

OS REFÚGIOS DA BIODIVERSIDADE NO SERIDÓ POTIGUAR – BRASIL FRENTE A INSTALAÇÃO DE PARQUES EÓLICOS

Manoel Cirício Pereira Neto; Damião Valdenor de Oliveira; Joadson Vagner Silva

1. Prof. Dr. Departamento de Geografia, Campus Avançado de Assú, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN); Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO-UERN). E-mail: ciricioneto@uern.br
2. Analista Ambiental do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e mestre em Ecologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). E-mail: valdenor22@gmail.com
3. Mestre em Arqueologia pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Membro do Grupo Seridó Vivo. E-mail: joadsonvagnersilva@gmail.com

Resumo

Esta pesquisa avalia o contexto ambiental da implantação de parques eólicos no estado do Rio Grande do Norte, com foco especial nos refúgios de biodiversidade e nos sítios arqueológicos do Geoparque Seridó. Os resultados indicam conflitos preocupantes resultantes da instalação dos parques eólicos em áreas de alta prioridade para conservação, ressaltando a urgente necessidade de políticas de conservação que harmonizem o desenvolvimento energético com a proteção ecológica dessas áreas críticas. Além disso, sugere-se a criação de unidades de conservação na região, destacando algumas áreas, particularmente nas áreas serranas, tais como exemplo a Serra da Formiga em Caicó e o Complexo de Acari-Carnaúba dos Dantas, como estratégia para atenuar os efeitos das mudanças climáticas e o avanço do processo de desertificação, protegendo a biodiversidade regional e os bens culturais.

Palavras-Chaves: energias renováveis, geoparque seridó, desertificação, energia limpa, brasil.

THE BIODIVERSITY REFUGES AND ARCHAEOLOGICAL HERITAGE OF THE SERIDÓ POTIGUAR IN THE FACE OF WIND PARK INSTALLATIONS

Abstract

This research evaluates the environmental context of the implementation of wind parks in the state of Rio Grande do Norte, with a special focus on biodiversity refuges and archaeological sites in the Seridó Geopark. The results indicate worrying conflicts resulting from the installation of wind parks in areas of high conservation priority, highlighting the urgent need for conservation policies that harmonize energy development with the ecological protection of these critical areas. Furthermore, it suggests the creation of conservation units in the region, pointing out some areas, particularly in the mountainous areas, such as Serra da Formiga in Caicó and the Acari-Carnaúba dos Dantas Complex, as a strategy to mitigate the effects of climate change and the advancement of the desertification process, protecting regional biodiversity and cultural assets.

Keywords: renewable energys, geoparque seridó, desertification, clean energy, brazil

LOS REFUGIOS DE BIODIVERSIDAD Y EL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO DEL SERIDÓ POTIGUAR FRENTE A LA INSTALACIÓN DE PARQUES EÓLICOS

Resumen:

Esta investigación evalúa el contexto ambiental de la implementación de parques eólicos en el estado de Rio Grande do Norte, con un enfoque especial en los refugios de biodiversidad y los sitios arqueológicos del Seridó potiguar. Los resultados indican conflictos preocupantes resultantes de la instalación de parques eólicos en áreas de alta prioridad para la conservación, destacando la urgente necesidad de políticas de conservación que armonicen el desarrollo energético con la protección ecológica de estas áreas críticas. Además, se sugiere la creación de unidades de conservación en la región, señalando algunas áreas, particularmente en las zonas montañosas, como la Serra da Formiga en Caicó y el Complejo de Acari-Carnaúba dos Dantas, como estrategia para mitigar los efectos del cambio climático y el avance del proceso de desertificación, protegiendo la biodiversidad regional y los bienes culturales.

Palabras clave: energias renovables, geoparque seridó, desertificación, energía limpia, brasil.

INTRODUÇÃO

É crescente a demanda energética global e a urgência em diversificar as fontes através de alternativas sustentáveis são alguns dos desafios atuais que despontam atualmente para discussão. O avanço dos parques eólicos e fotovoltaicos é uma resposta às demandas da sociedade e impulsionada não apenas pelo discurso ambiental, mas também pela busca por segurança energética. Trata-se de um cenário em que os investimentos em energias renováveis estão aumentando rapidamente, superando os combustíveis fósseis em breve (IEA, 2023).

Esse contexto tem despertado a necessidade de melhor avaliação dos impactos ambientais negativos, uma vez que ainda existem lacunas consideráveis no reconhecimento sobre os impactos das “energias renováveis” (GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL, 2018; JONES; PEJCHAR; KIESECKER, 2015; COOK *et al.*, 2018). Outrossim, entre alguns dos principais impactos ambientais destacam-se o processo de desmatamento, da erosão e os efeitos na fauna, além de aspectos sociais e políticos (DAI *et al.*, 2015; GOVE *et al.*, 2016; THAXTER *et al.*, 2017). Mais recentemente, Zhang *et al.* (2023) observaram ainda que a construção de estações de energia fotovoltaica afeta as variáveis edáficas, fatores microclimáticos e a vegetação de maneira complexa e dependente do contexto ambiental regional.

No Brasil, a demanda e o crescimento da energia eólica são notáveis, com o país avançando significativamente no ranking mundial, especialmente na região Nordeste, onde aproximadamente 90% da energia eólica é gerada (ANEEL, 2022). Este avanço é impulsionado pelas condições geoambientais da região e seu forte potencial eólico e solar, além de questões técnicas e geopolíticas, o que tem ocasionado implicações e impactos negativos (GORAYEB; BRANNSTROM; MEIRELES, 2019; PESSOA, *et al.*, 2022; MAIA, *et al.*, 2023).

A expansão dos parques eólicos no Nordeste tem se destacado, sobretudo, sobre as algumas regiões costeiras e serranas, essas últimas consideradas de grande potencial eólico e de alta biodiversidade da Caatinga, de considerável importância para a conservação ambiental, além de serem lugares com significância cultural – sendo, portanto, um ponto de conflito iminente. Nesse cenário, Pereira Neto e Silva (2012) destacam que as áreas serranas são consideradas, regionalmente, importantes refúgios da biodiversidade e constituem um desafio político para as ações conservacionistas. A preocupação se torna latente ao considerarmos que a degradação ambiental se intensifica diante à forte fragilidade ambiental e que, regionalmente, se relacionam com o surgimento de manchas de desertificação (PEREIRA NETO; FERNANDES, 2015). Isso sem adentrar a questão das complexidades socioambientais que emergem junto a conflitos que contrapõem a perspectiva de proteção do capital natural.

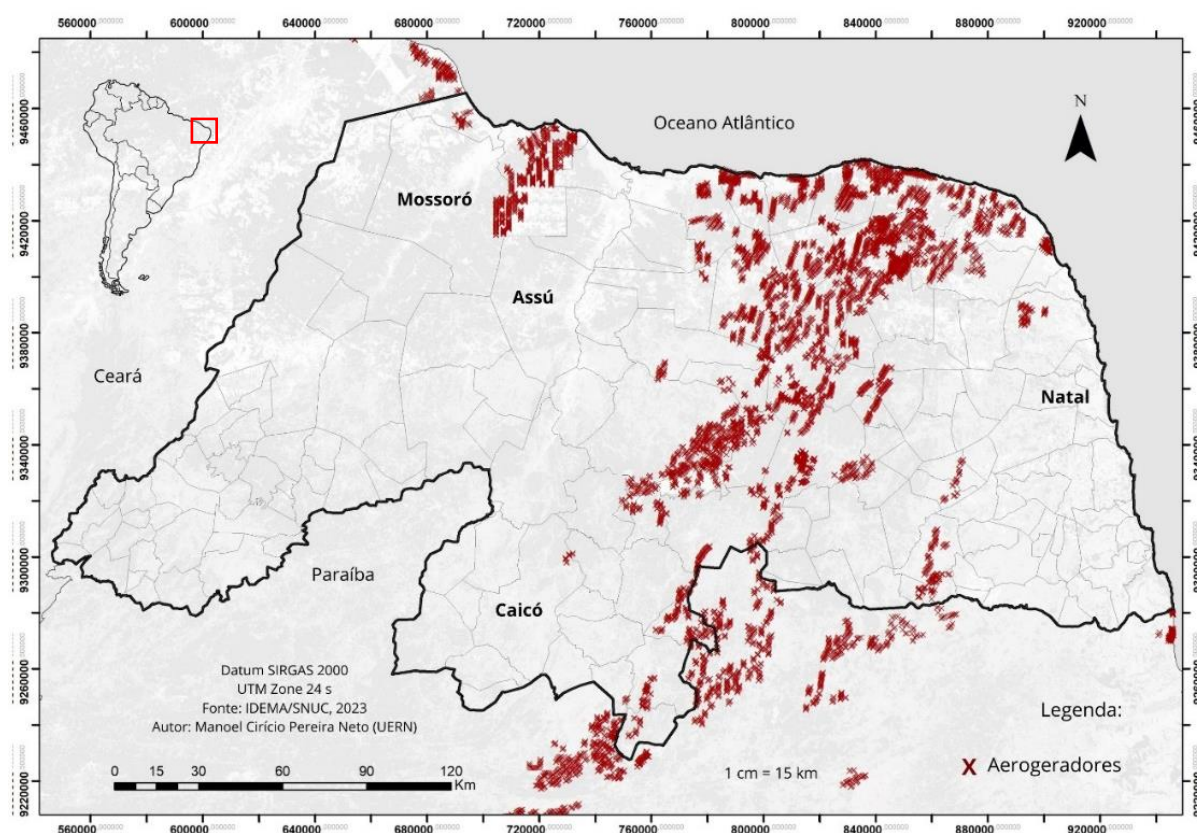
Exemplo desse contexto, o núcleo de desertificação do Seridó tem sido colocado no cerne da discussão do avanço das energias renováveis no estado do Rio Grande do Norte, uma vez se tratar de uma área de intensa degradação com a presença ainda atualmente de importantes refúgios de biodiversidade (PEREIRA NETO; SILVA, 2012).

A região do Seridó, conhecida por seus níveis alarmantes de desertificação, representa um dos núcleos de desertificação críticos do Brasil, abrangendo uma área de 2.792.418 km² no Rio Grande do Norte e envolvendo municípios como Caicó, São José do Seridó e Parelhas (RIO GRANDE DO NORTE, 2010). Relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) alertam para um possível aumento de temperatura de até 5° C na região semiárida do Brasil, exacerbando a desertificação e agravando os problemas hídricos,

econômicos e sociais (MARENGO, 2008; IPCC, 2019). No entanto, o Rio Grande não apresenta um modelo adaptativo capaz de enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas, sendo esse cenário mais crítico em regiões tais como o Seridó (DIAS, *et al.* 2021).

A análise deste trabalho tem como foco o avanço dos parques eólicos no estado do Rio Grande do Norte (Figura 1) e, em especial, a região do Seridó Potiguar onde predomina um dos núcleos de desertificação do Brasil. Este recorte se justifica ainda por ser o estado potiguar aquele que mais concentra parques eólicos no Brasil. O recorte espacial da pesquisa se insere no contexto do semiárido brasileiro, com destaque ao bioma de Caatinga – maior floresta tropical sazonalmente seca das Américas (SILVA; LEAL; TABARELLI, 2017).

Figura 1: Localização dos aerogeradores no Estado do Rio Grande do Norte – Brasil



Fonte: IBGE, 2007; ANEEL (2022). Organizado pelos autores

Assim, este artigo discute e avalia a expansão dos megaprojetos de energia eólica no Rio Grande do Norte, especialmente na região do Seridó potiguar, analisando o contexto geoambiental e o cenário dos impactos socioambientais em potencial, com ênfase na proposição de criação de unidades de conservação para o desenvolvimento sustentável da região e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas e da desertificação.

Por último, discute-se a possibilidade de proteção dessas áreas, em paralelo ao avanço desses empreendimentos como subsídio junto à tomada de decisão. As complexidades socioambientais se atrelam junto ao surgimento ou agravamento de conflitos diversos, relacionados de um lado aos benefícios de proteção do capital natural e de outro a criação de restrições fundiárias no processo de uso e ocupação desse território.

2. METODOLOGIA

O estudo em questão foi estruturado em um quadro metodológico de três fases. Inicialmente, foi realizado um levantamento bibliográfico, seguido pela elaboração de mapas detalhados em ambiente de gabinete e atividade de campo. A fase inicial preparatória foi crucial para estabelecer uma base sólida para a pesquisa. A fase subsequente envolveu trabalho de campo, com o objetivo de discutir as informações e dados previamente coletados. Este passo foi fundamental para assegurar a veracidade e a precisão dos dados utilizados na pesquisa.

No que se refere à localização geográfica e ao número de aerogeradores, tanto em funcionamento quanto planejados para o futuro, as informações foram extraídas do Sistema de Informações Geográficas do Setor Elétrico – SIGEL, administrado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2022)², que oferece uma interface interativa para visualizar e consultar dados georreferenciados de empreendimentos de geração e transmissão de energia elétrica no Brasil¹. A distribuição dos aerogeradores foi realizada com o auxílio de técnicas de geoprocessamento, através da ferramenta *Kernel*, utilizando o software *QGIS 2.18*. Este procedimento permitiu uma compreensão detalhada da disposição espacial desses empreendimentos no contexto ambiental. Para a elaboração dos mapas de cobertura do solo, foi utilizado um conjunto de dados fornecidos pela plataforma MapBiomias, especificamente do ano de 2022. As categorizações de uso e cobertura do solo seguiram as orientações do Manual de Uso da Terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010).

Com base no levantamento de dados, o presente estudo utilizou como critérios para indicação de criação de áreas protegidas no Seridó Potiguar: a) as áreas definidas como prioritárias para Conservação da Caatinga (BRASIL, 2018); b) as áreas propostas pelo Projeto Caatinga Potiguar (2014)²; c) estudos regionais que mostram a importância da biodiversidade dessa região (PEREIRA NETO; SILVA, 2012; PICHORIM *et al.*, 2014, 2016;; PEREIRA NETO; FERNANDES, 2015; PEREIRA NETO, 2016; PEREIRA NETO; FERNANDES; SALES, 2023; PEREIRA NETO; 2023; FREIRE, et al., 2023); d) as áreas mais afetadas pelo processo de desertificação nessa região e; e) dados do conjunto de sítios arqueológicos do Seridó (IPHAN, 2024). Em relação aos sítios arqueológicos destaque-se que esses são reconhecidos como sendo constituintes do patrimônio cultural nacional pela Constituição Federal (1988) e pela Lei 3.924 de 26 de julho de 1961. Nesse caso, torna-se imprescindível a preservação da ambiência dos sítios arqueológicos, sobretudo daquelas áreas em que há vestígios rupestres (ICOMOS, 2005; MARTIN; 2013; MIRANDA, 2014).

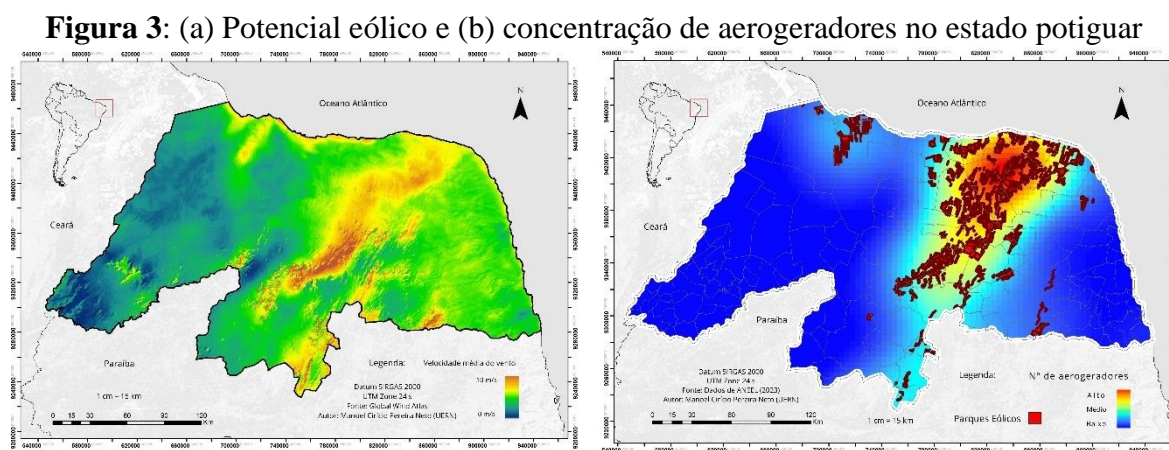
Nesse sentido, a priorização das áreas para criação de unidades de conservação na região do Seridó potiguar, levou em consideração critérios quantitativos e qualitativos, incluindo a diversidade de espécies, a presença de habitats críticos, a pressão antrópica e a representatividade ecológica dessas áreas. Além disso, consideramos as informações acerca do patrimônio cultural regional, representado por um grandioso conjunto de sítios arqueológicos.

¹ Cf. ANEEL. **Sistema de Informações Geográficas do Setor Elétrico**. Disponível em: <https://sigel.aneel.gov.br/>

² Cf. UFRN; WCS BRASIL. **Projeto Caatinga**: oportunidades de criação de Unidades de Conservação (UCs) na Caatinga, com ênfase no Rio Grande do Norte. Disponível em: <https://brasil.wcs.org/pt-br/lugares-naturais/projeto-caatinga.aspx>

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estado do Rio Grande do Norte, situado na região Nordeste do Brasil, é reconhecido por possuir a maior capacidade instalada em megawatts (MW) e o maior número dos empreendimentos eólicos em comparação com os demais estados brasileiros. De acordo com a Associação Brasileira de Energia Eólica (2022), o estado conta com 221 empreendimentos eólicos que, juntos, somam cerca de 2.735 turbinas eólicas, alcançando uma capacidade instalada de 6.764,94 MW. Até meados de 2022, estavam em funcionamento 2.679 aerogeradores, majoritariamente posicionados nas áreas semiáridas da Caatinga, que ainda mantinham um estado relativamente conservado de suas formações florestais (Figura 3a e 3b).



Fonte: ANEEL (2022). Elaborados pelos autores

Esse cenário é consistente com os achados de Turkovska *et al.* (2021), e traz luz sobre a peculiaridade da interação entre desenvolvimento energético e conservação ambiental no Nordeste Brasileiro, e especificamente no Rio Grande do Norte. Em contraste com as instalações eólicas europeias, os autores citados revelaram que 62% da área voltada para a instalação de parques eólicos no Nordeste do Brasil, eram de cobertura de vegetação nativa. Assim destaque-se a importância de estratégias de desenvolvimento que harmonizem a geração de energia renovável com a conservação da biodiversidade característica desta região do país.

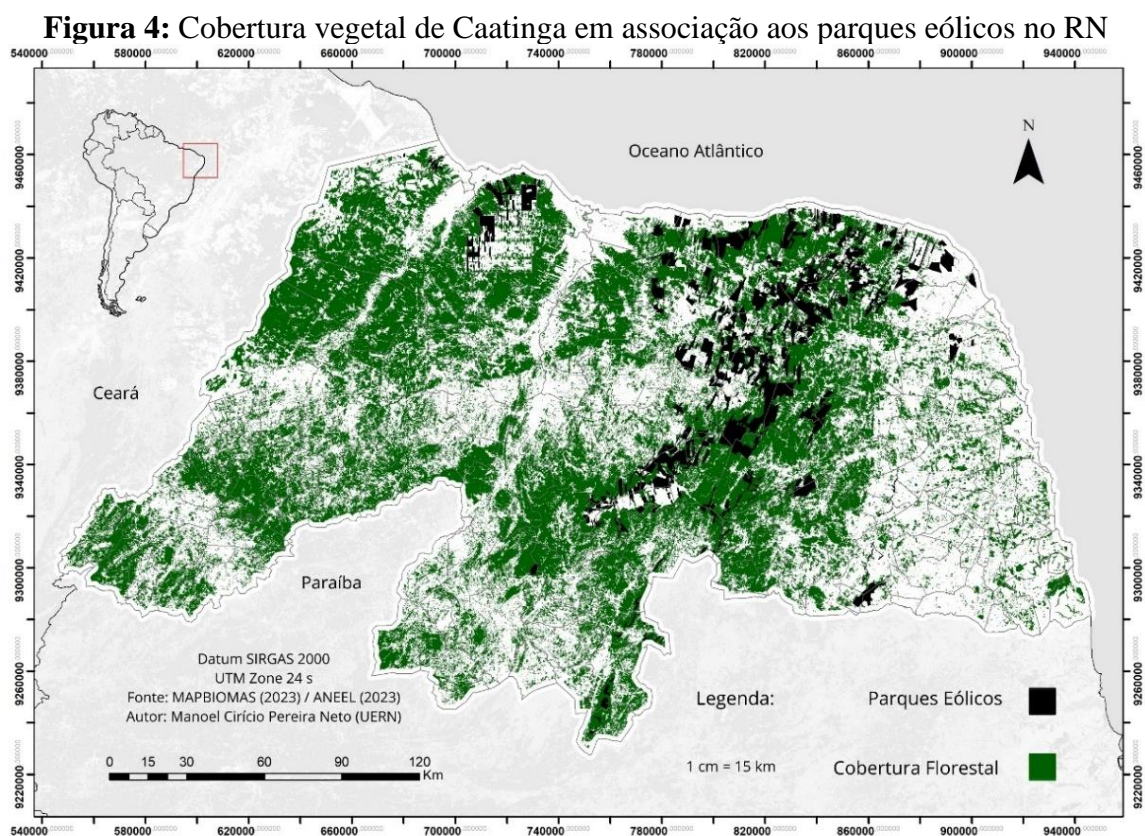
Além disso, o avanço dos parques eólicos no Rio Grande do Norte tem alcançado áreas protegidas e de uso sustentável, tais como a Área de Proteção Ambiental Dunas do Rosado e a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão. Essa expansão, por sua vez, tem gerado conflitos com as comunidades tradicionais e impactado ecossistemas costeiros e os modos de vida locais (HOFSTAETTER, 2016; PONTES; AZEVEDO, 2017; GÊ, *et al.*, 2022). Nesse sentido, em um contexto mais amplo acerca das cidadanias multiladas, Milton Santos (2007) atenta para o “direito ao entorno” frente às transformações ambientais e sociais e diante à desconsideração de especificidades locais e das identidades ligadas ao território.

A Resolução nº 279/2001 do CONAMA classifica as usinas eólicas como de baixo impacto ambiental, simplificando os estudos de impacto necessários. Contudo, a expansão eólica no estado tem gerado conflitos no bioma Caatinga, desafiando a relação entre a conservação ambiental e o modelo de desenvolvimento energético. Especialmente no Seridó potiguar, regiões prioritárias para conservação da biodiversidade e ricas em sítios arqueológicos enfrentam a pressão de novos projetos eólicos, em áreas já susceptíveis à desertificação.

3.1. Áreas prioritárias à conservação e o avanço da energia eólica no estado potiguar

O bioma Caatinga, uma das regiões semiáridas mais densamente povoadas do mundo, destaca-se por sua rica biodiversidade, sendo essencial para a sustentabilidade ambiental do Brasil (TABARELLI *et al.*, 2018). Esse bioma tem enfrentado transformações intensas ao longo do tempo, levando a um grave processo de desertificação e tornando-a extremamente vulnerável às mudanças climáticas (SILVA *et al.*, 2019; ARAUJO *et al.*, 2023). Entretanto, apesar das ameaças, essa região conserva importantes áreas de vegetação natural (ANTONGIOVANNI; VENTICINQUE; FONSECA *et al.*, 2018; ANTONGIOVANNI *et al.*, 2020).

No Rio Grande do Norte, apesar da presença de florestas remanescentes com valor para conservação na Caatinga, a expansão de parques eólicos representa uma tendência que implica mudanças significativas na vegetação desse bioma, como demonstrado na Figura 4.

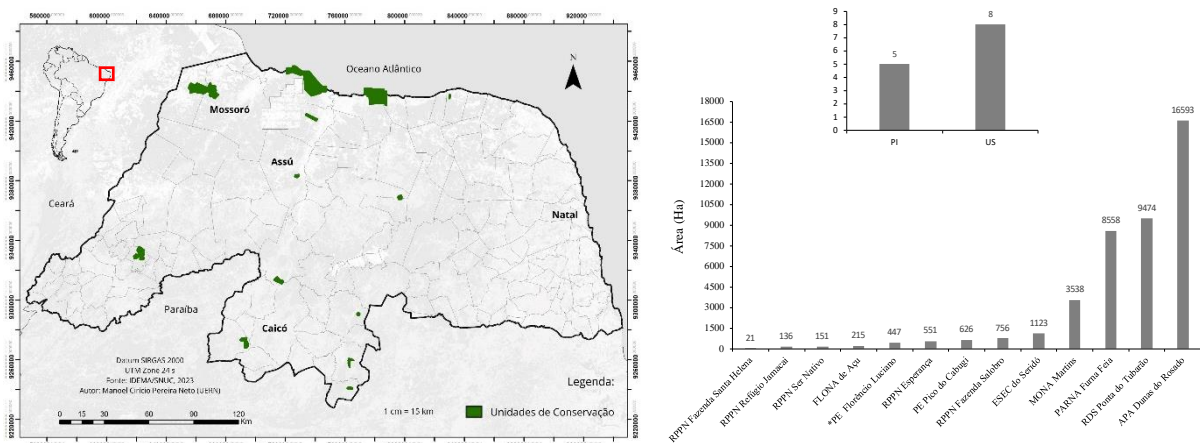


Fonte: MapBiomias (2023); ANEEL (2023). Elaborados pelos autores.

O aumento do desmatamento nessas áreas é motivo de grande preocupação, uma vez que são vitais para a biodiversidade local. No estado do Rio Grande do Norte, Canto, Garlet e Azevedo (2022) relatam que, apenas em 2020, houve uma autorização para a remoção de 52.430,8 hectares de vegetação, majoritariamente para a produção de energia eólica, que representou 54,3% do total. Ademais, o estado potiguar se destaca negativamente no contexto nordestino pela falta de ações de conservação adequadas e por possuir um número reduzido de áreas protegidas localizadas no bioma Caatinga (Figura 5). O que contrasta ainda pela quantidade de áreas de Caatinga designadas como de alta prioridade para a conservação em seu território (GOUVEIA *et al.*, 2010; BRASIL, 2018; TEIXEIRA *et al.*, 2021)

É importante destacar o número reduzido, a baixa conectividade e a pequena extensão das unidades de conservação presentes no bioma Caatinga do Rio Grande do Norte. São apenas treze unidades de conservação (UCs) protegendo pouco mais de 42 mil hectares de Caatinga em todo o estado (Figura 5). Isso demonstra, dentre outras coisas, o baixo nível de proteção da Caatinga potiguar e a vulnerabilidade desse bioma as diversas pressões antrópicas como, por exemplo, desmatamento, desertificação e as mudanças do clima.

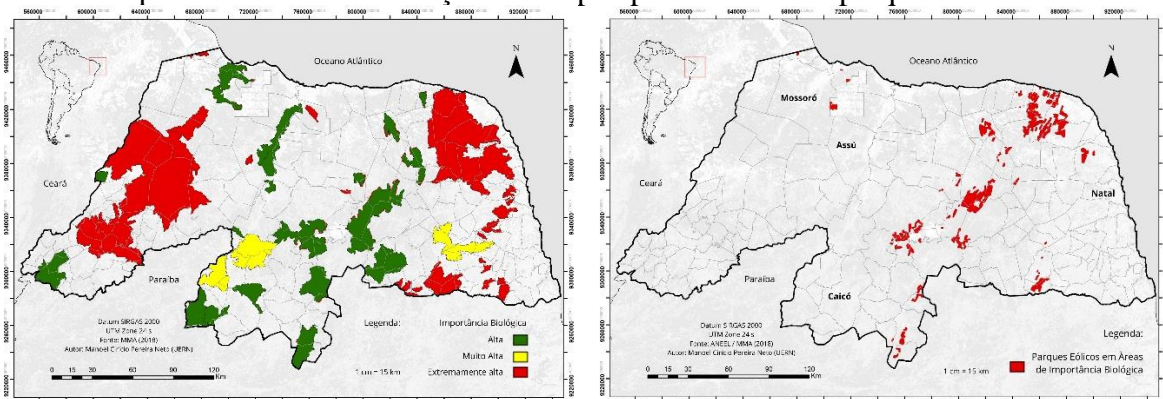
Figura 5: Unidades de conservação no bioma Caatinga do Rio Grande do Norte e suas respectivas áreas em hectares. Número de Unidades de Conservação (UCs) por grupo de Proteção Integral (PI) e Uso Sustentável (US) localizadas na Caatinga potiguar.



Fonte: IDEMA/SNUC, 2023. Elaborado pelos autores.

A seguir são apontadas algumas das áreas na Caatinga potiguar caracterizadas como prioritárias para conservação (BRASIL, 2018). Essas áreas foram selecionadas com base em critérios que levam em conta a biodiversidade, a presença de espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção, e a importância ecológica da região. As figuras 6a e 6b apresentam mapas que ilustram a localização das áreas prioritárias para conservação na Caatinga potiguar em relação aos parques eólicos existentes ou planejados. Essa sobreposição é um indicativo importante para os gestores ambientais, desenvolvedores de projetos eólicos e a sociedade em geral, pois destaca a necessidade de planejamento ambiental relacionado ao cenário de expansão da energia eólica, de modo a evitar ou minimizar os impactos sobre áreas de alto valor de conservação.

Figura 6: (a) áreas prioritárias de conservação da Caatinga (b) manchas de sobreposição das áreas prioritárias de conservação com a perspectiva atual de parques eólicos no RN.



Fonte: BRASIL, 2018; ANEEL, 2023; IDEMA, 2023. Elaborado pelos autores.

As regiões da Serra de Santana, do complexo serrano Acari-Carnaúba dos Dantas, de Mato Grande e da Costa Branca, por exemplo, destacam-se pela alta importância biológica, com necessidade vital e urgente da criação de Unidades de Conservação de Proteção Integral. Nos municípios de Caicó e Jucurutu, particularmente nas áreas serranas, etapas de licenciamento ainda estão em curso. Alguns locais incluem as serras da Formiga³, São Bernardo e do Estreito, são ricos em biodiversidade, que abrigam ecossistemas únicos e espécies que contribuem para serviços ambientais cruciais, como regulação climática e proteção contra o avanço da degradação. Além disso, essas serras são consideradas do patrimônio seridoense. A implementação de Unidades de Conservação nessas áreas é crucial não apenas para a segurança hídrica, mas para a mitigar o avanço da desertificação e para fomentar o turismo ecológico.

É importante mencionar que extensas áreas no território potiguar ainda estão relacionadas à atividade fotovoltaica, tais como o município de Assú/RN, mas que não foram objeto de avaliação no presente estudo. Além disso, em contrapartida, regiões como Apodi-Mossoró, Pedra-Grande, Jandaíra e Pico do Cabugi também evidenciam a necessidade de recuperação devido à degradação ambiental significativa. A restauração dessas áreas é fundamental para reverter os danos à biodiversidade e potencializar a recarga de aquíferos.

Essa é uma situação preocupante e converge para o entendimento de Neri *et al.* (2019) ao destacarem que uma parcela significativa dos parques eólicos do Nordeste encontra-se em operação ou está planejada para instalação em regiões que foram previamente identificadas e selecionadas como de altíssima e máxima prioridade para a conservação da biodiversidade na Caatinga. No estado potiguar, assim como em outros estados do Nordeste, o modelo de expansão da energia eólica está provocado o surgimento de vários conflitos relacionados a ocupação dos territórios. Isso tem provocado processos de injustiça ambiental, sobretudo nas comunidades locais, que resultam na perda de direitos territoriais, devido aos múltiplos danos sociais e ambientais causados nas fases de instalação e operação dos empreendimentos eólicos em decorrência, principalmente, dá a apropriação de extensas áreas de terras por esses empreendimentos (HOFSTAETTER, 2016; PESSOA, 2022; MAIA, *et al.*, 2023).

A expansão da energia eólica tem, portanto, gerado conflitos pela ocupação dos territórios, levando a injustiças ambientais e perda de direitos territoriais pelas comunidades locais, conforme destacado por diversos estudos. Portanto, a formação de um mosaico de Unidades de Conservação surge como medida urgente para alterar esse panorama, especialmente nas áreas serranas de relevante importância biológica e cultural.

A identificação de áreas prioritárias permite assim direcionar esforços e recursos de maneira eficaz, visando a conservação e a recuperação de ecossistemas. A implementação dessas estratégias de conservação é imperativa para a preservação da biodiversidade, beneficiando tanto a qualidade de vida atual quanto futura e mantendo a integridade dos ecossistemas naturais. Em suma, essa análise sublinha os desafios impostos pelo avanço da energia eólica no Rio Grande do Norte e a premente necessidade de adotar estratégias de conservação adaptadas à importância biológica e ao nível de urgência de cada área.

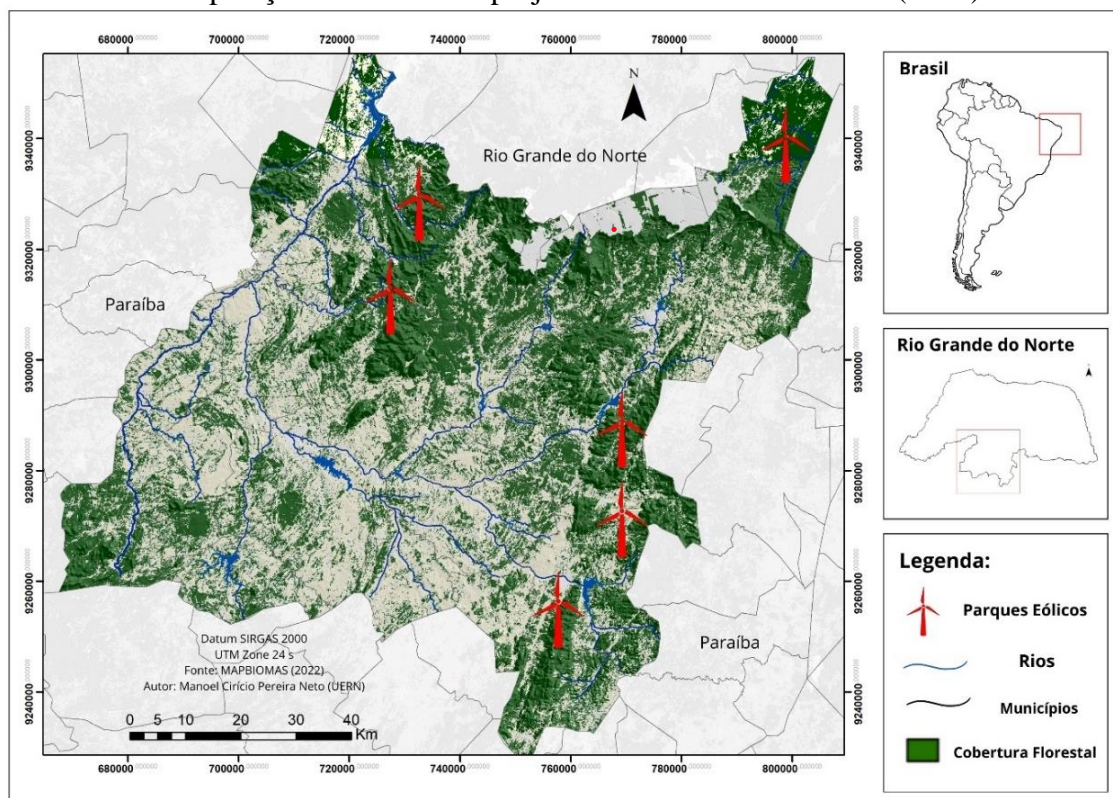
³ As áreas serranas do Seridó foram indicadas no Macrozoneamento da Bacia Piranhas-Assú como sendo de alta biodiversidade e de suporte ambiental, devendo ser voltadas à criação de unidades de conservação.

3.2. O contexto florestal e as áreas prioritárias à conservação no Geoparque Seridó/RN

O avanço da energia eólica sobre áreas naturais da região do Seridó potiguar, tais como a Serra da Formiga, de São Bernardo e a Serra de Santana, e outros pontos de importância ambiental e cultural tem gerado debates na região – embora ainda tímidos por parte da própria universidade no Seridó. Neste sentido, algumas instituições e movimentos sociais têm se mobilizado promovendo debates e documentos, como notas técnicas e denúncias, ações que culminaram na “Carta do Seridó: a vida pulsa no Semiárido⁴”, no ano de 2022, e no “Manifesto das Vozes dos Territórios por uma transição energética justa e popular⁵” nos quais são expressos a preocupação com os grandes projetos eólicos e propostas políticas de conservação para uma das áreas mais suscetíveis à desertificação do Brasil.

A preocupação é ainda justificada pelo contexto geoambiental e de degradação da região, onde as formações florestais de Caatinga, particularmente na região do Seridó potiguar, subsistem principalmente nas áreas serranas (Figura 7). Assim, regionalmente, essas áreas funcionam não apenas como verdadeiros refúgios para a biodiversidade (PEREIRA NETO; SILVA, 2012; PICHORIM, *et al.*, 2016), mas também como zonas de recarga de água que favorecem o escoamento hídrico através de suas encostas e por isso são fundamentais para o equilíbrio e manutenção do ciclo hidrológico regional.

Figura 7: Cobertura florestal do bioma Caatinga na região do Seridó Potiguar e sobreposição de áreas com projetos eólicos em andamento (2022).



Fonte: MapBiomias, 2022; IDEMA, 2023; IBGE, 2007 – Elaborado pelos autores

⁴ A Carta do Seridó foi elaborada a partir do I seminário regional “A vida pulsa no Seridó” e está disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1VEhY6KKRgV1mQZY6GtsmvCwCHDs7zLNF/view?pli=1>

⁵ Manifesto das Vozes dos territórios por uma transição energética justa e popular. Disponível em: <https://www.sarn.org.br/cartilhas>

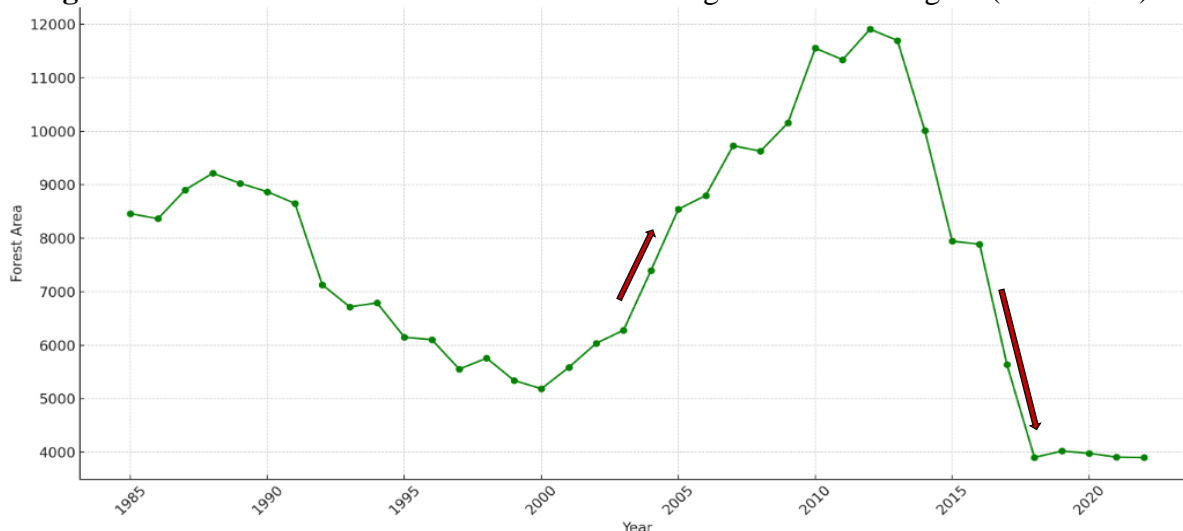
Exemplo desse contexto, que ilustram essa afirmação, podem ser mencionadas a Serra de São Bernardo (CA110) e a Serra da Formiga (CA093) – a primeira localizada em Caicó/RN e a segunda localizada nos municípios de Caicó, Cruzeta, Florânia e Jucurutu/RN; a Serra dos Quintos (CA131), em Parelhas; a Serra do Chapéu e os Apertados (CA104), em Currais Novos; o Complexo Serrano de Acari-Carnaúba dos Dantas (CA104); e as encostas da Serra de Santana, em Cerro Corá, Lagoa Nova, Bodó, Santana do Matos, Tenente Laurentino Cruz, Florânia e São Vicente (CA087 e CA078). Essas regiões Serranas possuem potencial para serem reconhecidas como parte do patrimônio natural e cultural do Núcleo de desertificação do Seridó, por abrigarem biodiversidade regional, além de um importante acervo de sítios arqueológicos.

De acordo com Costa *et al.*, (2009), a Serra dos Quintos, localizada em Parelhas, por exemplo, apresentaria uma vegetação remanescente que se assemelha mais estreitamente à Caatinga original, diferenciando-se de outros fragmentos do Seridó. Esta área possui uma diversidade florística superior à encontrada na Estação Ecológica do Seridó, o que a tornaria naquele momento uma candidata para a criação de uma nova Unidade de Conservação (UC).

No bioma de Caatinga é raro encontrar remanescentes florestais intactos ou de maior estado conservacionista. Por isso, é essencial reconhecer e proteger esses habitats distintos e explorar como eles podem contribuir para a sustentação da diversidade biológica e para a operação eficaz dos ecossistemas (MEDEIROS, *et al.* 2023). Além disso, igualmente importante, junto à dinâmica florestal na região do Seridó tem sido observado nos últimos anos um cenário preocupante com a configuração de secas climáticas cada vez mais intensas.

A análise dos dados da área de floresta ao longo dos anos indica uma série de tendências e eventos significativos. Inicialmente, de 1985 a 1988, observa-se uma ligeira variação na área florestal, mas uma tendência de aumento leva a um pico em 1988. Após esse ano, há uma redução progressiva até 2000, onde ocorre uma acentuada diminuição, alcançando o menor valor da série histórica da década. Posteriormente, os números mostram uma recuperação gradual, com pequenas flutuações. Este período de crescimento da área florestal se estende, principalmente, de forma mais acentuada após o ano de 2002 até 2012 (Figura 8).

Figura 8: Dinâmica da cobertura florestal de Caatinga no Seridó Potiguar (1985-2020)



Fonte: Elaborado pelos autores – organizado de MAPBIOMAS (2022)

Este pico de crescimento florestal é seguido por um declínio muito abrupto até 2015, sugerindo um evento de perda florestal de grande escala em toda a região do Seridó. Após o ano de 2016, a área florestal permanece relativamente estável, com ligeiras variações, mas em um patamar significativamente menor do que todos os picos mínimos anteriores. Esse cenário mais recente é grave e pode indicar que as florestas não se recuperaram do evento de declínio anterior, com destaque ao período da grande seca, ou que houve mudanças estruturais nas políticas ou no ambiente que impedem um retorno aos níveis de área florestal anteriores.

Nesse cenário, grande parte dos municípios do semiárido brasileiro enfrentaram severas secas entre 2012 e 2016, com impactos notáveis na vegetação, fauna e economia (BARBOSA, et al., 2019; SANTANA; SANTOS, 2020; TOLEDO-LIMA; PICHORIM, 2020). Isso reforça a importância da discussão sobre a expansão dos megaprojetos de energia eólica e o desenvolvimento de unidades de conservação para sustentar a biodiversidade e o uso equitativo do território. Em termos gerais, os dados refletem um cenário em que houve momentos de recuperação e crescimento florestal, mas também episódios severos de perda florestal. A tendência mais recente sugere uma nova estabilidade do sistema em um nível reduzido de área florestal, o que poderia ser motivo de preocupação para a sustentabilidade ambiental e para a manutenção da biodiversidade – principalmente, se tratando de um núcleo de desertificação.

Estudos demonstram que as mudanças climáticas irão afetar drasticamente a vegetação e a fauna da Caatinga, provocando a diminuição e homogeneização de sua biodiversidade, além de acelerar o processo de desertificação existente (VIEIRA, et al., 2015a, 2021b; IPCC, 2019; MOURA et al., 2023; MOURA et al., 2023). Além disso, a degradação da vegetação e do solo da Caatinga comprometem vários serviços ecossistêmicos e atividades humanas como ciclagem de nutrientes, fluxo de água, controle de erosão e a agricultura (OLIVEIRA et al., 2021; ARAUJO et al., 2023), os quais são essenciais para garantir a sobrevivência das populações que vivem na região do semiárido (TABARELLI et al., 2018).

Diante da presente situação, torna-se imperativa a demanda por criação de espaços protegidos para protegerem a biodiversidade remanescente e seus serviços ecossistêmicos no meio da degradação ambiental, representando uma alternativa vital de resiliência. Atualmente, na região do Seridó, a única UC federal é a Estação Ecológica do Seridó com aproximadamente (1123 hectares), localizada em Serra Negra do Norte e estabelecida na década de 1980, além das Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) Fazenda Salobro (939 hectares), Ser Nativo (151 hectares) e Refúgio Jamacá (136 hectares) (Figura 6). Esta situação reflete a condição do bioma da Caatinga como um dos menos protegidos do Brasil, com menos de 10% de suas áreas sob proteção legal, sendo apenas 2% sob proteção integral (MELO, 2017).

De acordo com o Planejamento Sistemático da Conservação, as estratégias adotadas podem ser consideradas proativas ou reativas (MARGULES; PRESSEY, 2000; BROOKS et., 2006). No caso do Rio Grande do Norte, a criação de unidades de conservação em algumas áreas prioritárias do bioma Caatinga ainda constituem ótimas oportunidades de conservação levando em consideração a integridade de seus habitats, consistindo assim em estratégias proativas (FONSECA et al., 2018).

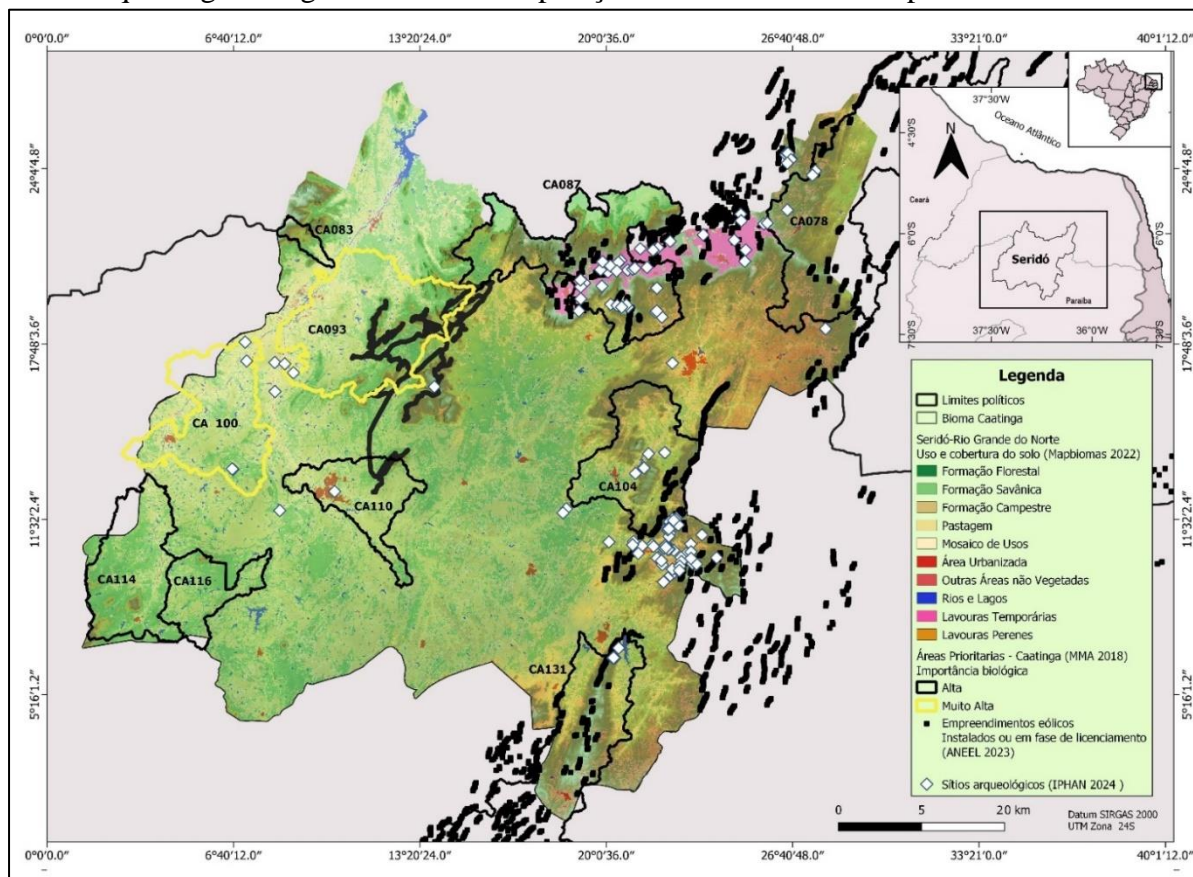
Nesse caso, destacam-se algumas áreas como a CA93-Caicó/Jucurutu; CA083- Serra Augusto Severo e parte das encostas da CA087 localizada na Serra de Santana (Figura 9). Por outro lado, parte das áreas prioritárias CA087; CA078; CA093; CA104; CA110 e CA131 já foram ocupadas por parques eólicos ou que estão processo de ocupação. Nesse sentido, como

essas áreas têm grande relevância do ponto de vista biológico, paisagístico, arqueológico e cultural, é necessária uma abordagem reativa na criação de áreas protegidas para garantir a conservação da biodiversidade (Figura 9 e Figura 10).

O avanço da energia eólica tem se sobreposto à perspectiva do Geoparque Seridó, gerando questionamentos tais como: seria possível a inclusão de novas áreas e municípios no território do parque em que se observem a instalação de parques eólicos? Quais os impactos na paisagem? Como os parques eólicos tendem a dificultar ou até impedir o estabelecimento de novas unidades de conservação na região do Seridó – área núcleo de desertificação reconhecida desde a década de 1960? Em se configurando e intensificando a fragmentação das paisagens regionais, quais as consequências do aumento da aridez sobre essas áreas? Como a implementação de vários empreendimentos eólicos podem afetar a segurança hídrica do Seridó?

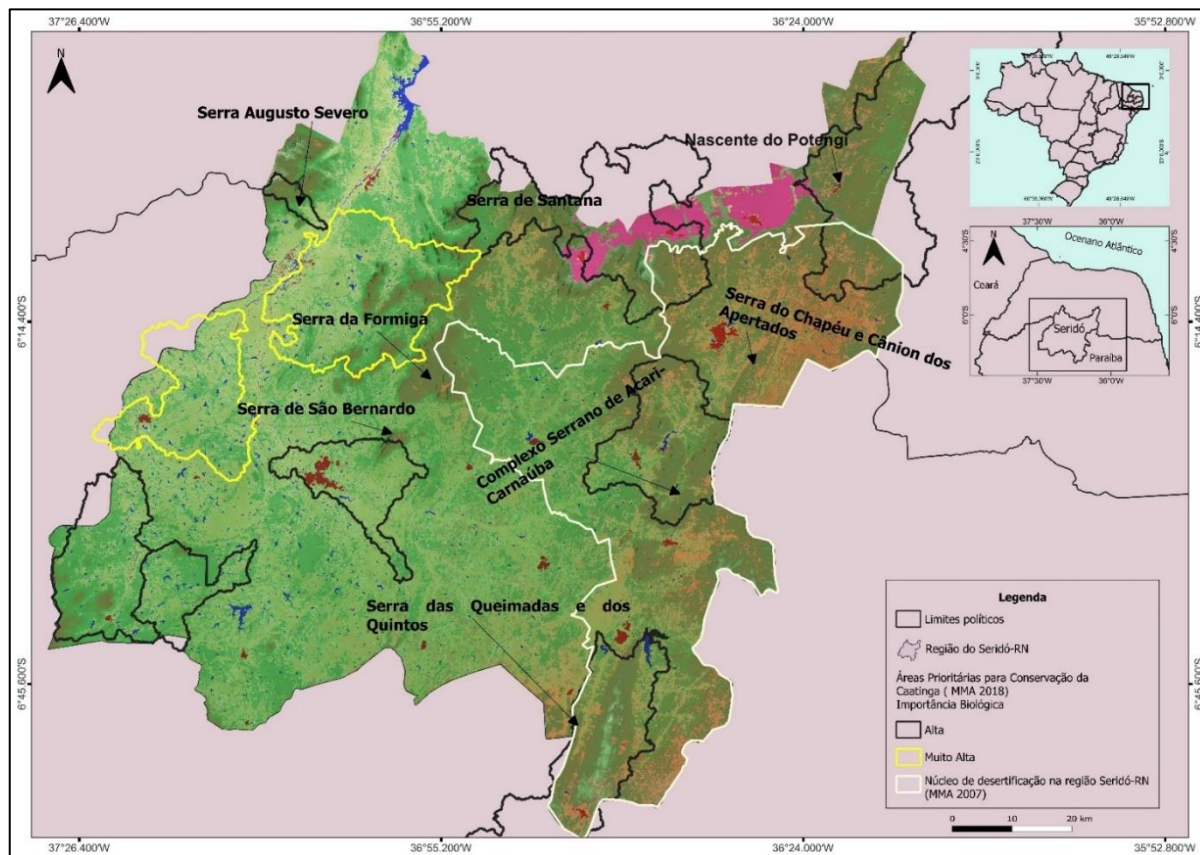
Esses questionamentos tensionam o debate – ainda tímido dentro da perspectiva regional – por parte também do poder público. O poder público tem a obrigação de criar espaços territoriais protegidos, conforme o artigo 225 da Constituição Federal da República de 1988. É igualmente crucial adaptar-se às mudanças climáticas e ao avanço da desertificação, com a criação de unidades de conservação, capacitação e incentivo dos agentes sociais locais, de modo a conservar e promover o patrimônio cultural e natural do semiárido e, em destaque, do Seridó.

Figura 9: Localização das áreas prioritárias para conservação na Caatinga no Seridó/RN, de acordo com Brasil (2018). Além disso, destaca-se o uso e cobertura do solo da região, os sítios arqueológicos registrados e a sobreposição das áreas com os empreendimentos eólicos.



Fonte: IBGE, 2007; BRASIL, 2018; Mapbiomas 2022; ANEEL, 2023; IPHAN, 2024.
Elaborado pelos autores

Figura 10: Áreas Serranas prioritárias para conservação no Seridó potiguar que estão ameaçadas pela implantação ou sobreposição de empreendimentos eólicos. A criação de Unidades de Conservação nessas áreas é medida urgente frente ao avanço da desertificação.



Fonte: IBGE, 2007; BRASIL, 2007, 2018; Mappiomas 2022; ANEEL, 2023
 Elaborado pelos autores

Tabela 02: Áreas prioritárias para conservação da Caatinga no Seridó (BRASIL, 2018) e as áreas que enfrentam atualmente a sobreposição dos megaprojetos eólicos no RN

Nome da Área	Código da Área	Importância biológica	Prioridade de Ação	Ação Principal	Área (Ha)
Caicó*	CA110	Muito Alta	Muito Alta	Criação de UC de categoria indefinida	21443.9429
Acari*	CA104	Alta	Muito Alta	Criação de UC de categoria indefinida	34443.5308
Nascente do Potengi*	CA078	Alta	Muito Alta	Criação de UC de Proteção Integral	84107.3386
Serra de Santana*	CA087	Alta	Muito Alta	Criação de UC de Proteção Integral	56279.9559
Jucurutu*	CA093	Muito Alta	Alta	Criação de UC de categoria indefinida	53462.5343
Serra Augusto Severo	CA083	Alta	Alta	Criação de UC de Proteção Integral	3113.23243
Serra Negra	CA114	Alta	Alta	Criação de UC de categoria indefinida	32353.6948

Fonte: Brasil (2018). Organizado pelos autores

Diante desta avaliação, destacamos que a área entre Caicó e Jucurutu sobressai pela altíssima prioridade e importância biológica. Nesse caso, este trabalho sugere, *especificamente*, a necessidade urgente de estabelecer uma unidade de conservação na região do ‘Seridó ocidental’, apontando a Serra da Formiga como uma das áreas de maior relevância para a conservação regional. Esta serra é considerada o berço do algodão mocó – presente no brasão do estado do Rio Grande do Norte – e abriga sítios arqueológicos recentemente descobertos.

Adicionalmente, o Complexo Acari-Carnaúba dos Dantas é mencionado como sendo considerado uma área de alta importância biológica e com uma prioridade de ação muito alta. Nesta área, destacamos locais relacionados ao Bico da Arara, de importância para a migração de andorinhões, historicamente reconhecidos no cenário regional, além de áreas do Geoparque Seridó que abrigam diversos sítios arqueológicos no município de Carnaúba dos Dantas.

Ademais, as propostas devem reforçar a implementação de políticas públicas apropriadas e expandir ações para assegurar uma convivência digna, sustentável e integral com o semiárido, em alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU). Além disso, a proposta de zonas de exclusão das energias renováveis e, prioritariamente, do estabelecimento de Unidades de Conservação poderia ser estratégica no contexto do Seridó e de acordo com a legislação ambiental brasileira. Por isso, é plausível pensar na influência que as empresas eólicas possam resistir à proteção de terras que interessem a seus projetos. No entanto, as empresas de energia eólica têm o potencial de se tornar parceiras na conservação da Caatinga, apoiando a criação e gestão de novas áreas protegidas para a preservação regional, fonte de seus ventos lucrativos (NERI, *et al.*, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

À medida que a produção de energia eólica avança no semiárido do Rio Grande do Norte, impulsionada pela crescente demanda global por fontes de energia renováveis, é natural que surjam preocupações sobre os possíveis efeitos negativos nos ecossistemas locais. Esses efeitos incluem desmatamento, impactos na biodiversidade e o surgimento de conflitos sociais, incluindo questões relacionadas ao patrimônio arqueológico.

Nos últimos anos, a instalação de parques eólicos tem se concentrado em áreas de grande fragilidade ambiental, como as serras do Rio Grande do Norte e outras regiões do Nordeste do Brasil. Essa tendência tem provocado transformações significativas nesses ecossistemas, afetando negativamente tanto o meio ambiente quanto as populações que habitam esses territórios há gerações. Muitas dessas áreas são consideradas prioritárias para a conservação da biodiversidade na região do Seridó potiguar e desempenham um papel crucial na geração e manutenção de serviços ecossistêmicos essenciais para a sobrevivência das populações locais.

No semiárido potiguar, especialmente na região do Seridó, que enfrenta um processo de desertificação, a expansão da energia eólica traz consigo complexidades socioambientais que exigem uma abordagem integrada para promover o desenvolvimento sustentável. Diante do atual estágio de discussão ao estabelecimento da Unidade de Conservação na nascente do Rio Potengi, enfatizamos a importância prioritária da conservação das serras localizadas entre Caicó e Jucurutu, áreas de altíssima relevância biológica. Nesse contexto, ressaltamos a urgência de criar um mosaico de unidades de conservação, englobando a Serra da Formiga (berço do algodão mocó), do Estreito e da Serra de São Bernardo – patrimônio do município de Caicó.

É fundamental ainda considerar as áreas ainda preservadas, vistas como refúgios da biodiversidade regional, e promover a criação de unidades de conservação para assegurar a sustentabilidade ambiental da região. A perspectiva de degradação do solo e da vegetação, exacerbada pelas mudanças climáticas e pelo aumento da aridez, exige atenção especial e políticas que transcendam preferências partidárias, alinhando-se às condições climáticas e aos esforços de conservação ambiental no Brasil.

Nesse contexto, o poder público deve ainda demandar uma atenção especial ao contexto do semiárido brasileiro, especialmente em áreas consideradas prioritárias para a conservação da biota e fundamentais no processo de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas que já impactam a região da Caatinga. Assim, a criação de áreas protegidas, especialmente no Seridó Potiguar, é uma medida essencial para garantir não apenas a conservação da biodiversidade, mas também a adaptação climática dos habitantes das áreas urbanas e rurais.

Adicionalmente, é fundamental considerar o Complexo Acari-Carnaúba dos Dantas como uma área de alta importância biológica, atribuindo-lhe uma prioridade de ação elevada. Especificamente, essa área merece destaque pela grande concentração de sítios arqueológicos na região. Portanto, essa questão deve ser abordada e discutida em conjunto com o Geoparque Seridó, envolvendo toda a sociedade no processo de modo a dar uma resposta à essa questão.

Destarte, é urgente concentrar os esforços na conservação da Caatinga e buscar formas de garantir o uso sustentável de seus recursos naturais pelas populações humanas, alterando o curso de degradação desse bioma único, que se destaca tanto por sua rica diversidade cultural quanto por sua biodiversidade. A implementação de áreas protegidas, especialmente nas serras do Seridó potiguar, é de suma importância. Propomos algumas ações com uma abordagem regional que podem ser implementadas a curto e médio prazo:

1. Ampliar o sistema de áreas protegidas na Caatinga potiguar, especialmente na região do Seridó, priorizando as áreas serranas ameaçadas pelos parques eólicos, visando a proteção da biodiversidade e a mitigação e adaptação aos efeitos das mudanças climáticas.
2. Implementar ações de restauração da vegetação nativa, desenvolver projetos de viveiros comunitários e coletores de sementes, como estratégia para manter os corpos hídricos e garantir a segurança hídrica local.
3. Proteger sítios arqueológicos e suas paisagens, identificando e preservando o patrimônio cultural e natural, como exemplo aos grafismos rupestres.
4. Instituir políticas de pagamento por serviços ambientais para manutenção da cobertura vegetal em áreas privadas.
5. Promover a adoção de práticas de agricultura sustentável, como Sistemas Agroflorestais (SAFs), e implementar projetos de energia fotovoltaica compartilhada em comunidades.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Sistema de Informações Geográficas do Setor Elétrico – SIGEL**, 2022. Disponível em: <http://sigel.aneel.gov.br/portal/home/index.html>. Acesso em: 08 dez. 2023.

ANTONGIOVANNI, M. et al. Chronic anthropogenic disturbance on Caatinga dry forest fragments. **Journal of Applied Ecology**, v. 57, n. 10, p. 2064-2074, 2020.

ANTONGIOVANNI, M.; VENTICINQUE, E. M.; FONSECA, C. R. Fragmentation patterns of the Caatinga drylands. **Landscape Ecology**, v. 33, p. 1353-1367, 2018.

ARAUJO, H. F. P. *et al.* Human disturbance is the major driver of vegetation changes in the Caatinga dry forest region. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 18440, 2023.

BARBOSA, H. A.; et al.. Assessment of Caatinga response to drought using Meteosat-SEVIRI Normalized Difference Vegetation Index (2008–2016). **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, n. 148, 235-252, 2019.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 20 jan. 2024.

BRASIL. **Lei nº 3.924, de 26 de julho de 1961**. Dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/13924.htm. Acesso em: 20 jan. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA); CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 279, de 25 de abril 2001, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)**. Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=291#:~:text=Resolu%C3%A7%C3%A3o%20CONAMA%20n%C2%BA%20275%20de,informativas%20para%20a%20coleta%20seletiva>. Acesso em 08 dez. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 279, de 27 de novembro de 2001**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 nov. 2001. Seção 1, p. 88.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria nº 463, de 18 de dezembro de 2018**. Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 dez. 2018.

BROOKS, T. M. et al. Global biodiversity conservation priorities. **Science**, v. 313, n. 5783, p. 58-61, 2006.

CANTO, J. L.; GARLET, A.; AZEVEDO, R. B. Supressões autorizadas na Caatinga no Rio Grande do Norte (2019–2021). **ACSA: agropecuária científica no semiárido**, v. 18, n. 1, p. 76-80, 2022.

COOK, A. S. C. P. *et al.* Quantifying avian avoidance of offshore wind turbines: Current evidence and key knowledge gaps. **Marine Environmental Research**, v. 140, p. 278-288, 2018.

COSTA, T. C. *et al.* Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 961-974, 2009.

- DAI, K. *et al.* Environmental issues associated with wind energy—A review. **Renewable Energy**, v. 75, p. 911-921, 2015.
- DIAS, E. M. S. *et al.* Mudanças climáticas e agropecuária: vulnerabilidades da região semiárida do Rio Grande do Norte, Brasil. **COLÓQUIO-Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 18, n. 3, jul/set, p. 20-39, 2021.
- DINCER, I. Energia renovável e desenvolvimento sustentável: uma revisão crucial. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 4, p. 157-175, 2000.
- FONSECA, C. R. *et al.* Oportunidades de conservação na Caatinga. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 4, p. 44-51, 2018.
- FREIRE, E. M. X.; *et al.*, The herpetofauna of priority highland areas for conservation of the Caatinga in the state of Rio Grande do Norte, northeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 23, p. e20221395, 2023.
- GÊ, *et al.* Análise socioambiental do processo de implantação/operação de usinas eólicas na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão, Macau/Guamaré, Rio Grande do Norte – Brasil. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia-MG, v. 23, n. 85, p. 115–136, 2022.
- GINO, G. F.; LIMA, J. A. G. Conflitos territoriais e injustiça ambiental na geração de energia eólica em Itarema, Ceará, Brasil. In: Anais do XV ENANPEGE, 15., Anais. Campina Grande: Realize, 2023. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/94010>. Acesso em: 17 jan. 2024.
- GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. **Global Wind Atlas: Global Solar Atlas – 2018**. Disponível em: <https://globalwindatlas.info/en/area/Brazil/Rio%20Grande%20do%20Norte>. Acesso em: 17 jan. 2024.
- GORAYEB, A.; BRANNSTROM, C.; MEIRELES, A. J. A. **Impactos socioambientais da implantação de parques de energia eólica no Brasil**. Fortaleza: Editora UFC, 2019.
- GOUVEIA, S. F. *et al.* Nove anos de workshop: panorama dos resultados da definição de áreas prioritárias para a conservação da Caatinga. **Holos Environment**, v. 10, n. 1, p. 83-94, 2010.
- GOUVEIA, S. F., *et al.* Nove anos de workshop: panorama dos resultados da definição de áreas prioritárias para a conservação da Caatinga. **Holos Environment**, v. 10, n. 1, p. 83-94, 2010.
- GOVE, B. *et al.* Reconciling biodiversity conservation and widespread deployment of renewable energy technologies in the UK. **PloS one**, v. 11, n. 5, p. e0150956, 2016.
- GWEC - GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. **Relatório Eólico Global**. Conselho Global de Energia Eólica: Brussels, Belgium, 2018. Disponível em: <<https://www.abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2019/07/GWEC2018-compactado.pdf>>.

HAMILTON, L.; et al. A change in the wind? US public views on renewable energy and climate compared. **Energy, Sustainability and Society**, v. 8, 2018.

HOFSTAETTER, M. Energia eólica: entre ventos, impactos e vulnerabilidades socioambientais no Rio Grande do Norte. 2016. 160f. **Dissertação** (Mestrado em Estudos Urbanos e Regionais) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

ICOMOS. **Declaração de Xi'an sobre a conservação do entorno edificado, sítios e áreas do patrimônio cultural**. Adotada em Xi'an, China, 21 out. de 2005. Tradução em Língua Portuguesa. 2005.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE (IDEMA). **Tabela de EIA-RIMA**. Disponível em: <https://sislia.idema.rn.gov.br/rimas/rimas.php>. Acesso em: 10 jan. 2023.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **Climate Change and Land: an IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems**. Genebra, 2019.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **World Energy Outlook 2023**. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>. Acesso em: 20 dez. 2023.

JONES, N. F.; PEJCHAR, L.; KIESECKER, J. M. The energy footprint: how oil, natural gas, and wind energy affect land for biodiversity and the flow of ecosystem services. **BioScience**, v. 65, n. 3, p. 290-301, 2015. doi: 10.1093/biosci/biu224

LIMA, J. A. **A natureza contraditória da territorialização da produção de energia eólica no Nordeste do Brasil**. 2019. 431 f. Tese, Doutorado em Geografia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2020.

MAIA, F. J. F., *et al.* **Problemas jurídicos, econômicos e socioambientais da energia eólica no nordeste brasileiro**. Recife: EDUFRPE, 2023. 196 p.

MARENCO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estudos avançados**, v. 22, p. 83-96, 2008.

MARGULES, C. R.; PRESSEY, R. L. Systematic conservation planning. **Nature**, v. 405, n. 6783, p. 243-253, 2000.

MARTIN, G. **Pré-história do Nordeste do Brasil**. 5. ed. Recife: Editora UFPE, 2013.

MEDEIROS, A. V. S. et al. Fitossociologia de caatinga arbórea aberta de elevada área basal em núcleo de desertificação do Seridó. **Revista Caatinga**, v. 36, n. 3, p. 601-611, 2023.

MELO, F. P. L. The socio-ecology of the Caatinga: understanding how natural resource use shapes an ecosystem. In: SILVA, J. M. C.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. (Orgs.) **Caatinga: The largest tropical dry forest region in South America**, p. 369-382, 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **2ª atualização de áreas e ações prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição dos benefícios da Caatinga**, 2018. Disponível em: <http://areasprioritarias.mma.gov.br/2-atualizacao-das-areas->. Acesso em: 12 de jan. de 2024.

MIRANDA, M. P. S. **Lei do Tombamento Comentada**: doutrina, jurisprudência e normas complementares. Belo Horizonte: Del Rey. 2014.

MOURA, M. R.; et al. Pervasive impacts of climate change on the woodiness and ecological generalism of dry forest plant assemblages. **Journal of Ecology**, v. 111, n. 8, p. 1762–1776, 2023.

MOURA, M. R.; et al. Climate change should drive mammal defaunation in tropical dry forests. **Global Chang Biology**, n. p. v. 29, n. 24, p. 6931-6944, 2023.

MOURA, Mario R. et al. Pervasive impacts of climate change on the woodiness and ecological generalism of dry forest plant assemblages. **Journal of Ecology**, v. 111, n. 8, p. 1762-1776, 2023.

NERI, M; JAMELI, D; BERNARD, E; MELO, F. P. Green versus green? Adverting potential conflicts between wind power generation and biodiversity conservation in Brazil. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 17, n. 3, p. 131-135, 2019.

OLIVEIRA, M. L.; SANTOS, C. A. C.; OLIVEIRA, G.; PEREZ-MARIN, A. M.; SANTOS, C. A. G., Effects of human-induced land degradation on water and carbon fluxes in two different Brazilian dryland soil covers. **Science of the Total Environment**, v. 792, p. 148458, 2021.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **Alterações climáticas**: relatório de síntese. Contribuição dos Grupos de Trabalho I, II e III para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. IPCC, Genebra, 2014. (v. 5).

PAVLOWSKY, C. E.; GLIEDT, T. Individual and local scale interactions and adaptations to wind energy development: A case study of Oklahoma, USA. **Geography and Sustainability**, v. 2, n. 3, p. 175-181, 2021.

PEREIRA NETO, M. C. **Predisposição à desertificação no núcleo Seridó (RN - Brasil)**: geocologia de paisagens semiáridas. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 195p, 2016.

PEREIRA NETO, M. C. Solos e paisagens no núcleo de desertificação do Seridó potiguar – Brasil. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 24, n. 96, p. 305–317, 2023. DOI: 10.14393/RCG249668997.

PEREIRA NETO, M. C.; FERNANDES, E. Fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Seridó (RN/PB – Brasil). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 16, n. 3, 2015. <https://doi.org/10.20502/rbg.v16i3.603>

- PEREIRA NETO, M. C.; FERNANDES, E.; SALES, M. C. L. Unidades geoambientais do Seridó potiguar: bases para o planejamento ambiental do território. **Revista Geonorte**, v. 14, n. 45, 2023. <https://doi.org/10.21170/geonorte.2023.v.14.N.45.55.74>
- PEREIRA NETO, M. C.; SILVA, N. M. Relevos residuais como refúgios da biodiversidade no Seridó Potiguar. **Revista Geonorte**, v. 3, 4, 262–273, 2012.
- PESSOA, Z. S. (Org.). **Energia eólica: perspectivas e desafios no Rio Grande do Norte**. Natal: Editora UFRN, 2022.
- PESSOA, Z. S. et al. Relações entre descarbonização, vulnerabilidades socioambientais e impactos regionais da energia eólica no contexto do Nordeste do Brasil: o caso do Rio Grande do Norte. In: BRANNSTROM, C.; SEGHEZZO, L.; GORAYEB, A. (Orgs). **Descarbonização na América do Sul: conexões entre o Brasil e a Argentina**. Mossoró, RN: Edições UERN, 2022.
- PICHORIM, M. *et al.* A population of Blue-winged Macaw *Primolius maracana* in northeastern Brazil: recommendations for a local Conservation Action Plan. **Tropical Conservation Science**, v. 7, n. 3, p. 488-507, 2014.
- PICHORIM, M. et al. Pristine semi-arid areas in northeastern Brazil remain mainly on slopes of mountain ranges: a case study based on bird community of Serra de Santana. **Tropical Zoology**, v. 29, n. 4, p. 189-204, 2016.
- PONTES, O. M.; DE AZEVEDO, P. V. Consequências socioeconômicas e ambientais dos parques eólicos para comunidades da reserva de desenvolvimento sustentável estadual Ponta do Tubarão. In: SANTOS, F. (org.). **Meio Ambiente em Foco**, Editora Poinson, v. 9, 2017.
- PROJETO MAPBIOMAS. Mapeamento anual de cobertura e uso da terra no Brasil entre 1985 a 2022 – Coleção 8. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 12 de jan. de 2024.
- RIO GRANDE DO NORTE. **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca no Estado do Rio Grande do Norte - PAE/RN**. Natal: Secretária de Recursos Hídricos do RN, 2010.
- RIO GRANDE DO NORTE. Secretária de recursos Hídricos – SERHID. **Programa de ação estadual de combate à desertificação e mitigação dos Efeitos da seca no estado do Rio Grande do Norte - PAE/RN**. Natal/RN. 2010.
- SANTANA, A. S.; SANTOS, G. R. Impactos da seca de 2012-2017 na região Semiárida do Nordeste: notas sobre a abordagem de dados quantitativos e conclusões qualitativas. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental (IPEA)**, v. 22, p. 119-129, 2020.
- SANTOS, M. **O espaço do cidadão**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 7ª Ed., 2007.
- SILVA FILHO, C. R., et al., Identificação dos serviços ecossistêmicos de provisão prestados pela Caatinga na microrregião do Seridó Ocidental, Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 21, n. 2, p. 477–490, 2019.

SILVA, J. L. S. E., et al. Climate change will reduce suitable Caatinga dry forest habitat for endemic plants with disproportionate impacts on specialized reproductive strategies. **PLoS ONE**, v 14, p. e0217028, 2019.

SILVA, J. M. C.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. (orgs.) **Caatinga**: The largest tropical dry forest region in South America. Springer International Publishing., 2017.

TABARELLI, M. et al. Caatinga: legado, trajetória e desafios rumo à sustentabilidade. **Ciência e cultura**, v. 70, n. 4, p. 25-29, 2018.

TEIXEIRA, M. *et al.* The Brazilian Caatinga protected areas: An extremely unbalanced conservation system. **Environmental Conservation**, v. 48, n. 4, p. 287-294, 2021. doi:10.1017/S0376892921000308

THAXTER, C. B. *et al.* Bird and bat species' global vulnerability to collision mortality at wind farms revealed through a trait-based assessment. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 284, n. 1862, p. 20170829, 2017.

TOLEDO-LIMA, G.S., PICHORIM, M. Local extinctions exceed colonization rates in a bird community during dry years in the Brazilian Caatinga. **Ornithology Research**, v. 28, p. 86–97, 2020.

TURKOVSKA, O. *et al.* Land-use impacts of Brazilian wind power expansion. **Environmental Research Letters**, v. 16, n. 2, 024010., 2021.

WILDLIFE CONSERVATION SOCIETY BRASIL/UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE (WCS/BRASIL). **Projeto Caatinga**: oportunidades de criação de Unidades de Conservação (UCs) na Caatinga, com ênfase no Rio Grande do Norte. Disponível em: <https://brasil.wcs.org/pt-br/lugares-naturais/projeto-caatinga.aspx>. Acesso em: 10 jan. 2023.

VIEIRA, R. M., et al.,. Desertification risk assessment in Northeast Brazil: current trends and future scenarios. **Land Degradation & Development**, n. 32, p. 224–240, 2021.

VIEIRA, R. M. S. P.; et al., Identifying areas susceptible to desertification in the Brazilian northeast. **Solid Earth**, p. 6, 347-360, 2015.

ZHANG, Y. *et al.* Effects of photovoltaic power station construction on terrestrial ecosystems: A meta-analysis. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 11, p. 1151182, 2023.