

Contribuição dos Empreendimentos Eólicos para expansão do conhecimento da fauna alada no Brasil

Wind Enterprises' Contribution to Expand Knowledge on Winged Fauna in Brazil

Marcela Marega Imamura^{1*}; Ana Teresa Meireles de Carvalho Caldas¹; Bruno de Souza Valente¹; Ruanna Chaves dos Santos²; Ícaro Menezes Pinto³; Brenda de Oliveira Rocha Pita¹; Emiliano José Silva Santiago¹; Jéssica Madeira de Oliveira¹; Luis Gustavo Fernandes Serra¹; Marcel Peruzzo Scarton¹; Maria Cláudia Oton Oliveira Magalhães Ferreira¹; Nathan Harahel Costa de Castro Souza¹; Pedro de Moraes Bettencourt da C C Coutinho¹; Fabiano Carvalho Melo¹

¹Temis Projetos de Meio Ambiente e Sustentabilidade (contato@temis-es.com.br)

²Prefeitura Municipal de Cairu

³Universidade Estadual de Santa Cruz

marcelaimamura@temis-es.com.br, anateresa@temis-es.com.br, brunovalente@temis-es.com.br, RuannaChavez@hotmail.com, icaro.bio.uesc@gmail.com, brendapita@temis-es.com.br, emiliano@temis-es.com.br, jessicaoliveira@temis-es.com.br, luisgustavo@temis-es.com.br, marcelscarton@temis-es.com.br, maria.claudia@temis-es.com.br, nathancosta@temis-es.com.br, pedro.bettencourt@nemus.pt, fabianomelo@temis-es.com.br

RESUMO

Tendo em vista a crescente produção de energia eólica no Brasil e os impactos gerados sobre a fauna alada, combinado a uma carência de divulgação de produções científicas voltadas a esse assunto no Brasil, o presente estudo apresenta e caracteriza o conhecimento científico sobre a temática no Brasil gerado entre os anos de 2014 até 2021. Buscas bibliográficas foram realizadas em três bases de dados através de palavras-chaves relacionadas a temática. Um total de doze estudos foram identificados e analisados. Foi evidenciado a evolução na geração de conhecimento sobre a interação parque eólico e fauna alada principalmente para a região sul do Brasil, enquanto na região Nordeste, líder em produção de energia eólica, os estudos realizados e publicados foram expressivamente mais escassos. Os resultados apontam uma necessidade de ampliar a parceria entre as Instituições de Ensino Superior, consultorias ambientais e empreendedores, para uma melhor divulgação do conhecimento construído nas áreas de influência de parques eólicos. Os resultados obtidos podem orientar o desenvolvimento de estudos futuros, apresentando lacunas existentes no conhecimento sobre impactos de complexos eólicos sobre a fauna alada.

Palavras-chaves:

Energia Eólica; Cienciometria; Fauna alada; impacto; avifauna; quiropterofauna.

ABSTRACT

In a scenario of wind energy growing production in Brazil and the impacts generated on winged fauna, combined with a lack of scientific knowledge dissemination focused on this subject in Brazil, the present study presents and characterizes the Brazilian scientific production on this subject generated between the years 2014 to 2021. Bibliographic searches were carried out in three databases using keywords related to the subject. Twelve studies were compiled and analyzed. We evidenced the evolution in knowledge production about the wind farm and winged fauna interaction, mainly for the Brazil southern region, while in the Northeast region, leader in wind energy production, the number of studies carried out and published were very low. The results point to a need for partnership between Higher Education Institutions, environmental consultants and entrepreneurs, for a better knowledge dissemination built in the wind farms' influence areas. Our results can guide the development of future studies, showing existing gaps in knowledge about impacts of wind farms on winged fauna.

Keywords:

Wind Energy; Scientometrics; Winged fauna; Impact; Avifauna; Chiropteroфаuna.

1. INTRODUÇÃO

O uso de energia eólica se expande a cada ano em todo o Brasil. O crescimento de energia eólica, limpa e sustentável se deve às suas baixas emissões de gases de efeito estufa em comparação ao uso de combustíveis fósseis para a produção de energia. Essa característica de baixas emissões, combinadas à topografia favorável e extensas áreas com ventos fortes em território brasileiro favorecem a implantação desses empreendimentos eólicos associados a incentivos fiscais que favorecem esse grande avanço (PINTO *et al.*, 2017; NERI *et al.*, 2019). Dessa maneira, mais de 80% de toda a geração eólica do Brasil se concentra no Nordeste, especificamente no bioma Caatinga (NERI *et al.*, 2019; ABEEólica, 2021).

Apesar de empreendimentos eólicos serem projetos que apresentam condições adequadas para uma boa integração ambiental, identificados como instalações limpas, não poluentes e sem graves consequências sobre o meio ambiente e independentes de combustíveis fósseis para produzir energia elétrica (SAIDUR *et al.*, 2011), tais estruturas também causam impactos ambientais negativos. Os impactos negativos podem ser tanto em escala espacial quanto temporal, por serem agentes de perda e fragmentação de habitats (FORMAN & ALEXANDER, 1998; FORMAN & DEBLINGER, 2000), o que resulta em significativa alteração e redução da biodiversidade (FAHRIG & RYTWINSKI, 2009).

Os principais impactos dos parques eólicos à fauna silvestre são: i) perda e fragmentação direta de habitat devido à supressão da vegetação para a construção; ii) deslocamento de populações por meio da perda indireta de habitat, principalmente de aves e morcegos; e iii) morte da fauna alada por colisão com as estruturas ou eletroplessão, a exemplo as pás dos aerogeradores e linhas de transmissão (LEUNG & YANG, 2012; MARQUES *et al.*, 2014).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em parques eólicos, a grande altura e diâmetro das pás dos aerogeradores implicam em acidentes de colisão com aves e morcegos. As aves representam um grupo faunístico seriamente afetado pelas atividades antropogênicas (JOHNSON *et al.*, 2017). Possuem especializações únicas e respondem de forma diferente de outros grupos de vertebrados terrestres às mudanças no habitat natural (WIENS, 1989), sendo, portanto, excelentes indicadoras da qualidade ambiental (VERNER, 1981).

Os morcegos são animais sensíveis a atividades antrópicas que resultam em perturbações e mudanças em seus ecossistemas (BARROS, 2019), nesse contexto, parques eólicos em operação apresentam um risco para as populações de quirópteros, que estejam sob a área de influência desses empreendimentos.

Segundo Barros (2019), no Brasil, quatro fatores potencializam o impacto de parques eólicos sobre morcegos e dificultam sua prevenção: "(1) instalação de aerogeradores em locais com alta riqueza de morcegos, incluindo espécies ameaçadas e endêmicas; (2) conhecimento insatisfatório sobre interações entre morcegos e parques eólicos; (3) legislação e licenciamento ambientais pouco eficientes; e (4) colaboração limitada por parte de empreendedores e órgãos ambientais para desenvolver pesquisas e acessar dados gerados durante os processos de licenciamento".

Assim como a avifauna, a quiropterofauna também é afetada pela colisão direta, bem como pelo barotrauma (repentinas mudanças de pressão atmosféricas que causam severas alterações metabólicas) (BAERWARLD, 2008). Na região próxima à extremidade das lâminas das turbinas, a rotação das hélices faz com que a pressão atmosférica sofra uma queda, ocasionando uma expansão repentina dos seus pulmões o que resulta no rompimento dos vasos capilares do órgão, hemorragia interna e morte (BARBOSA FILHO, 2013).

Cabe destacar que o Brasil é signatário da Convenção sobre Espécies Migratórias de Animais Selvagens (CMS, do inglês Convention on Migratory Species) na qual, em sua Resolução 7.5 trata do compromisso do país em envidar esforços para a conciliação entre a exploração do potencial eólico e a conservação deste recorte da biodiversidade de interesse global (ICMBio, 2019).

Assim, os impactos relacionados à avifauna e quiropterofauna podem ser significativos e devem ser tratados com muita atenção, principalmente para a fase de operação dos parques eólicos (MOURA-FÉ E PINHEIRO, 2013). A mortalidade por colisão com turbinas eólicas pode causar redução das populações, principalmente em espécies de reprodução lenta e/ou espécies migratórias, que são as mais afetadas (DAHL *et al.* 2012; VOIGT *et al.* 2012; CARRETE *et al.* 2009).

Nesse contexto, o recente e rápido crescimento da quantidade de complexos eólicos no Brasil é um fator preocupante para a conservação da fauna alada, tendo em vista que os impactos foram documentados e publicados em sua maioria em outros países, onde já existem dados mais concisos relacionados à temática. Assim, poucos estudos a respeito do assunto foram publicados em terras nacionais (BARROS, 2019). Farkatt & Costa (2016) investigaram as produções científicas relacionadas a Energia Eólica entre os anos 2000 e 2015 onde identificaram que 80% da produção científica vem de universidades públicas, sendo as principais responsáveis pelo processo de construção do conhecimento gerado sobre a temática no Brasil.

Enquanto muito do conhecimento produzido fica restrito a projetos de licenciamento ambiental que atuam diretamente nos complexos eólicos, Instituições de Ensino Superior (IES) que são as principais disseminadoras de conhecimento científico, acabam por não ter acesso aos dados deste tipo de empreendimento (BARROS, 2019).

A disseminação desse conteúdo desenvolvido pelas consultoras ambientais, é fundamental e imprescindível para melhor entendimento de alterações na ecologia e no comportamento das espécies de fauna no entorno de complexos eólicos. Sendo assim, pesquisas voltadas a interação de aves e morcegos com parques eólicos são essenciais e fornecem dados importantes para promover medidas de mitigação. Esses estudos são amplamente necessários para a investigação de possíveis alterações na dinâmica de espécies do grupo como alterações de rotas de migração, pontos de repouso, reprodução e alimentação.

Assim, o presente estudo buscou mostrar o panorama dos estudos voltados a temática interação entre fauna alada e aerogeradores durante a operação de complexos eólicos. A partir de análises cienciométricas, o objetivo do presente estudo foi identificar o padrão das pesquisas referentes à relação entre a operação de Parques Eólicos e a fauna alada, e, a partir dos resultados obtidos, compreender o quanto e como estes estudos contribuíram para o conhecimento da fauna alada. Os objetivos específicos deste estudo foram: (i) verificar se há as lacunas de conhecimento da temática no Brasil; (ii) investigar quais são as instituições envolvidas nas produções científicas; (iii) apontar recomendações de pesquisa a curto, médio e longo prazo com base nas análises cienciométricas.

3. MÉTODO DO ESTUDO

A metodologia consistiu em buscas nas plataformas bibliográficas digitais, para tanto, foi realizada uma revisão sistemática de literatura sobre interação avifauna, morcegos e Parques Eólicos no Brasil a partir de buscas realizadas em três plataformas bibliográficas: o Portal de Periódicos e o Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES) criado pela Fundação CAPES do Ministério de Educação do Brasil; os Anuários de 2016 a 2020 do Congresso Brazil Wind Power - o maior evento sobre energia eólica da América latina e a plataforma Web of Knowledge.

As buscas foram feitas no rótulo de campo Tópico (Título, resumo, palavras-chaves) e foram definidas 13 palavras-chaves, em inglês e português, estabelecidas de acordo com os objetivos do estudo (Tabela 1). Todos os tipos de produções científicas foram utilizados na análise, tanto literatura branca (i.e., periódicos científicos impressos e on-line, livros, capítulos de livros) quanto literatura cinza (i.e., anuários de eventos, monografias, dissertações e teses).

Em seguida, foram extraídas as seguintes informações de cada estudo: Autores, Nomes das Instituições envolvidas, tipo (Universidade, Instituição de pesquisa, Organização não governamental e empresa), localização e coordenadas geográficas das instituições envolvidas; Área(s) de estudo e coordenadas geográficas; Grupo(s) de animais alvo (Avifauna ou Morcegos) e Tipo de produção científica: literatura branca (artigo científico, capítulo de livro) e/ou literatura cinzenta (resumo do Congresso Brazil WindPower, monografia, dissertação e tese).

Tabela 1: Termos (inglês e português) utilizados para a pesquisa da produção científica sobre interação avifauna, morcegos e Parques Eólicos no Brasil, esquematizados por operadores Booleanos. (* = é utilizado para recuperar variações de singular e plural ou diferenças na grafia e terminações das palavras).

| Palavras-chave | Bases de Dados |
|---|--|
| Brazil OR Brasil OR Northeastern Brazil OR Nordeste do Brasil | Portal de Periódicos e o Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES) |
| AND | |
| Wind Power OR Eólica OR Wind Farm* OR Empreendimento* Eólico | Anuários de 2016 a 2020 do Brazil Wind Power |
| AND | |
| Bird* OR Ave* OR Bat* OR Morcego* | Web of Knowledge |

Após a identificação das produções científicas, foi feita uma análise estatística exploratória do número de produções científicas, instituições envolvidas e os grupos de animais estudados e a quantidade da produção científica entre 2014 e 2021. Através do software QGIS (3.10.10). Confeccionou-se um mapa da distribuição dos parques eólicos relatados nos estudos e da localização das instituições em relação aos parques eólicos, para compreender a proximidade desses empreendimentos com a localização das instituições envolvidas nas produções.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As produções científicas encontradas abrangeram dois grupos alvos de animais, mais da metade foram com morcegos (58,3%; n = 7), seguidos de aves (33,3%; n = 4). Apenas um estudo não especificou o grupo (n = 1). Como resultado nas plataformas de pesquisa on-line, foi registrado um total de 12 produções científicas sobre a interação de aves e morcegos com os parques eólicos no Brasil (Figura 1).

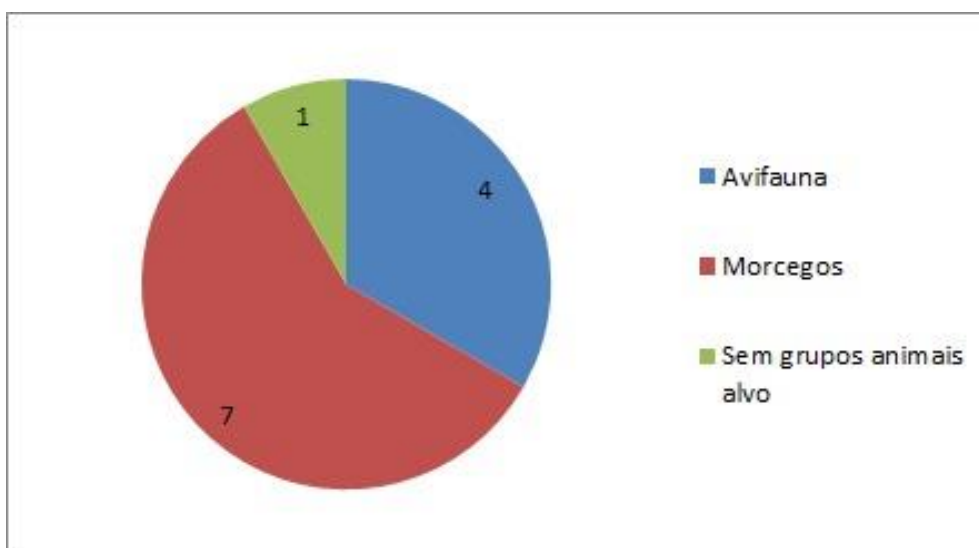


Figura 1. Distribuição das publicações sobre a interação de aves e morcegos com os parques eólicos no Brasil por grupo animal alvo de investigação.

Trinta e três por cento (33%) das produções foram publicadas no ano de 2019. Em contrapartida, os anos de 2014, 2017 e 2018 apresentaram apenas uma publicação, que correspondia aos objetivos do presente estudo (Figura 2). A produção científica foi equilibrada entre literatura branca (50%) e literatura cinzenta (50%). Foram subdivididas em quatro tipos, a metade foi de artigos em periódicos revisados por pares (n= 6; 50%) e em seguida, dois resumos do congresso Brazil Power Wind (16,7%), duas teses de doutorado (16,7%) e duas dissertações (16,7%).

O número reduzido de estudos relativos ao impacto de parques eólicos sob a fauna alada pode estar associado ao pouco tempo que está tecnologia de geração de energia passou a ser adotada no Brasil. Enquanto a implementação de complexos eólicos em terra internacionais se deu no início dos anos 80 (LANTZ, 2012), no Brasil, apesar de já apresentar crescimento significativo no âmbito da energia elétrica nacional, o uso da energia eólica começou a ser utilizada recentemente com a criação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) em 2002 (RAMPINELLI & ROSA JÚNIOR, 2012; ANEEL, 2021).

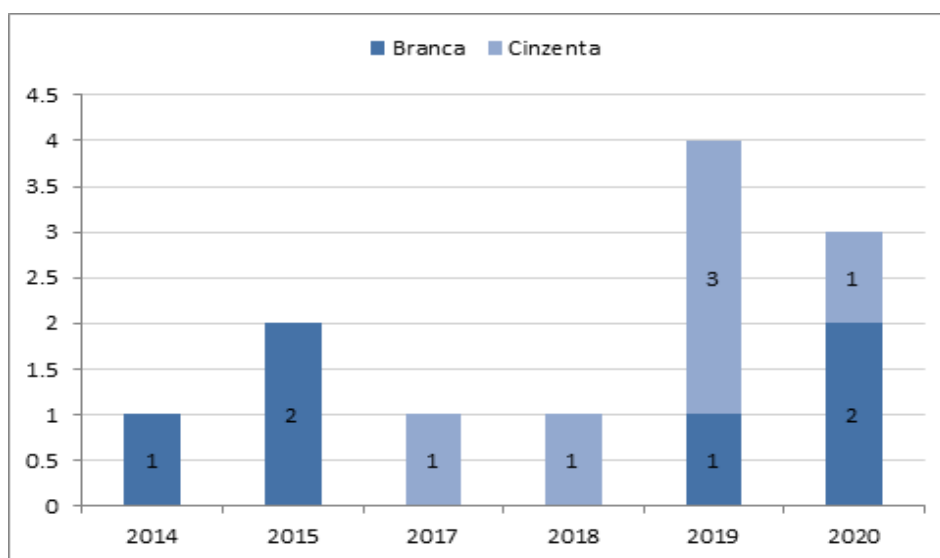


Figura 2. Distribuição das publicações sobre a interação de aves e morcegos com os parques eólicos no Brasil ao longo dos anos

Das produções científicas analisadas, foi possível identificar 25 autores diferentes envolvidos. O número de autores variou de 1 a 6 por produção (média e desvio padrão = $2,7 \pm 1,6$). Identificou-se 11 instituições nacionais envolvidas nas produções científicas. Dentre elas, universidades (n = 5), instituições de pesquisa (n = 2), organização não governamental (n = 1) e empresas de consultoria ambiental (n = 3). Além disso, os estudos foram desenvolvidos por instituições próximas aos empreendimentos de energia eólica (Figura 3).

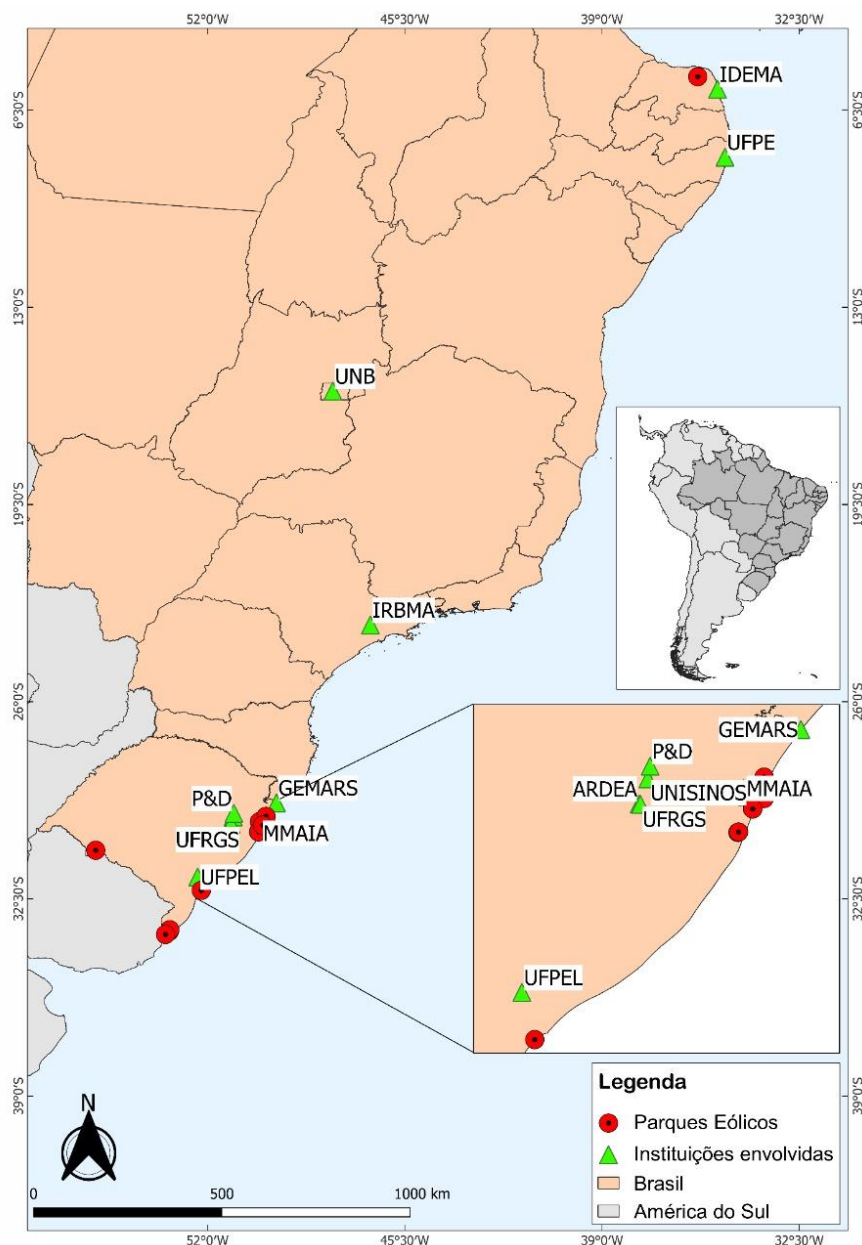


Figura 3. Distribuição das instituições e parques eólicos envolvidos nas publicações encontradas.

Quanto à localização dos parques eólicos estudados, apenas sete (58,3%) produções científicas relataram esta informação. Foram identificados 8 parques eólicos nos estudos, distribuídos no estado do Rio Grande do Norte no Nordeste do Brasil e no Rio Grande do Sul, sudeste do país e estão inseridos em dois biomas brasileiros, Caatinga e Pampa, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Parques eólicos identificados nas produções científicas sobre interação de aves ou morcegos com parques eólicos no Brasil entre 2014 e 2021 e sua localização (RS = Rio Grande do Sul; RN = Rio Grande do Norte).

| Parque Eólico | Estado | Localização Geográfica |
|-------------------------|--------|---------------------------|
| Osório | RS | -29.978117;-50.071368 |
| Santa Vitória do Palmar | RS | -33.57251111;-53.25879444 |
| Palmares do Sul | RS | -30.289215;-50.308909 |
| Rio Grande | RS | -32.21998;-52.204164 |
| Santana do Livramento | RS | -30.897328;-55.68194 |
| Xangri-lá | RS | -29.778102;-50.071368 |
| Chuí | RS | -33.67308;-53.3832292 |
| Tramandaí | RS | -30.069641;-50.181125 |
| João Câmara | RN | -5.398055556;-35.8475 |

O Brasil se caracteriza por seu grande potencial de ventos que favorece os empreendimentos da energia eólica, isto porque os ventos no país possuem uma velocidade média anual maior que a média mundial, além de baixa oscilação de 5% (SOARES, 2010). Diante disso, tem-se o Nordeste e o Sul como regiões atrativas para a tecnologia eólica, sendo representados pelo estado do Rio Grande do Norte, Ceará e Rio Grande do Sul, respectivamente (RAMPINELLI & ROSA JÚNIOR, 2012). Estas regiões apresentam velocidades médias anuais de 7 a 8,5m/s (AMARANTE *et al.*, 2001).

Enquanto países na América do Norte e Europa são pioneiros, tanto na produção de energia eólica quanto na produção de conhecimento voltado a fauna alada direta e indiretamente afetada pela presença de empreendimentos eólicos, o Brasil vivencia um crescimento na produção de energia eólica, que acaba por não ser acompanhada no mesmo ritmo pela disseminação e produção de conhecimento científico voltado para os grupos faunísticos afetados. A partir dos dados obtidos é possível indicar a necessidade de mais estudos localizados no Brasil. Uma revisão recente abordou a necessidade urgente de quantificar as espécies vulneráveis a esse tipo de colisão globalmente e destacou que a maioria dos estudos relacionados a temática têm se concentrado em países desenvolvidos (SCHUSTER *et al.*, 2015).

O Brasil, 6º do mundo em geração de energia eólica (HUTCHINSON; ZHAO, 2023), figura entre os países com maior biodiversidade de aves e morcegos no mundo ("Global Big Day - eBird", 2023) (BERNARD, 2011), todavia, países como: Canadá, EUA, Espanha e Noruega, estão na vanguarda do estudo de fauna alada e turbinas eólicas, tendo uma quantidade significativamente maior de estudos publicados sobre esse assunto (e.g. ARNETT, 2013; FARFÁN, 2009; MAY, 2020). O Brasil se ausenta como um expoente de conhecimento acerca dos impactos sobre a fauna alada em parques eólicos, mesmo com todo potencial para tal feito.

Desde o final dos anos 90 a presença de energia elétrica gerada por turbinas eólicas é uma realidade no Brasil, no entanto, ao longo desses 20 anos, a quantidade de estudos publicados relacionados à fauna alada influenciada pela presença de parques eólicos não é tão expressivo.

Outro ponto a ser observado é a quantidade de estudos realizados no estado do Rio Grande do Sul, local onde o desenvolvimento de complexos eólicos despontou no Brasil por volta de 2007 (CUNHA, 2019). As produções científicas e análises de impactos são significativamente maiores lá do que em outros pontos do Brasil, como o Nordeste, região na qual a produção de energia eólica vem crescendo exponencialmente nas duas últimas décadas.

O tempo em operação dos parques eólicos, se prova um fator determinante como influenciador na quantidade de artigos publicados, uma vez que, os estudos realizados em complexos eólicos em operação no Rio Grande do Sul são mais numerosos, enquanto as usinas eólicas na região Nordeste, apesar de mais abundante e com maior capacidade de geração elétrica, são mais recentes e coincidem com a baixa incidência de estudos divulgados realizados nesses parques.

A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro e um dos biomas menos protegidos do Brasil, com menos de 10% das áreas legalmente protegidas, das quais menos de 2% é estritamente protegida (NERI *et al.*, 2019). Ainda assim, é um dos biomas de floresta seca mais ricos da América Latina apresentando

altos níveis de endemismos (LEAL, 2005). Sua fauna é composta por aproximadamente 1.307 espécies animais, dentre as quais 327 são exclusivas do bioma (INSA, [s.d.]; WWF-BRASIL, [s.d.]). Atualmente, 11 milhões de hectares da Caatinga, apresentam alta relevância para conservação da biodiversidade e coincidem com áreas potenciais para expansão das atividades eólicas no país (NERI *et al.*, 2019). Nesse sentido, conciliar o uso e expansão da energia eólica com a conservação da Caatinga possui extrema importância, pois, apesar da energia eólica ser uma “energia limpa” devido as baixas emissões de gases de efeito estufa, ainda assim, causa impactos adversos à flora e a fauna (WANG *et al.*, 2015).

Apesar da Caatinga ser identificada como um importante centro de endemismo de aves na América do Sul, o conhecimento sobre sua avifauna ainda é reduzido. O número de espécies de aves da Caatinga costuma ser bem variável, os quais estudos estimam números que variam entre 510 espécies (SILVA *et al.*, 2003) a 548 espécies (ARAUJO & SILVA, 2017). Essa alta diversidade de aves corresponde a aproximadamente 1/4 do total das espécies de aves brasileiras (SILVA *et al.*, 2003; ARAUJO & SILVA, 2017). Além disso, sobre a biologia da maioria das espécies de caatinga, bem como a ecologia e estruturação das comunidades é desconhecida (CRACRAFT, 1985). Igualmente a quiropterofauna apresenta uma riqueza até então de 90 espécies, podendo esta ser ainda maior (CARVALHO-NETO *et al.*, 2017).

Estudos realizados em complexos eólicos podem trazer dados importantes para a preservação da biodiversidade e entendimento da dinâmica da fauna alada e aerogeradores. Uma forma de ampliar esse conhecimento é a maior disponibilização de dados coletados para relatórios relacionados as obrigatoriedades do licenciamento ambiental que contribuiria amplamente com a pesquisa e divulgação científica, proposta pelas instituições de ensino superior.

O estudo de Falavigna (2017) é um exemplo de como as informações podem ser utilizadas, uma vez que os dados referentes à avifauna do parque de Osório entregues ao órgão ambiental do estado (FEPAM) foram utilizados para elaboração de uma lista de espécies ocorrentes que foram a órbita na área do complexo eólico. Assim, a identificação e quantificação do risco de colisão entre aves em aerogeradores no complexo eólico Osório (RS) foi divulgada e seguiu acessível para futuros modelos e comparações.

Outro exemplo é o estudo de Amaral (2020), que realizou um monitoramento de órbitas de morcegos por aerogeradores no Parque Eólico Geribatu (RS). Assim, abordagens como essas podem e devem ser feitas em outros complexos eólicos, tendo em vista o contexto da alta no número de complexos eólicos, em especial nos parques nordestinos, que são os mais numerosos, líderes em produção. Dessa forma, pesquisas feitas na área de influência, podem auxiliar a identificar lacunas no conhecimento acerca da fauna alada e contribuir para a preservação das espécies e melhor gestão desses parques eólicos.

O estudo de Barros (2019) avaliou a qualidade do que é requisitado para o licenciamento ambiental de parques eólicos, considerando o impacto sobre morcegos em 13 Estados brasileiros. Foi identificado que, por mais que ainda existam algumas ressalvas acerca da eficácia, robustez e padronização do que é solicitado pelos órgãos licenciadores, as empresas consultoras coletam dados importantes e fundamentais sobre as espécies da quiropterofauna, tendo em vista o que é requisitado para o licenciamento de empreendimentos eólicos (e.g. riqueza, abundância, composição de espécies e número de espécies em listas vermelhas da fauna ameaçada de extinção).

Essas informações como, amostragem das espécies ocorrentes na área de influência, riqueza, abundância, composição de espécies e outras informações relevantes como hábitos alimentares, sítios de deslocamento e nidificação, são fundamentais para composição de estudos científicos que poderiam ser divulgados, mostrando a importância de uma parceria empreendedor/consultoras e a produtores e disseminadores de conhecimento científico.

Conforme o exposto por Enrico Bernard (2014), parcerias entre Empreendedor X IES é produtiva, tendo em vista que estudos feitos por essas entidades de ensino, podem identificar os pontos fracos dos processos de licenciamento, auxiliando as consultorias a realizar um trabalho mais eficiente, minimizando os impactos que um empreendimento eólico pode acarretar à fauna alada

Assim como o estudo de Bernard (2014), o trabalho de Neri (2019) identifica conflitos para a conservação de morcegos, algo que é de interesse mútuo entre as partes. Pesquisas como essas são fundamentais

para um desenvolvimento sustentável de empreendimentos eólicos, pois identificam situações prejudiciais à fauna e que podem ser negativas também para os interesses econômicos dos empreendedores, uma vez que conflitos locais trazem, além dos impactos ambientais na biodiversidade e comunidades na área de influência, uma visibilidade negativa para o empreendimento.

Fortalecer a interação entre empreendedores, entidades governamentais e comunidade científica, visando impulsionar oportunidades para a condução e divulgação de pesquisas, é uma medida a ser tomada. O número de pesquisadores atuando no tema da energia eólica no Brasil, contudo, ainda é pequeno, apesar de crescente. Este conhecimento, em sua maioria, é criado por pesquisadores dentro das universidades brasileiras. A parceria entre os produtores de conhecimento científico com os gestores de empreendimentos eólicos é uma solução para fomentar o aumento na produção de conteúdo científico voltado à interação do meio ambiente com os complexos eólicos.

A participação do setor privado tem ganhado destaque, à medida que um número crescente de empresas e fundos de investimento declara que suas estratégias estão focadas em boas práticas ambientais, sociais e de governança (ESG) (CEPAL, 2023). Nos EUA, 72% dos investidores institucionais destacam as práticas ESG em seus planos de investimentos, de acordo com pesquisa realizada pelo banco NATIXIS em 2020 (POLLMAN 2022).

Empresas com um menor envolvimento com questões ambientais, sociais e de governança teriam um prêmio de risco mais elevado em relação às empresas que possuem práticas mais sustentáveis (CEPAL, 2023). Assim, o custo de financiamento no mercado de capitais é influenciado pelo comprometimento das empresas com a ESG.

Parceiras com IES, e facilitação ao acesso nas políticas de confidencialidade, possibilita um aumento na divulgação de produções científicas voltadas para parques eólicos, e coloca o empreendimento em sintonia com boas práticas internacionais e indicadores de ESG. Um exemplo são os Princípios do Equador, que se trata de um conjunto de critérios socioambientais adotados por instituições financeiras globalmente, visando gerenciar riscos em operações de financiamento de projetos. Dentre os 10 princípios, dois deles visam uma colaboração entre empreendedor e a comunidade científica.

O Princípio 4 (Sistema de Gestão Ambiental e Social), ao abordar necessárias para a adoção de medidas mitigatórias, essa parceria estabelece mecanismos de identificação, priorização e gerenciamentos dos riscos ambientais do Projeto, bem como monitorar as ações para conformidade com os padrões aplicáveis; e Princípio 10 (Divulgação de Informações e Transparência): Ao prever ao prever a divulgação das informações relacionadas ao empreendimento por meio da Consulta Livre, plataforma do órgão ambiental fiscalizador, bem como no site do empreendedor serão influenciadas na parceria do empreendimento com as IES que realizam disseminação de conteúdo científico.

Outro indicador é o atendimento aos Padrões de Desempenho do International Finance Corporation (IFC), que consistem em oito Padrões de Desempenho estabelecidos de normas que o empreendedor deve cumprir durante toda a duração da operação financeira elencada aos Princípios do Equador. A relação com IES engloba especialmente o padrão de desempenho 6 (Preservação da Biodiversidade e Gerenciamento Sustentável de Recursos Naturais), haja vista o estímulo na produção de trabalhos científicos voltados para proteção e conservação da biodiversidade, manutenção dos serviços ecossistêmicos e gestão dos recursos naturais vivos, que por sua vez são substanciais para o desenvolvimento sustentável.

A partir dessas medidas o empreendedor entra em sintonia com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS da Organização das Nações Unidas - ONU, em especial a 15 (Vida Terrestre), assegurando através dessas parcerias, a conservação de espécies de fauna alada, executando um empreendimento com melhor reputação no mercado e ambientalmente legal, o que no mundo atual se faz cada vez mais fundamental para captação de investimentos (CEPAL, 2023).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Diversas análises já realizadas em áreas próximas ou cenários semelhantes podem direcionar melhor o estudo de viabilidade ambiental e auxiliar num diagnóstico preciso da fauna em empreendimentos eólicos. Assim, uma vez que o acesso a dados secundários nacionais esteja disponibilizado, o tempo de licenciamento pode ser reduzido, bem como o planejamento de novos projetos facilitado. Nesse sentido tanto os riscos de licenciamento quanto os impactos negativos sobre a fauna alada seriam minimizados.

Muitos empreendimentos eólicos estão sofrendo denúncias e investigações de licenciamento irregular, uma vez que muitos entram em operação antes mesmo de finalizar o levantamento da avifauna e quiropteroфаuna (SOVERNIGO, 2009). Além disso, existe também uma carência de pesquisadores e profissionais qualificados voltados a temática, e isso decorre do descompasso entre as velocidades de crescimento do mercado eólico e de investimentos e interesse para a formação de recursos humanos voltados a divulgação científica.

Considerando o expressivo potencial de geração de energia eólica no país, é de extrema importância que o conhecimento científico a partir dos dados coletados nas diversas fases dos empreendimentos seja incentivado e gerado assegurando assim que novas soluções e ações de mitigação sejam desenvolvidas em prol da conservação da biodiversidade.

É possível observar que os estudos de monitoramentos de fauna alada realizados pelo licenciamento nestes empreendimentos podem fornecer dados consistentes e elucidativos para compreensão da ecologia desse grupo faunístico em relação ao uso do habitat da região, contribuindo para o conhecimento e conservação da biodiversidade local.

A partir do exposto no presente trabalho, é possível considerar que não há déficit de dados coletados relacionados à interação de fauna alada e empreendimentos eólicos no Brasil, mas sim uma falta de incentivo à divulgação de dados existentes e colaboração entre empreendedores e a comunidade científica para execução de projetos de pesquisa. A divulgação dos dados deveria ser em âmbito sistemático e de fácil acesso, tanto como dados brutos, quanto em forma de publicação científica e popularizada, fomentando a produção de estudos voltados às interações da fauna alada e os complexos eólicos.

REFERÊNCIAS

AMARANTE, O.A.C.; BROWER, M.; ZACK, J.; SÁ, A.L. Atlas do potencial eólico brasileiro. 2001. Brasília 2001.

ANEEL. Programa de Incentivo às Fontes Alternativas - PROINFA. Disponível em <https://www.aneel.gov.br/proinfa> Acesso 29 de julho de 2021.

ARAUJO, Helder Farias Pereira; SILVA, José Maria Cardoso da. The avifauna of the Caatinga: biogeography, ecology, and conservation. **Caatinga: The largest tropical dry forest region in South America**, p. 181-210, 2017.

ARNETT, E. B. *et al.* A synthesis of operational mitigation studies to reduce bat fatalities at wind energy facilities in North America. A report submitted to the National Renewable Energy Laboratory. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA. Texas, USA, **Bat Conservation International**, 2013.

ARNETT, Edward B. *et al.* Patterns of bat fatalities at wind energy facilities in North America. **The Journal of Wildlife Management**, v. 72, n. 1, p. 61-78, 2008.

BAERWALD, E. F. *et al.* Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. **Current Biology**, v. 18, n. 16, p. R695–R696, ago. 2008.

- BARBOSA FILHO, W.P. **Impactos Ambientais em Usinas Eólicas**. AGRENER, GD. Itajubá –MG, 2013.
- BARROS, M. A. S. DE. Interações entre morcegos e turbinas eólicas no Agreste do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil.
- BERNARD, Enrico; TAVARES, Valéria da Cunha; SAMPAIO, Erica. Compilação atualizada das espécies de morcegos (Chiroptera) para a Amazônia Brasileira. **Biota neotropica**, v. 11, p. 35-46, 2011.
- CARRETE M., SANCHEZ-ZAPATA J.A., BENITEZ J.R., LOBON M., DONAZAR J.A. 2009 Large scale risk-assessment of wind-farms on population viability of a globally endangered long-lived raptor. *Biol. Conserv.* 142, 2954–2961.
- CARVALHO-NETO, Francisco Geraldo *et al.* The heterogeneity of Caatinga biome: an overview of the bat fauna. **Mammalia**, v. 81, n. 3, p. 257-264, 2017.
- CEPAL, N.; BRASIL (FES-BRASIL), F. F. E. Financiando o Big Push: caminhos para destravar a transição social e ecológica no Brasil. **repositorio.cepal.org**, 2 jun. 2023.
- CRACRAFT, J. 1985. Historical biogeography and patterns of differentiation within the
CUNHA, Eduardo Argou Aires *et al.* Aspectos históricos da energia eólica no Brasil e no mundo. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 8, n. 4, 2019.
- Curiosidades sobre a Caatinga. WWF-Brasil, Disponível em www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/biomas/bioma_Caatinga/bioma_Caatinga_curiosidades/.
- DAHL E.L., BEVANGER K., NYGARD T., ROSKRAFT E., STOKKE B.G. 2012 Reduced breeding success in white-tailed eagles at Smola windfarm, western Norway, is caused by mortality and displacement. *Biol. Conserv.* 145, 79–85.
- FAHRIG, L.; RYTWINSKI, T. Effects of roads on animal abundance: An empírica review and synth. **Ecology and Society**, v. 14, iss. 1, 20 pág. 2009.
- FARFÁN, M. A. *et al.* What is the impact of wind farms on birds? A case study in southern Spain. **Biodiversity and Conservation**, v. 18, p. 3743-3758, 2009.
- FORMAN, Richard TT; ALEXANDER, Lauren E. Roads and their major ecological effects. **Annual review of ecology and systematics**, v. 29, n. 1, p. 207-231, 1998.
- FORMAN, Richard TT; DEBLINGER, Robert D. The ecological road-effect zone of a Massachusetts (USA) suburban highway. *Conservation biology*, v. 14, n. 1, p. 36-46, 2000.
Global Big Day - **eBird**. Disponível em: <<https://ebird.org/globalbigday>>.
- HUTCHINSON, M.; ZHAO, F. GLOBAL WIND REPORT 2023. Brussels, Belgium: GWEC, 27 mar. 2023.
- JOHNSON, Christopher N. *et al.*, Biodiversity losses and conservation responses in the Anthropocene. **Science**, v. 356, n. 6335, p. 270-275, 2017.
- ICMBio - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Relatório anual de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil**. Cabedelo, PB. 2019.
- LANTZ, Eric; HAND, M. Maureen; WISER, Ryan. Past and future cost of wind energy. National Renewable Energy Lab.(NREL), Golden, CO (United States), 2012.
- LEAL, Inara R. *et al.* Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 139-146, 2005.
- LEUNG, Dennis YC; YANG, Yuan. Wind energy development and its environmental impact: A review. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 16, n. 1, p. 1031-1039, 2012.

LOVICH, J. E.; ENNEN, J. R. Assessing the state of knowledge of utility-scale wind energy development and operation on non-volant terrestrial and marine wildlife. **Applied Energy**, v. 103, p. 52-60, 2013.

MAY, Roel *et al.* Paint it black: Efficacy of increased wind turbine rotor blade visibility to reduce avian fatalities. **Ecology and evolution**, v. 10, n. 16, p. 8927-8935, 2020.

MARQUES, Ana Teresa *et al.* Understanding bird collisions at wind farms: An updated review on the causes and possible mitigation strategies. **Biological Conservation**, v. 179, p. 40-52, 2014.

MOURA-FÉ, M.M.; PINHEIRO, M.V.A. Os parques eólicos na zona costeira do Ceará e os impactos ambientais associados. **Revista Geonorte**, V.9, N.1, p.22-41, 2013. (ISSN – 2237-1419).

NERI, Marlon *et al.* 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.

O Semiárido Brasileiro. Instituto Nacional do Semiárido –INSA. Disponível em: <<https://www.gov.br/insa/pt-br/semiario-brasileiro>>. Acesso em 30 jun. 2023.

PINTO, L. I. C.; MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B. O mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 12, n. 6, p. 1082, 23 nov. 2017.

POLLMAN, Elizabeth. The making and meaning of ESG. **U of Penn, Inst for Law & Econ Research Paper**, n. 22-23, 2022.

RAMPINELLI, G.A; ROSA JÚNIOR, C. G. Análise da Geração Eólica na Matriz Brasileira de Energia Elétrica. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, v. 14, n 2. 2012

SAIDUR, R.; RAHIM, N. A.; ISLAM, M. R.; SOLANGI, K. H. Environmental impact of wind energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15:2423-2430. 2011.

SCHUSTER E, BULLING L, KOPEL J. 2015 Consolidating the state of knowledge: a synoptical review of Wind energy' wildlife effects. *Environ. Manage.* 56, 300–331.

SILVA, José Maria Cardoso *et al.* Aves da Caatinga: status, uso do habitat e sensibilidade. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p. 237-274, 2003.

SOVERNIGO, M. H. Impacto dos Aerogeradores sobre a Avifauna e Quiropterofauna no Brasil. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2009.

VERNER, J. Measuring responses of avian communities to habitat manipulation. **Studies in Avian Biology**, v. 6, p. 543-547. 1981.

VOIGT C.C., POPA-LISSEANU A.G., NIERMANN I., KRAMER- SCHADT S. 2012 The catchment area of wind farms for European bats: a plea for international regulations. *Biol. Conserv.* 153, 80–86. Washington, 36: 49-84.

WIENS, J. A. The ecology of bird communities. Cambridge: **Cambridge University Press**, 1989.

WANG, SHIFENG; WANG, SICONG. IMPACTS OF WIND ENERGY ON ENVIRONMENT: A REVIEW. **RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS**, V. 49, P. 437-443, 2015.