O OB faz o monitoramento de emissões de gases de efeito estufa fornecendo estimativas anuais do Brasil, estados e municípios, podendo a pesquisa ser delimitada por setores, que se dividem em: Energia, Agropecuária, Processos Industriais, Resíduos e Mudança e Uso de Terras e Florestas, sendo o setor selecionado para o estudo o da Energia, que tem como categoria a agropecuária, comércio, produção de combustíveis, indústria e geração de eletricidade, esse apenas dos serviços públicos (SEEG, 2024). Para a análise do número de parques eólicos no Brasil, utilizou-se os boletins anuais da Associação Brasileira de Energia Eólica, uma instituição fundada em 2002, sem fins lucrativos, que une e representa a indústria de energia eólica do Brasil, além de incluir as empresas de toda a cadeia produtiva, totalizando um pouco mais de 150 até o momento (ABEEólica, 2020, ABEEólica, 2021, ABEEólica, 2022, ABEEólica, 2023, ABEEólica, 2024). Após, houve o download do mapa do Brasil- Unidades de Federação 2022, em formato *shapefile*, do portal de mapas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o IBGE (IBGE, 2022). Por fim, foi realizado o download do mapa no QGIS versão 3.34, ali processadas e empregados marcadores para sinalizar, por Estado, o número de parques para, deste modo, ser realizada a visualização, verificação e comparação com os dados quantitativos de emissão de dióxido de carbono.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Brasil tem uma área de 8.510.417,77 km² e com uma população de um pouco mais de 200 milhões de habitantes (IBGE, 2022). Na avaliação do SEEG, em 2020 o país emitiu, por conta da geração de energia para diferentes finalidades, 387.412.259 CO₂e (t) GWP-AR5 (quantidade de dióxido de carbono equivalente por tonelada), valor que subiu para 434.325.178 CO₂e (t) em 2021 e em 2022 diminuiu para 412.486.071 CO₂e (t). Quanto a geração de novos parques de energia eólica, em 2020, 2021 e 2022, haviam 686, 795 e 904, respectivamente, demonstrando um aumento de 24% no número de parques eólicos.

Embora o crescimento dos parques eólicos seja um indicativo positivo de que o Brasil está diversificando sua matriz energética, esse avanço ainda não foi suficiente para contrabalançar as emissões de CO₂ oriundas de fontes de energias fósseis. Não há nenhuma Lei que regule as energias eólicas *offshores*. Todavia, no decorrer dos últimos anos para desenvolvimento dessa energia no mar, houve algumas regras, como o TR (Termo de Referência) do Ibama, sob número de processo 02007.003499/2019-91, que cabe aos processos com expressivo impacto ambiental e vai sendo adaptado conforme a especificidade tanto do projeto como também da região em que está localizado. O TR tem como finalidade, através de suas diretrizes e critérios técnicos gerais, amparar a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o tocante Relatório de Impacto Ambiental (Rima), com o objetivo de amparar o processo de licenciamento ambiental prévio do Ibama

(IBAMA, 2020). Em 2022, o Decreto nº 10.946 e, posteriormente, a Portaria Normativa nº 52/GM/MME estabeleceu as normas e procedimentos complementares, dispondo, basicamente, sobre a cessão planejada que fica por conta do Ministério de Minas e energia, o qual tem competência reconhecida pelo Decreto, estabelecendo os prismas (locais) a serem explorados e a cessão independente o particular interessado na cessão de uso irá apresentar requerimento ao Ministério de Minas e Energia apresentando seu interesse no prisma solicitado (Brasil, 2022). Como supracitado, não há nenhuma Lei que regulamente o *offshore*, apenas projetos, como o que tramita desde 2018, o Projeto de Lei 11247/2018, que tem o intuito de alterar diversas leis e disciplinar as *offshore*, foi aprovado no final de 2023, encaminhado ao Senado Federal e ainda aguarda apreciação do mesmo (Brasil, 2018).

4. CONCLUSÕES

Este estudo permitiu constatar, que embora o crescimento dos parques eólicos seja um indicativo positivo de que o Brasil está diversificando sua matriz energética, esse avanço ainda não foi suficiente para contrabalançar as emissões de CO₂ oriundas de fontes de energias fósseis, pois a quantidade de emitida por conta da produção de energia e suas finalidades, não diminuiu de maneira proporcional. Logo, é possível deduzir que, apesar do crescimento no número de parques eólicos, a quantidade de energia limpa produzida por estes ainda não foi suficiente para que houvesse a diminuição de CO₂. Observa-se ainda, que deve haver uma intensificação na busca por regulamentação das produções eólicas *offshore* e *onshore*. Em virtude do que foi analisado, recomenda-se que novos estudos sejam feitos analisando separadamente os estados do Brasil, em busca de entender quais estão, por exemplo, com mais parques de energia eólica instalados, mas, mesmo assim, seguem com o aumento na utilização de energias fósseis e suas finalidades, emitindo a atmosfera o CO₂. Recomenda-se também, analisar diferentes variáveis do local como, por exemplo, crescimento ou não da população, o que pode impactar no consumo de energia e produção de CO₂.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEEólica. Boletim Anual. Boletim de Geração Eólica 2020. 2020. Acessado em 20 ago. 2024. Disponível em: https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2022/04/PT_Boletim-Anual-de-Geracao_2020.pdf
- ABEEólica. Boletim Anual. Boletim de Geração Eólica 2021. 2021. Acessado em 20 ago. 2024. Disponível em: https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2022/07/ABEEOLICA_BOLETIMANUAL-2021_PORT.pdf
- ABEEólica. Boletim Anual. Boletim de Geração Eólica 2022. 2022. Acessado em 20 ago. 2024. Disponível em: <https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2023/06/Boletim-de-Geracao-Eolica-2022.pdf>
- ABEEólica. Quem somos. ABEEólica, São Paulo, 2024. Acessado em 20 ago. 2024. Disponível em: <https://abeeolica.org.br/quem-somos/>.
- BRASIL. **Projeto de Lei 11247/2018 de 2018**. Disciplina o aproveitamento de potencial energético offshore; e altera as Leis nºs 9.478, de 6 de agosto de 1997, 10.438, de 26 de abril de 2002, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 14.182, de 12 de julho de 2021, 10.848, de 15 de março de 2004, e 14.300, de 6 de janeiro de 2022. Brasília, DF: Senador Fernando Collor (PTC/AL), 2018. Acessado em 06 fev 2024. Disponível em: PL 11247/2018 — Portal da Câmara dos Deputados - Portal da Câmara dos Deputados (camara.leg.br).

BRASIL. Decreto nº 10.946, de 25 de janeiro de 2022. Dispõe sobre a cessão de uso de espaços físicos e o aproveitamento dos recursos naturais em águas interiores de domínio da União, no mar territorial, na zona econômica exclusiva e na plataforma continental para a geração de energia elétrica a partir de empreendimento offshore. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2022.

BRASIL. **Ministério de Minas e Energia**. Estabelece as normas e procedimentos complementares relativos à cessão de uso onerosa para exploração de central geradora de energia elétrica offshore no regime de produção independente de energia ou de autoprodução de energia, de que trata o art. 5º, inciso I, do Decreto nº 10.946, de 25 de janeiro de 2022. Acessado em 20 ago. 2024. Disponível em: <https://encurtador.com.br/34wZy>.

CARVALHO, I.F. **Energia eólica offshore: potencial e desafios de implantação**. 2017. 47f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica e Informática, Universidade Federal de Campina Grande.

CUNHA, E.A.A. et al. ASPECTOS HISTÓRICOS DA ENERGIA EÓLICA NO BRASIL E NO MUNDO. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.8, n.4, p.689-697, 2019.

FERREIRA JUNIOR, J.C.G.; RODRIGUES, M.G. Um estudo sobre a energia eólica no Brasil. **Ciência Atual-Revista Científica Multidisciplinar do Centro Universitário São José**; Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p.02-13, 2015.

FREISLEBEN, A.P.; PICINATTO, A.C. O papel da indústria nacional de equipamentos para energia eólica na sustentabilidade. **Revista Geoaraguaia**, Barra do Garças, v.2, n.1, p.77-95, 2013.

IBAMA. Termo de Referência Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental EIA/RIMA: complexos eólicos marítimos (offshore). Brasília, 2020. Acessado em 24 jan. 2024. Disponível em: <https://encurtador.com.br/dvEoq>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Brasil- Unidades de Federação 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Escala 1:250.000. Acessado em 29 ago. 2024. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/porta1.php#mapa223826>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

LAVEZZO, C.A.L. Fontes de energia. **Revista Eletrônica Gestão em Foco**. Amparo, p.102, 2016.

MOREIRA, R.N. et al. WIND ENERGY IN THE BACKYARD OF OUR HOUSE?! ENVIRONMENTAL PERCEPTION OF SOCIAL AND ENVIRONMENTAL IMPACTS IN THE INSTALLATION AND OPERATION OF A PLANT IN THE COMMUNITY OF THE SITE IN CUMBE ARACATI-CE. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v.2, n.1, p.45-73, 2013.

NASCIMENTO, T. S. dos S. et al. Percepção dos impactos socioambientais da energia eólica no Sertão Paraibano. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.8, n.2, p.99-109, 2020.

NOBRE, C.A; REID, J.; VEIGA, A.P.S. Fundamentos científicos das mudanças climáticas. **Rede Clima/INPE**, São José dos Campos, p.44, 2012.

PINTO, L.I.C.; MARTINS; F.R.; PEREIRA, E.B. O mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 12, n. 6, p. 1082-1100, 2017.

SEEG – Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, Observatório do Clima. Disponível em: <https://seeg.eco.br/>. Acesso em 23 de ago. 2024.