

Energia eólica, desertificação e legislação ambiental no Rio Grande do Norte, Brasil

Wind energy, desertification and environmental legislation in Rio Grande do Norte, Brazil

Energía eólica, desertificación y legislación ambiental en Rio Grande do Norte, Brasil

Talles Rodrigo Barbosa de Aquino

Mestrando em Administração, UFERSA, Brasil.
tallesrodrigo100@hotmail.com

Eronildes Zacarias da Costa Filho

Mestrando em Administração, UFERSA, Brasil.
eronildes-filho@hotmail.com

Thyago de Melo Duarte Borges

Professor Doutor, UFERSA, Brasil.
thyago.melo@ufersa.edu.br

Thomas Edson Espíndola Gonçalves

Professor Doutor, UFERSA, Brasil.
thomas.goncalo@ufersa.edu.br

RESUMO

Este artigo parte do pressuposto de que a transição energética e a proteção das Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASDs) devem ser integradas, já que a implementação de usinas renováveis não é desprovida de impactos socioambientais e que, no Rio Grande do Norte, as fontes eólica e solar estão em expansão, podendo se configurar como uma ação antrópica que contribui para a desertificação. Apesar disso, pouca ação concreta tem sido realizada no Brasil no que se refere ao enfrentamento do problema, que é reconhecido e consta até mesmo no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 15. Diante disto, o estudo tem como objetivo analisar de que forma a legislação e instrumentos normativos aplicáveis à indústria de geração centralizada de energia por fonte eólica incorporam a proteção a áreas suscetíveis a desertificação no RN, como forma de combate à desertificação. A pesquisa se caracteriza como qualitativa e se utiliza de métodos de pesquisa bibliográfica e análise documental, analisando documentos legais e normativos que regem a área ambiental no âmbito federal e estadual. Nos resultados é observado que poucos dispositivos legais tratam do tema desertificação, a maioria trata de temas correlatos, como degradação do solo, desmatamento, florestas, recursos hídricos etc. Mas apenas esses temas são insuficientes para abordar a desertificação como um todo, pois não incorporam outros aspectos desse processo, como questões sociais, econômicas e culturais.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Eólica. Impactos Ambientais. Desertificação. Legislação Ambiental.

SUMMARY

This article is based on the assumption that the energy transition and the protection of Areas Susceptible to Desertification (ASDs) must be integrated, since the implementation of renewable plants is not devoid of socio-environmental impacts and that, in the Grande do Norte River, wind sources and solar are expanding, and could be configured as an anthropic action that contributes to desertification. Despite this, little concrete action has been taken in Brazil with regard to tackling the problem, which is recognized and is even included in Sustainable Development Goal 15. In view of this, the study aims to analyze how legislation and instruments Regulations applicable to the centralized wind energy generation industry incorporate the protection of areas susceptible to desertification in RN, as a way of combating desertification. The research is characterized as qualitative and uses bibliographic research and document analysis methods, analyzing legal and normative documents that govern the environmental area at the federal and state levels. The results show that few legal provisions address the issue of desertification, the majority deal with related issues, such as soil degradation, deforestation, forests, water resources, etc. But these themes alone are insufficient to address desertification as a whole, as they do not incorporate other aspects of this process, such as social, economic and cultural issues.

KEYWORDS: Wind Energy. Environmental impacts. Desertification. Environmental legislation.

RESUMEN

Este artículo parte del supuesto de que la transición energética y la protección de Áreas Susceptibles a la Desertificación (ASD) deben integrarse, ya que la implementación de plantas renovables no está exenta de impactos socioambientales y que, en el río Grande do Norte, Las fuentes eólicas y solares se están expandiendo, y podrían configurarse como una acción antrópica que contribuya a la desertificación. A pesar de esto, en Brasil se han tomado pocas acciones concretas para abordar el problema, reconocido e incluso incluido en el Objetivo de Desarrollo Sostenible 15. Ante esto, el estudio tiene como objetivo analizar cómo la legislación y los instrumentos normativos aplicables al sistema centralizado La industria de generación de energía eólica incorporará la protección de áreas susceptibles a la desertificación en la RN, como forma de combatir la desertificación. La investigación se caracteriza por ser cualitativa y utiliza métodos de investigación bibliográfica y análisis documental, analizando documentos legales y normativos que rigen el área ambiental a nivel federal y estatal. Los resultados muestran que pocas disposiciones legales abordan el tema de la desertificación, la mayoría aborda temas relacionados, como la degradación del suelo, la deforestación, los bosques, los recursos hídricos, etc. Pero estos temas por sí solos son insuficientes para abordar la desertificación en su conjunto, ya que no incorporan otros aspectos de este proceso, como las cuestiones sociales, económicas y culturales.

PALABRAS CLAVE: Energía eólica. Impactos ambientales. Desertificación. Legislación medioambiental.

1 INTRODUÇÃO

Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) materializam uma preocupação crescente e global pela superação de problemas como a pobreza, fome, desigualdades, dentre outros e pela proteção do ambiente e do clima, dentre outros aspectos. Nesse sentido, o ODS 7 visa assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todas e todos. Para isso, possui como uma das metas o aumento substancial da participação das energias renováveis na matriz energética e o fomento a tecnologia de energias limpas até 2030 (ONU, 2015).

No Brasil, em 2002, foi criado o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), por meio da Lei nº 10.438/2002, com o principal objetivo de aumentar a participação das fontes renováveis de energia, dentre elas a eólica. O programa também planejava atender a 10% do consumo anual de energia elétrica através da produção proveniente de eólica, pequenas centrais hidrelétrica e biomassa (Brasil, 2002). Pela Lei nº 12.783/2013, foi criada a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) para fomentar o desenvolvimento energético dos Estados e tornar mais competitiva a energia produzida por fontes eólica, termossolar, fotovoltaica e outras fontes renováveis (BRASIL, 2013). Para Adami, Antunes e Dawson (2022) o desenvolvimento do setor eólico no Brasil se destacou principalmente após o Proinfa e a criação do sistema de leilões em 2009.

Em 2022, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a matriz elétrica mundial, ou seja, aquela que representa as fontes disponíveis para geração de energia elétrica, era composta em grande parte por combustíveis fósseis (carvão mineral, gás natural e petróleo) que representavam 60% da matriz. Enquanto o Brasil, no mesmo ano, possuía expressiva participação da fonte hidráulica (61,9%) e eólica (11,8%), que em conjunto com outras fontes renováveis chegaram a representar mais de 80% da matriz elétrica nacional (EPE, 2023).

Dados de julho de 2023 demonstram que a energia eólica já representa 14% da geração de energia elétrica no Brasil e a solar 5%. 10 anos atrás, a fonte eólica tinha participação de 2% e a solar não tinha participação no Sistema Interligado Nacional (SIN) (CCEE, 2023). O nordeste brasileiro possui posição de destaque na geração de energia eólica e solar (ABEEólica, 2022) e o Rio Grande do Norte (RN) possuía em julho de 2023 a maior capacidade instalada de energia eólica (8.806 MW) e o segundo estado com mais usinas eólicas (267), possuindo, ainda, 15 usinas fotovoltaicas com capacidade instalada de 461 MW (CCEE, 2023).

Apesar de o país estar conseguindo dar andamento à agenda de transição energética, como pode-se perceber pelo aumento expressivo do uso das fontes eólica e solar, alguns estudos sugerem contradições em torno da produção elétrica por essas fontes, como é o caso de Hofstaetter (2016) e Costa (2015) que analisaram a problemática no RN e verificaram não só que um desenvolvimento local muitas vezes pautado pela implementação das usinas não estava se concretizando, como também havia exposição a vulnerabilidade socioambiental de comunidades no entorno de parques eólicos.

Oliveira, Sellitto e Flores, (2022), Junior *et al.* (2021) e de Junior *et al.* (2020) destacam a dimensão de possíveis impactos da implantação de usinas de energia eólica em territórios de produção agrícola. Assim como Feitosa *et al.* (2022) observam que a capacidade de produção agrícola familiar pode estar sendo reduzida em detrimento do arrendamento de terras para produção de energias renováveis no RN.

Além dessa problemática decorrente da exploração energética, o RN também lida com o risco de desertificação de seu território pois está em sua maior parte localizado em Área Suscetível à Desertificação (ASD), no Semiárido brasileiro. A desertificação, caracterizada pela perda das propriedades produtivas do solo, ocorre tanto por fatores naturais como antrópicos, ou seja, pela ação humana (MMA, 2007; BURITI; BARBOSA, 2022; ROXO; MACHADO, 2016).

Um dos núcleos de desertificação, área em grave processo de degradação, abrange municípios do RN em fronteira com a Paraíba (PB) (chamado de núcleo Seridó), comprovando alta vulnerabilidade desses estados. Buriti e Barbosa (2022) alertam que as ASDs são locais que podem vir a se tornar deserto a depender do seu nível de degradação no processo histórico de uso do solo. Em levantamento realizado em 2022, foram analisados pela primeira vez alertas de desmatamento específicos em áreas de empreendimentos eólicos e usinas fotovoltaicas (RAD, 2022), comprovando a degradação causada pela atividade, ainda que muito inferior à degradação por outros fatores no país, como a agropecuária.

Nesse contexto, ao passo que o Brasil, por meio de instrumentos legais e políticos, criou um cenário propício à ampliação da exploração de energia eólica e solar, a atuação estatal pode ser também fundamental para o controle do processo de desertificação, como citam Costa *et al.* (2016) ao destacarem que instrumentos legais e programas governamentais buscam guiar ações de prevenção e de recuperação de áreas degradadas e suscetíveis a desertificação. Exemplo disso é o Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAN-Brasil, que materializa uma preocupação do Ministério do Meio Ambiente com essa temática desde 2005, ano de sua publicação (BRASIL, 2005). Assim como a mais recente Lei nº 13.153/2015 que Institui a Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, dentre outras previsões (BRASIL, 2015).

No entanto, vale salientar que Buriti e Barbosa (2022) consideram que a capacidade institucional da maioria dos municípios do Semiárido brasileiro, ou seja, a estrutura necessária para colocar em prática as ações governamentais tais como políticas públicas, é ainda inadequada para lidar com problemas ambientais complexos. Esses autores revelam que poucos municípios possuem plano de contingência para enfrentamento da seca, por exemplo, expondo a falta de planejamento desses governos locais.

Este trabalho parte do pressuposto de que as ações em torno da transição energética e da proteção das ASDs devem ser integradas, já que a implementação de usinas para geração centralizada de energia por fonte eólica e solar não é desprovida de impactos socioambientais e que, no RN, essas fontes estão em forte expansão, podendo se configurar como uma ação antrópica que contribui para a desertificação. Esta abordagem integrada da problemática da demanda energética e da proteção dos recursos terrestres representaria, assim, uma visão holística dos ODSs, em especial o ODS 15 – Vida terrestre (que inclui o combate à desertificação) e o ODS 7 – Energia limpa e acessível.

Partindo-se, ainda, do papel do Estado na regulamentação dos assuntos ambientais e no papel dos instrumentos legais e normativos para direcionar a atuação empresarial, questiona-se: como a legislação ambiental e instrumentos normativos pertinentes a empreendimentos de energia eólica levam em consideração a situação e necessidade de proteção das Áreas Suscetíveis à Desertificação no RN?

1.1 Objetivos

- a) Geral: analisar de que forma a legislação e instrumentos normativos aplicáveis à indústria de geração centralizada de energia por fonte eólica incorporam a proteção a Áreas Suscetíveis a Desertificação no Rio Grande do Norte, Brasil como forma de combate à desertificação.
- b) Específicos:
 - i) Compreender principais impactos e externalidades da geração de energia eólica;
 - ii) Compreender o processo de desertificação no Brasil e no Rio Grande do Norte e sua relação com ações antrópicas, como a geração de energia por fonte eólica;
 - iii) Identificar como dispositivos presentes em instrumentos legais e normativos pertinentes a empreendimentos de energia eólica representem alguma proteção de Áreas Suscetíveis à Desertificação no Rio Grande do Norte.

2 METODOLOGIA

A pesquisa possui natureza qualitativa e se utiliza de análise bibliográfica e documental. A análise documental pode ser realizada com diversas fontes, “diferentes documentos, não somente o texto escrito, uma vez que excluindo livros e matérias já com tratamento analítico, é ampla a definição do que se entende por documentos incluindo-se dentre eles, leis, fotos, vídeos, jornais, etc” (JUNIOR *et al.*, 2021, p. 37), podendo ser utilizada tanto em abordagens quantitativas como qualitativas. Na abordagem qualitativa que realiza a análise documental, tal etapa “consiste na obtenção de informações significativas que irão possibilitar a elucidação do objeto de estudo e contribuir na solução dos problemas de estudo propostos” (JUNIOR *et al.*, 2021).

Para Junior *et al.*, (2021, p. 38) a pesquisa que utiliza análise documental busca ainda “identificar informações factuais nos documentos” a partir de questões de interesse. Na presente pesquisa, a análise documental que utilizará como fonte de dados leis e demais instrumentos normativos ambientais regulatórios de energia eólica irá revelar dispositivos que materializam nesses documentos a regulamentação estatal sobre o tema de interesse, qual seja: a incorporação de proteção de ASDs em implementações de usinas eólica.

Os dados documentais utilizados para realização da pesquisa, dentre eles destacando-se leis, decretos, resoluções e instruções normativas, foram selecionados através dos seguintes critérios:

- a) Legislação pertinente que incide em licenciamento para implantação e operação de empreendimentos que produzem energia elétrica: para esse levantamento, foram consultados Relatórios de Impacto Ambiental – RIMA e Estudos de Impacto Ambiental – EIA disponíveis no sítio eletrônico do Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente – IDEMA do Rio Grande do Norte. Foram encontrados 50 documentos relacionados a empreendimentos de energia eólica e 20 de energia solar fotovoltaica. Após obter os mais recentes de cada categoria (datados de 2023), os itens sobre legislação ambiental pertinente foram lidos e, a partir deles, foi elaborada a lista inicial de documentos a serem analisados. Apesar do recorte estadual da pesquisa, vale salientar que há normativos federais que também podem incidir no âmbito estadual e por isso foram selecionados.

b) Critérios de exclusão: diante do objetivo de analisar especificamente a incorporação de instrumentos legais referente a desertificação na legislação aplicável a empreendimentos de energia eólica, cada documento da lista inicial obtida na etapa a) anterior foi consultado e foram excluídos aqueles que não apresentavam pelo menos alguma das palavras-chave: “desertificação”, “degradação” “desmatamento”, “solo”, “eólica”, “solar”, “fotovoltaica” e “eletricidade”. Documentos cuja ementa citava expressamente “licenciamento” foram selecionados para análise independente de conter ou não as palavras-chave, tendo em vista que o objetivo da pesquisa é a análise de regulamentações, incidindo diretamente nos licenciamentos. Documentos norteadores também foram selecionados sem aplicação de critérios de exclusão devido sua importância para estabelecer diretrizes gerais, tais como Constituição Estadual, Política Estadual/Nacional de Meio Ambiente, Política Florestal etc. Com isso, chegou-se à lista final de 23 documentos a serem analisados.

Os instrumentos normativos listados conforme o item b) foram lidos integralmente, registrando-se em quadro se o tema desertificação estava presente em algum dispositivo, se sim, em quais deles, com um breve resumo do que se tratava. Foram registradas, ainda, considerações gerais sobre os temas que se relacionam com a problemática da desertificação, tais como dispositivos sobre áreas degradadas, desmatamento, preservação de florestas etc.

3 IMPACTOS DA ENERGIA EÓLICA

A produção energética associada às fontes de energia renovável reflete estratégias essenciais para um planejamento elétrico e sustentável que assegurem a competitividade econômica, aliada à redução dos impactos ambientais e à igualdade social. O planejamento da produção elétrica no Brasil tem focado principalmente nas dimensões econômica e social, sendo o aspecto social também considerado relevante, entretanto, preterido em algumas decisões (SENA, 2016).

O estado do Rio Grande do Norte apresenta um grande potencial de geração de energia renovável, principalmente nas áreas de energia eólica e solar, "O estado lidera a produção de energia eólica no Brasil" (OLIVEIRA; SELLITTO; FLORES, 2022, p. 109). No entanto, “apesar de serem consideradas “energias limpas”, não estão imunes a impactos ambientais” (SENA, 2016, p. 20). As energias renováveis eólica e fotovoltaica geralmente têm impactos ambientais menores em comparação com as fontes de energia convencionais, como carvão e petróleo. No entanto, elas não estão isentas de impactos.

Barbosa Filho *et al.* (2015) enumeram esses impactos nos três grupos apresentados a seguir:

- a) Principais impactos sobre o meio físico: alteração e/ou degradação da paisagem; geração de resíduos sólidos e riscos de contaminação do solo; alterações na qualidade do ar; geração ou acirramento de processos erosivos e alterações do comportamento hídrico e do fluxo hidrológico superficial;
- b) Principais impactos sobre o meio biótico: modificação dos ciclos de desenvolvimento da fauna e da flora; perda de cobertura vegetal; alteração da dinâmica dos ecossistemas locais; diminuição de potencial ecológico;
- c) Principais impactos sobre o meio socioeconômico: geração de emprego e renda; crescimento da economia local e aumento da arrecadação tributária; aumento do

fluxo de veículos; consumo de materiais - pode haver breves períodos de escassez de determinados materiais; melhoria na segurança; confiabilidade e oferta de energia elétrica.

O desmatamento e a erosão do solo, fatores de grande influência no processo de desertificação, de acordo com Azevedo, Nascimento e Schram (2017, p. 104), são “fatores de extrema preocupação durante a construção de um parque eólico, pois algumas atividades, tais como escavação, fundação e construção de estradas, podem afetar o bio-sistema local”.

A resolução CONAMA nº 279/2001 (simplifica os procedimentos ambientais para a instalação de empreendimentos elétricos com impacto ambiental de pequeno porte), de acordo com Barbosa Filho *et al* (2015, p. 638), “não define o que é pequeno impacto ambiental, trazendo, portanto, uma insegurança jurídica para os técnicos, quanto a quem deve determinar o que é pequeno porte: se o próprio técnico ou o texto legal”. Deixando assim uma insegurança jurídica e ambiental a respeito da instalação de parques eólicos e fotovoltaicos.

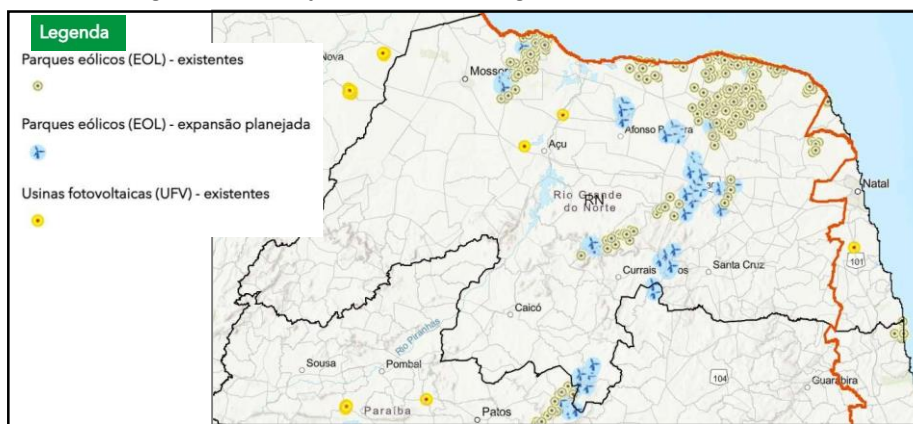
Em relatório publicado pelo MAPBiomias acerca do desmatamento nos biomas do Brasil, ficou evidenciado necessidade de atenção para o caso da Caatinga, em especial devido a identificação de um aumento de alertas de desmatamento na categoria de outros vetores de pressão, na qual estão incluídos empreendimentos de energia eólica e solar e linhas de transmissão. Ainda segundo o documento, “foram contabilizados pelos analistas do MapBiomias pelo menos 69 alertas em áreas de empreendimentos eólicos, totalizando 1.087,8 ha, e 23 alertas em áreas de usinas fotovoltaicas, totalizando 3.203,48 ha” (RAD, 2022).

O desmatamento por outros vetores no Brasil passou de 7.123 ha em 2019 para 77.003 ha em 2022. De modo geral, a Caatinga teve aumento de 31,7% no desmatamento em 2022 em relação a 2021. Ao passo que só no último ano (2021-2022) a representatividade da energia eólica na geração de energia elétrica no país cresceu 9,6% e, no nordeste, esse crescimento foi de 12% (ABEEólica, 2022). Diante dos dados, a iniciativa da sociedade civil denominada Articulação do Semiárido Brasileiro já compreende que o aumento do desmatamento e de empreendimentos para geração de energia eólica/solar podem agravar a desertificação na região e enviaram carta ao Presidente da República na qual requerem uma “energia verdadeiramente limpa para um semiárido vivo!”, alertando que as terras estão se tornando improdutivas (ASA, 2023, p. 1).

Essa iniciativa popular representa a sobreposição da indústria energética em territórios já fragilizados por diversas questões socioambientais. A **Figura 1** a seguir demonstram as áreas ocupadas por empreendimentos de geração de energia eólica. Tais áreas correspondem em parte a Áreas Suscetíveis a Desertificação verificadas na **Figura 2**.

Essa sobreposição acende o alerta, portanto, para o fato de que os impactos gerados pela implantação de parques eólicos em territórios já fragilizados e suscetíveis a desertificação possam contribuir para a degradação extrema do solo na região.

Figura 1 - Localização de usinas de energias renováveis no RN.



Fonte: Sudene (2023).

4 DESERTIFICAÇÃO NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO

Após a Conferência das Nações Unidas para o Ambiente e Desenvolvimento, Rio 92, convenções foram firmadas, dentre elas a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação nos Países Afetados por Seca Grave e/ou Desertificação (CNUCD), que reconhece que a desertificação é um problema global e envolve diversas dimensões socioambientais, impactando no desenvolvimento sustentável por relacionar-se com problemas como pobreza, má nutrição, insegurança alimentar e outros ligados a imigração e deslocamento demográfico (ONU, 1997). Essa visão global do problema levou a sua inclusão no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 15 – Vida terrestre, buscando “combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade” (ONU, 2015).

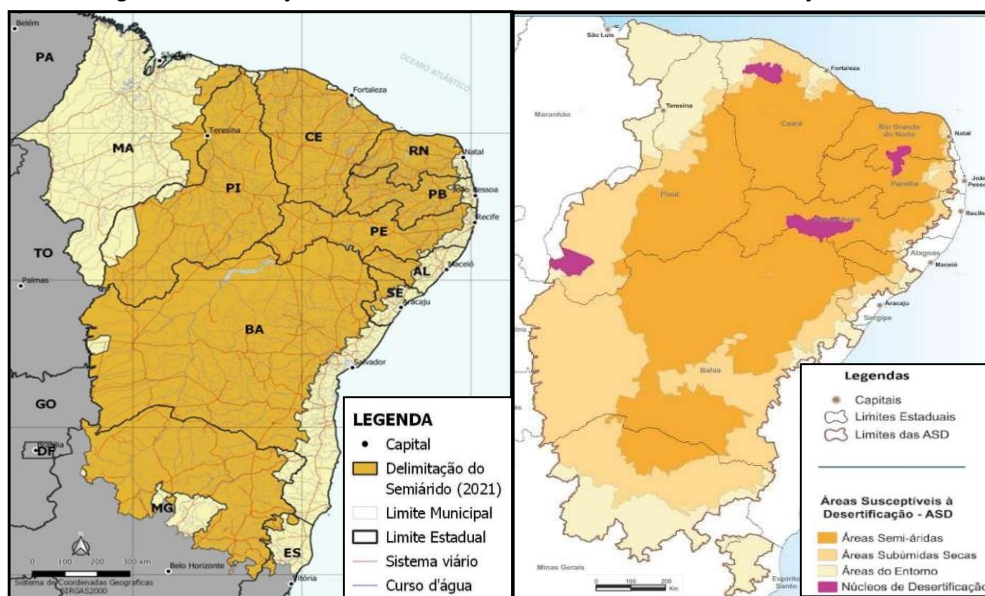
A desertificação é a degradação de terras em regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, decorrente de fatores diversos tais como variações no clima e atividades humanas (ONU, 1997). É resultado de processos físicos, biológicos, históricos, econômicos, sociais, culturais e políticos em diferentes escalas espaciais e temporais e impacta negativamente as populações de áreas afetadas. Esses processos causam desequilíbrios nos principais fatores ecológicos, tais como a vegetação, albedo, temperatura, precipitações, humidade do solo, erosões, que em conjunto com causas indiretas (crescimento demográfico e econômico) e com o contexto global de mudanças climáticas, exercem pressões que condicionam o uso do solo que levam à desertificação (ROXO; MACHADO, 2019).

No Brasil, o território conhecido hoje como região semiárida teve sua primeira menção no arcabouço jurídico na Constituição Federal de 1988, que em seu artigo 159 define o direcionamento de recursos financeiros específicos para o semiárido do Nordeste brasileiro (BRASIL, 1988). Regulamentando esse dispositivo constitucional, a Lei nº 7.827/1989 reitera esse financiamento e define o semiárido como “a região natural inserida na área de atuação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), definida em portaria daquela Autarquia” (BRASIL, 1989). A Sudene atualizou em 2021 a delimitação do semiárido no Brasil com os critérios técnicos e científicos: a) precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800mm; b) Índice de Aridez de Thorntwaite igual ou inferior a 0,50; e c) percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60% considerando todos os dias do ano (SUDENE, 2021).

A **Figura 2** apresenta a delimitação do Semiárido brasileiro pela Sudene (à esquerda) e

Buriti e Barbosa (2022) trazem a delimitação das Áreas Suscetíveis à Desertificação (à direita). Os Núcleos de Desertificação representados na figura representam as áreas mais graves em termos de degradação do solo. Nesses núcleos predomina a presença de manchas no solo caracterizadas pelo solo raso, afloramento rochoso, incapacidade de retenção de água e pouca matéria e nutrientes. Nesses locais há dificuldade de recuperação da vegetação. O processo de desertificação nesses núcleos tende a expandir-se às áreas vizinhas (BRASIL, 2005).

Figura 2 – Delimitação do Semiárido e das Áreas Suscetíveis a Desertificação.



Fonte: Sudene (2021); Buriti e Barbosa (2022).

Os núcleos podem existir ainda de maneira mais isolada em consequência direta da ação antrópica, como em caso de cultivo intenso e ininterrupto e tomada de terras marginais a rodovias para construção das pistas (MMA, 2005). Buriti e Barbosa (2022) citam como algumas das principais causas antrópicas da desertificação no Brasil: a agropecuária sem manejo adequado; sobrepastoreio; desmatamento; e irrigação, quando desprovida de manejo adequado, na medida em que os solos da região correm o risco de sofrerem salinização, caracterizada pelo excesso de sais minerais que leva a dificuldade para a germinação.

Por outro lado, o Nordeste brasileiro, onde se encontra a maior parte das ASDs, possui destaque relevante no mercado de energia eólica e solar (ABEEólica, 2022) e o estado do Rio Grande do Norte (RN) possui a maior capacidade instalada do país para geração de eletricidade por fonte eólica (8.806 MW), com a segunda maior quantidade de usinas eólicas (267), conforme dados de julho de 2023 (CCEE, 2023). O estado potiguar possui localização geográfica que favorece correntes de vento, seja no litoral ou no interior, sendo considerado o estado com as melhores condições para energia eólica no Brasil (DANTAS *et al.*, 2021).

Roxo e Maxado (2019) descrevem os principais fatores para a desertificação, fatores climáticos, geomorfológicos e fatores humanos. A implementação de parques de energia eólica está enquadrado nos fatores humanos, especialmente pelas pressões exercidas pelas atividades humanas, já que o modo de vida atual demanda cada vez mais energia.

A desertificação do solo tem sido uma problemática global de interesse de toda sociedade, tendo em vista seu potencial para impactar a vida das pessoas através de diversos aspectos econômicos, socioambientais e políticos, como por exemplo pela migração de

populações para terras produtivas ou centros urbanos, possibilitando conflitos socioambientais, evidenciando que não se trata de impactos apenas no meio biofísico (D'ODORICO, 2013).

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quadro 1 - Instrumentos legais e normativos aplicáveis a empreendimentos de energia eólica no RN.

Documento/ementa	Aborda diretamente Desertificação?	Observações
CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988	Não	O Capítulo VI aborda a temática do Meio Ambiente e descreve as principais diretrizes a partir das quais os normativos infraconstitucionais se baseiam. Portanto apenas descreve temas gerais, sem menções ao combate à desertificação.
Lei nº 6.938/81 - Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.	Não	Regulamenta dispositivos da CF88. Estabelece como princípios da Política a recuperação de áreas degradadas e a proteção de áreas ameaçadas de degradação, mas não chega a descrever diretamente ações de combate à desertificação.
Resolução CONAMA nº 01/86 - Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.	Não	Exige Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) para qualquer usina de geração de eletricidade, independente da fonte, acima de 10MW. Estabelece necessidade de diagnóstico ambiental da área de influência do projeto e a definição de medidas mitigadoras de impactos negativos, mas não há diretrizes específicas para combate à desertificação.
Resolução CONAMA nº 462/14 - Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre	Não	Parte do princípio de que a geração por fonte eólica é de baixo potencial poluidor e traz informações sobre o enquadramento dos empreendimentos, que fica a cargo do órgão licenciador. Não traz conteúdo sobre combate à desertificação.
Lei nº 12.651/12 – Código Florestal - Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.	Não	Traz diversos dispositivos visando a proteção da vegetação, tais como para preservação da vegetação nativa, recuperação de áreas degradadas, recuperação de Áreas de Preservação Permanente etc., mas não especifica nenhuma ação diretamente relacionada à desertificação.
Lei nº 9.985/2000 – Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de [...]	Não	Estabelece o conceito de Unidade de Conservação no território nacional. Apesar conter objetivos que incluem a recuperação de ecossistemas degradados, não se observa nenhum dispositivo que trate da desertificação.
Lei nº 6.803/80 - Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências.	Não	Apesar de estar presente na legislação aplicável à energia eólica, esta lei se restringe a definir sobre zoneamento industrial, de modo que a instalação de parques eólicos não implica necessariamente na ocupação dessas zonas. Além disso não há menções sobre desertificação.
Lei nº 12.305/12 – Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.	Não	Traz um tema importante para empreendimentos de geração de energia. Mas apesar de a disposição inadequada de resíduos possuir potencial para gerar alguma degradação do solo que contribua para desertificação, observa-se que a lei não faz tal relação e, portanto, não aborda o tema em questão.
Resolução CONAMA nº 307/02 -	Não	Semelhante à Política Nacional de Resíduos Sólidos,

Estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos [...]		esta resolução se limita a temas diretamente ligados a produção de resíduos, incluindo os gerados nos canteiros de parques eólicos. No entanto não discorre sobre as consequências de tais atividades para processos erosivos e para desertificação.
Lei nº 9.433/97 – Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990 [...]	Não	Esta lei possui foco na proteção dos recursos hídricos de modo geral. Apesar de a salinização do solo devido a degradação da qualidade de recursos hídricos ser um fator que contribui para a desertificação, assim como a própria contribuição dos recursos hídricos para o clima nas regiões semiáridas, esses temas não são abordados por este documento.
Lei nº 9.605/1998 - Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.	Não	São estabelecidas sanções para crimes contra a fauna, flora, poluição dentre outros, mas não há menções a qualquer especificação de penalidade diretamente para caso de ações causadores de desertificação ou outras estratégias de enfrentamento.
Lei nº 10.257/2001 - Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.	Não	O Estatuto da Cidade, assim denominada essa lei, estabelece diretrizes para a política urbana nacional, ao passo que em geral os parques eólicos são instalados em áreas rurais. No entanto, trata de temas relevantes para os municípios como um todo, incluindo o urbano e rural, como a elaboração de plano diretor e zoneamentos. Assim como a indústria eólica pode incorporar essas diretrizes ao realizar ações de compensação ambiental no entorno dos parques, como a construção de equipamentos urbanos. Mas no que se refere a desertificação, não há menções relacionadas a esse tema.
Lei Complementar nº 140/2011 - Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações [...]; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981.	Não	Aborda a degradação. A lei destaca em seu Art. 17, § 2º que "Nos casos de iminência ou ocorrência de degradação da qualidade ambiental, o ente federativo que tiver conhecimento do fato deverá determinar medidas para evitá-la, fazer cessá-la ou mitigá-la, comunicando imediatamente ao órgão competente para as providências cabíveis". Essas e outras previsões semelhantes, no entanto, não se configuram com ações organizadas especificamente para enfrentamento da desertificação.
CONAMA nº 009/1987 - Dispõe sobre a obrigatoriedade de realização de Audiências Públicas em licenciamentos ambientais.	Não	A lei não aborda nenhuma palavra-chave, mas vale destacar que se trata de um procedimento inicial para apresentar a sociedade, poder público e demais interessados as análises resultantes do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Desse modo, apesar de não estruturar estratégias de enfrentamento à desertificação, a participação social que essa norma estabelece pode contribuir positivamente para a preservação das ASDs ao envolver a dimensão social.
CONAMA nº 279/2001 - estabelecer procedimento simplificado para o licenciamento ambiental, com prazo máximo de sessenta dias de tramitação, dos empreendimentos com impacto ambiental de pequeno porte, necessários ao incremento da oferta de energia elétrica no País.	Não	A resolução aborda a palavra eólica, normatizando que "Art. 1º Os procedimentos e prazos estabelecidos nesta Resolução, aplicam-se, em qualquer nível de competência, ao licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental, aí incluídos: IV - Usinas Eólicas e outras fontes alternativas de energia". No entanto não abordando o que seriam esses pequenos impactos.
CONAMA nº 303/2002 - Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.	Não	A lei define Áreas de Preservação Permanente e outros espaços territoriais especialmente protegidos, mas não aborda diretamente a desertificação.
Resolução CONAMA nº 369/2006 -	Não	A lei não aborda desertificação, no entanto, informa

define os casos excepcionais em que o órgão ambiental competente pode autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP para a implantação de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social, [...]		sobre autorização de intervenção ou supressão de vegetação em APP, a lei deixa claro algumas áreas que não podem ser exploradas e o motivos que permitem a exploração, a exemplo de utilidade pública, interesse social, baixo impacto ambiental, a inexistência de risco de agravamento de processos como enchentes, erosão ou movimentos acidentais de massa rochosa, entre outros.
Instrução Normativa IPHAN nº 001/2015 - Estabelece procedimentos administrativos a serem observados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional nos processos de licenciamento ambiental dos quais participe.	Não	Determina a participação do pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN, quando instado a se manifestar nos processos de licenciamento ambiental federal, estadual e municipal em razão da existência de intervenção na Área de Influência Direta - AID do empreendimento em bens culturais acautelados em âmbito federal. Porém não menciona desertificação.
Resolução CONAMA nº 357/2005 - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e [...]	Não	Não aborda desertificação, apenas relata sobre efluentes que passam pelo solo, plantações e irrigação. A resolução ser voltada para o tratamento, controle e cuidados com a água. Se relaciona indiretamente à desertificação já que a salinidade do solo é um agravante ocasionado pela má qualidade da água.
Constituição do Estado do Rio Grande do Norte	Não	Traz diretrizes gerais na área ambiental, o que subsidia a elaboração de outras normas inferiores na esfera estadual, mas não trata de desertificação.
Lei Complementar nº 272/2004 - [...] Política e o Sistema Estadual do Meio Ambiente, as infrações e sanções administrativas ambientais, as unidades estaduais de conservação da natureza, institui [...] [Estadual]	Não	Estabelece condições necessárias para o desenvolvimento sustentável no Estado do Rio Grande do Norte. A lei não aborda diretamente a desertificação, mas é observado a menção indireta através do termo degradação, semelhante ao que ocorre em outros documentos analisados.
Resolução CONEMA nº 02/2014 - Aprova nova versão do Anexo Único da Resolução Conema 04/2006 – Versão Outubro/2011 e revoga a Resolução Conema 02/2011.	Não	O tema eólica é abordado para classificar o empreendimento e seus impactos no Ar, Água, Solo e/ou Subsolo, sendo no geral considerado um empreendimento de pequeno impacto, mas observa-se que quando se refere ao solo é considerado de médio impacto. No entanto não há menção ao combate à desertificação.
Resolução CONEMA nº 04/2006 - Estabelece parâmetros e critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor/degradador, dos empreendimentos e atividades efetiva ou potencialmente poluidores ou ainda que, de qualquer forma, possam causar degradação ambiental [...]	Não	A mesma foi atualizada pelas resoluções CONEMA 02/2011 e 02/2014, sendo esta última que está válida. A resolução CONEMA nº 04/2006 foi exemplificada dentro da análise da resolução CONEMA nº 02/2014, onde a mesma passou por mudanças e alterações pontuais ao longo do tempo, para melhor normatização da classificação de danos ambientais de acordo com os empreendimentos e seus potenciais poluidor/degradador. Mas não aborda a desertificação.

Fonte: elaborado pelos autores.

6 CONCLUSÃO

Fica evidente que apesar da ausência de dispositivos legais que incorporam diretamente a problemática da desertificação nos instrumentos legais aplicáveis a empreendimentos de energia eólica, há diversos outros que lidam com questões correlatas como a degradação de florestas e vegetação nativa, solos, recursos hídricos etc. Como visto, tais recursos são parte dos aspectos envolvidos em processos de desertificação. No entanto, as regulamentações possuem enfoque em dimensões ambientais, como no meio físico e biótico,

estando ausente a abordagem de aspectos socioeconômicos que estão envolvidos no processo de desertificação.

Desse modo, há fragilidade que pode ser minimizada ao levar-se em consideração, na criação de novas políticas ou revisão das atuais, características sociais decorrentes da desertificação, como a perda de meios de subsistência de populações (devido a perda de produtividade do solo); migração de populações em consequência disso; agravamento de problemas sociais como pobreza e desigualdade, ao migrarem populações de áreas rurais para centros urbanos sem a estrutura adequada; conflitos de diversas naturezas decorrentes desse agravamento de problemas sociais. Além de planejar ações diretamente para a desertificação.

7 REFERÊNCIAS

ABEEólica - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA E NOVAS TECNOLOGIAS. **Boletim anual 2022**. São Paulo: Si, 2022. 19 p. Disponível em: <https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2023/06/Boletim-de-Geracao-Eolica-2022.pdf>. Acesso em: 24 out. 2023.

ADAMI, Vivian Sebben; ANTUNES JR, José Antônio Valle; DAWSON JR, Guillermo Enrique. Public policies and their influence on the development of the wind industry: comparisons between Brazil and China. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v.24, n. 8, p. 2621-2638, 2022.

ASA – Associação do Semiárido Brasileiro. **Carta ao Presidente da República**. 2023. Disponível em: https://www.asabrasil.org.br/noticias?artigo_id=11278. Acesso em: 12 dez. 2023.

AZEVEDO, João Paulo Minardi de; NASCIMENTO, Raphael Santos do; SCHRAM, Igor Bertolino. ENERGIA EÓLICA E OS IMPACTOS AMBIENTAIS: um estudo de revisão. **Revista Uningá**, Maringá, v. 51, n. 1, p. 101-106, mar./abr. 2017. Disponível em: <https://revista.uninga.br/uninga/article/view/1340>. Acesso em: 04 out. 2023.

BARBOSA FILHO, W. P.; FERREIRA, W. R.; AZEVEDO, A. C. S. de; COSTA, A. L.; PINHEIRO, R. B. Expansão da energia solar fotovoltaica no Brasil: impactos ambientais e políticas públicas. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S. l.], v. 4, p. 628–642, 2015. DOI: 10.19177/rgsa.v4e02015628-642. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/3467. Acesso em: 21 set. 2023.

BRASIL. Lei nº 7.827, de 27 de setembro de 1989. **Regulamenta o art. 159, inciso I, alínea c, da Constituição Federal, institui o Fundo Constitucional de Financiamento do Norte - FNO, o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste - FNE e o Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste - FCO, e dá outras providências**. Brasília, DF, 27 set. 1989. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7827.htm. Acesso em: 05 dez. 2023.

BRASIL. Lei nº 10438, de 26 de abril de 2002. **Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) [...]**. Brasília, DF, 26 abr. 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10438.htm. Acesso em: 05 dez. 2023.

BRASIL. Lei nº 12783, de 11 de janeiro de 2013. **Dispõe sobre as concessões de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, sobre a redução dos encargos setoriais e sobre a modicidade tarifária; [...]**. Brasília, DF, 11 jan. 2013. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12783.htm. Acesso em: 05 dez. 2023.

BRASIL. Lei nº 13.153, de 30 de julho de 2015. **Institui a Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca e seus instrumentos; prevê a criação da Comissão Nacional de Combate à Desertificação; e dá outras providências**. Brasília, DF, 30 jul. 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13153.htm. Acesso em: 05 dez. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PANBrasil**. Brasília-DF, 2005, 213p.

BURITI, C. de O.; BARBOSA, H. A. Desertificação e mapeamento de áreas degradadas no Semiárido brasileiro a partir de satélites. **Ensino de Geografia e a Redução do Risco de Desastres em espaço rural e urbano**. São Paulo: Centro Paula Souza, p. 465-483, 2022.

CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (São Paulo). **Geração de energia elétrica**. 2023. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/en/web/guest/dados-e-analises/dados-geracao>. Acesso em: 22 out. 2023.

COSTA, Rafael Fonsêca da. **Ventos que transformam?** Um estudo sobre o impacto econômico e social da instalação dos parques eólicos no Rio Grande do Norte/Brasil. 2015. 211f. Dissertação (Mestrado em Estudos Urbanos e Regionais) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Matriz Energética e Elétrica**. 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abdcenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 12 dez. 2023.

HOFSTAETTER, Moema. **Energia eólica: entre ventos, impactos e vulnerabilidades socioambientais no Rio Grande do Norte**. 2016. Dissertação de Mestrado. Brasil.

JUNIOR, Eduardo Brandão Lima *et al.* Análise documental como percurso metodológico na pesquisa qualitativa. **Cadernos da FUCAMP**, v. 20, n. 44, 2021.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. SANTANA, M. O (Org). **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil**. Brasília: Ed: MMA - Ministério do Meio Ambiente, 2007.

OLIVEIRA, Auris Martins de; SELLITTO, Miguel Afonso; FLORES, Jéferson de Souza. Impactos econômicos, sociais e ambientais da geração de energia eólica em comunidades do Rio Grande do Norte. **Reunir Revista de Administração Contabilidade e Sustentabilidade**, [S.L.], v. 12, n. 4, p. 107-119, 11 dez. 2022. Reunir Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade. <http://dx.doi.org/10.18696/reunir.v12i4.1449>. Disponível em: <https://reunir.revistas.ufcg.edu.br/index.php/uacc/article/view/1449>. Acesso em: 23 set. 2023.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação: nos países afetados por seca grave e/ou desertificação, particularmente na África**. 1997.

RAD - **Relatório Anual de Desmatamento 2022** - São Paulo, Brasil - MapBiomass, 2023 -125 páginas. Disponível em: <http://alerta.mapbiomas.org>.

ROXO, Maria; MACHADO, Carlos. Desertificação. **Catástrofes Mistas**, p. 211-239, 2019.

SENA, Lunardo Alves de. **Impactos e aceitação social de energias renováveis na matriz elétrica brasileira: o caso do Estado do Rio Grande do Norte**. 2016. 154 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa Doutoral em Engenharia Industrial e Sistemas (Pdeis), Universidade do Minho Escola de Engenharia, Guimarães, 2016. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/44974>. Acesso em: 22 set. 2023.

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **SIGMAPAS**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/assuntos/sigmapas>. Acesso em: 12 dez. 2023.

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Resolução condel/sudene nº 150, de 13 de dezembro de 2021. **trata do Relatório Técnico que apresenta os resultados da revisão da delimitação do Semiárido 2021, inclusive os critérios técnicos e científicos, a relação de municípios habilitados, e da regra de transição para municípios excluídos**. 2021.