



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**  
**PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO**  
**AMBIENTE**



**FRANCISCO DAS CHAGAS VIEIRA SANTOS**

**INFLUÊNCIA DE UM COMPLEXO EÓLICO SOBRE A AVIFAUNA E O**  
**ECOTURISMO NOS PEQUENOS LENÇÓIS MARANHENSES, NORDESTE,**  
**BRASIL**

**Teresina/PI**

**2022**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
CURSO DE DOUTORADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE  
ASSOCIAÇÃO PLENA EM REDE**

---



**FRANCISCO DAS CHAGAS VIEIRA SANTOS**

**INFLUÊNCIA DE UM COMPLEXO EÓLICO SOBRE A AVIFAUNA E O  
ECOTURISMO NOS PEQUENOS LENÇÓIS MARANHENSES, NORDESTE,  
BRASIL**

**Teresina/PI**

**2022**

FRANCISCO DAS CHAGAS VIEIRA SANTOS

**INFLUÊNCIA DE UM COMPLEXO EÓLICO SOBRE A AVIFAUNA E O  
ECOTURISMO NOS PEQUENOS LENÇÓIS MARANHENSES, NORDESTE,  
BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI), como requisito à obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Área de concentração: Desenvolvimento e meio ambiente.

Linha de pesquisa: Relações sociedade-natureza e sustentabilidade.

Orientador: Professor Dr. Anderson Guzzi

Coorientadora: Professora Dra. Roseli Farias Melo de Barros

Teresina/PI

2022

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Sistema de Bibliotecas da UFPI – SIBI/UFPI  
Biblioteca Setorial do CCN

S231i Santos, Francisco das Chagas Vieira.  
Influência de um complexo eólico sobre a avifauna e o ecoturismo nos pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil / Francisco das Chagas Vieira Santos. – 2022.  
133 f. : il.

Tese (Doutorado em Rede) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA, Teresina, 2022.  
“Orientador: Prof. Dr. Anderson Guzzi.”  
Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Roseli Farias Melo de Barros.

1. Avifauna. 2. Usina Eólica. 3. Impacto Ambiental - Maranhão. 4. Colisão. I.Guzzi, Anderson. II.Titulo.

CDD 598.09812 1

FRANCISCO DAS CHAGAS VIEIRA SANTOS

**INFLUÊNCIA DE UM COMPLEXO EÓLICO SOBRE A AVIFAUNA E O  
ECOTURISMO NOS PEQUENOS LENÇÓIS MARANHENSES, NORDESTE,  
BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI), como requisito à obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Área de concentração: Desenvolvimento e meio ambiente.

Linha de pesquisa: Relações sociedade-natureza e sustentabilidade.

Orientador: Professor Dr. Anderson Guzzi

Coorientadora: Professora Dra. Roseli Farias Melo de Barros

Aprovado em 29 de julho de 2022.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Anderson Guzzi (UFPI)  
Orientador

---

Prof. Dr. Rodrigo Guimarães de Carvalho (UERN)  
Examinador Externo – PRODEMA/UERN

---

Prof. Dr. Mauro Pichorim (UFRN)  
Examinador Externo à UFPI

---

Profª. Dra. Rachel Maria de Lyra Neves (UFAPE)  
Examinador Externo à UFPI

---

Prof. Dr. Francisco Soares Santos Filho (PRODEMA/UFPI)  
Examinador Interno ao Curso

## RESUMO

A implantação de uma usina eólica pode gerar, de forma direta e indireta, impactos sobre a fauna, em especial sobre as aves. Objetivou-se levantar os impactos decorrentes da operação de parques eólicos na região dos Pequenos Lençóis Maranhenses (PLM) sobre a avifauna e a influência desses sobre o ecoturismo de observação de aves nos municípios de Paulino Neves e Barreirinhas (MA). Foram realizadas 14 amostragens trimestrais no período de agosto de 2017 a dezembro de 2020, num total de 350 horas de observação. O registro da avifauna ocorreu por meio de 12 pontos de escuta (P1-P12) e três áreas controle (AC1-AC3). Foram armadas 20 redes de neblina (*mist nets*) de 2,5m x 3mm x 12m, permanecendo abertas entre 4:00 e 8:00 horas e entre 16:00 e 20:00 horas, durante cinco dias consecutivos por campanha, num total de 3.200 horas/rede, vistoriadas a cada 20 minutos. Foram aplicados critérios quanto ao risco de colisão para cada espécie registrada e estabelecidos valores binários, zero (0) ou um (1), para as variáveis estudadas. Desta forma, as aves registradas receberam um escore com base no somatório dos pontos. Além disso, foi realizado estudo de percepção sobre impactos de parque eólicos nas populações dos guarás, com condutores de turistas da região, no período de maio a julho de 2019, com a utilização de entrevistas semiestruturadas com 35 condutores. Foram registrados 47.322 contatos com indivíduos pertencentes a 77 espécies de aves nas áreas amostradas, distribuídas em 29 famílias e 15 ordens, e capturados 205 indivíduos, pertencentes a 10 espécies. O maior número de espécies foi registrado nos pontos internos (P1-P12) do complexo eólico (n = 61), seguidos de AC2 (n = 54), AC1 (n = 36) e AC3 (n = 19). A maioria das categorias tróficas mostra um mesmo padrão de influência na composição da avifauna, tanto para os pontos internos do complexo como para áreas controle. Para os tipos de lagoas, os padrões de influência diferem em termos de contribuição, pois as aves que se alimentam de invertebrados aquáticos (invaq) e onívoras (oni) obtiveram maior relação com lagoas do tipo permanente, ao passo que os insetívoros (ins) apresentaram maior relação com lagoas do tipo temporárias. Das espécies registradas, 44% estão na categoria de alto risco de colisão com aerogeradores (score 5-6), seguidas por 40% com médio risco (score 3-4), 13% com baixo risco (score 1-2) e 3% que não apresentaram algum tipo de risco (score = 0). Conforme 46% dos condutores, a instalação e operação dos parques eólicos não causaram impactos negativos nos guarás, contudo, 23% relataram que é o soterramento de lagoas um dos principais problemas gerados pelo empreendimento. Foram informados 13 atrativos turísticos com potencial para observação da espécie, sendo a mais citada a Lagoa do Alazão (n = 27), seguida da localidade Caburé (n = 25) e Praia da Assembleia (n = 13). Apesar da descaracterização do ambiente natural para a instalação de um complexo eólico na região dos Pequenos Lençóis Maranhenses, uma rica avifauna ainda pode ser observada na área de estudo. Não houve diferença de riqueza de aves estimadas entre os pontos internos do complexo eólico e áreas controle. Quanto aos critérios de risco à colisão, percebeu-se que a maioria das espécies mais vulneráveis pertence às famílias Scolopacidae, Anatidae, Ardeidae, Accipitridae, Cathartidae e Falconidae. Nesse sentido, as populações identificadas com maior vulnerabilidade devem ser foco de futuros estudos de monitoramento na região do complexo eólico. Vale ressaltar que a maioria dos condutores não percebe impactos negativos dos parques eólicos sobre os guarás, além disso, demonstraram conhecer a importância, o comportamento e sua distribuição desta espécie na região.

**Palavras-chave:** aerogeradores; aves; Maranhão; observação de aves; risco de colisão.

## ABSTRACT

he implementation of a wind farm can generate, directly and indirectly, impacts on the fauna, especially on birds. The objective was to survey the impacts resulting from the operation of wind farms in the Pequenos Lençóis Maranhenses (PLM) region on avifauna and their influence on birdwatching ecotourism in the municipalities of Paulino Neves and Barreirinhas (MA). Fourteen quarterly samplings were carried out from August 2017 to December 2020, for a total of 350 hours of observation. Birds were recorded at 12 listening points (P1-P12) and three control areas (AC1-AC3). 20 mist nets (mist nets) measuring 2.5m x 3m x 12m were set up, remaining open between 4:00 am and 8:00 am and between 4:00 pm and 8:00 pm, for five consecutive days per campaign, in a total of 3,200 hours/network, inspected every 20 minutes. Criteria were applied regarding the risk of collision for each species recorded and binary values, zero (0) or one (1), were established for the variables studied. In this way, the registered birds received a score based on the sum of the points. In addition, a perception study was carried out on the impacts of wind farms on the populations of guarás, with tourist drivers in the region, from May to July 2019, using semi-structured interviews with 35 drivers. 47,322 contacts were recorded with individuals belonging to 77 species of birds in the sampled areas, distributed in 29 families and 15 orders, and 205 individuals belonging to 10 species were captured. The largest number of species was recorded in the internal points (P1-P12) of the wind complex (n = 61), followed by AC2 (n = 54), AC1 (n = 36) and AC3 (n = 19). Most trophic categories show the same pattern of influence on the composition of the avifauna, both for the internal points of the complex and for control areas. For the types of ponds, the patterns of influence differ in terms of contribution, as birds that feed on aquatic invertebrates (invaq) and omnivores (oni) had a greater relationship with permanent ponds, while insectivores (ins) showed a greater relationship with temporary ponds. Of the species recorded, 44% are in the category of high risk of collision with wind turbines (score 5-6), followed by 40% with medium risk (score 3-4), 13% with low risk (score 1-2) and 3 % who did not present any type of risk (score = 0). According to 46% of the drivers, the installation and operation of wind farms did not cause negative impacts on the guarás, however, 23% reported that the burying of ponds is one of the main problems generated by the enterprise. Thirteen tourist attractions with potential for observation of the species were reported, the most cited being Lagoa do Alazão (n = 27), followed by the locality Caburé (n = 25) and Praia da Assembleia (n = 13). Despite the de-characterization of the natural environment for the installation of a wind farm in the Pequenos Lençóis Maranhenses region, a rich avifauna can still be observed in the study area. There was no difference in estimated bird richness between the internal points of the wind farm and control areas. As for the risk criteria for collision, it was noticed that most of the most vulnerable species belong to the families Scolopacidae, Anatidae, Ardeidae, Accipitridae, Cathartidae and Falconidae. In this sense, the populations identified with greater vulnerability should be the focus of future monitoring studies in the region of the wind farm. behavior and distribution of this species in the region.

**Keywords:** wind turbines; birds; Maranhão; birdwatching; risk of collision.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### Artigo 1

- Figura 1. Distribuição dos pontos amostrais da avifauna do complexo eólico nos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil.....38
- Figura 2. Curva de rarefação: interpolação (segmentos de linha sólida) e extrapolação (segmentos de linha pontilhada) com intervalos de confiança de 95% (área sombreada) para riqueza de aves registradas nos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil.....47
- Figura 3. Análise de Cluster da composição da avifauna registrada baseado no Índice de Jaccard entre os pontos amostrais internos do complexo eólico e áreas controle dos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil.....48
- Figura 4. Famílias da avifauna registradas no complexo eólico dos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil.....49
- Figura 5. Análise de Componentes Principais (PCA) para guilda trófica da avifauna em relação ao Tratamento (pontos amostrais internos e áreas controle) e tipos de lagoas do complexo eólico nos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil.....50

### Artigo 2

- Figura 1. Distribuição dos pontos amostrais no Complexo Eólico dos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil.....65
- Figura 2. Distribuição da riqueza de aves registrada nos pontos amostrais e áreas controle do complexo eólico nos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil.....68
- Figura 3. Estimativa da densidade de abundância da avifauna no complexo eólico dos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil.....69
- Figura 4. Espécies de aves com maior risco de colisão com aerogeradores do complexo eólico nos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil.....73
- Figura 5. Aves com maior risco de colisão com aerogeradores do complexo eólico nos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil.....74
- Figura 6. Famílias de espécies de aves que possui maior risco de colisão com aerogeradores na área dos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil. Adaptado de Luigi *et al.* (2010).....75

### Artigo 3

- Figura 1. Localização dos municípios de Barreirinhas e Paulino Neves, Maranhão, Nordeste, Brasil.....91

Figura 2. Atividades realizadas pelos parques eólicos que geram impactos para <i>Eudocimus ruber</i> . .....	96
Figura 3. Registros de <i>E. ruber</i> na região dos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil.....	98
Figura 4. Distribuição espacial dos principais pontos para observação de <i>E. ruber</i> e outras espécies de aves na região dos PLM, Nordeste, Brasil.....	100

## LISTA DE TABELAS

### **Artigo 1**

Tabela 1. Espécies de aves registradas nos pontos amostrais do complexo eólico nos Pequenos Lençóis Maranhenses (PLM), Nordeste, Brasil.....41

### **Artigo 2**

Tabela 1. Critérios que oferecem maiores riscos de colisão com aerogeradores do complexo eólico nos Pequenos Lençóis Maranhenses (PLM), Nordeste, Brasil.....67

Tabela 2. Fatores de risco de colisão aplicado para espécies de aves registradas em parques eólicos nos Pequenos Lençóis Maranhenses (PLM), Nordeste, Brasil.....69

### **Artigo 3**

Tabela 1. Perfil socioeconômico dos condutores de turismo da região dos Pequenos Lençóis Maranhenses (PLM), Nordeste, Brasil.....93

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>1.1 Estrutura da tese .....</b>	<b>10</b>
<b>2 ESTADO DA ARTE .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Parques eólicos e impactos sobre a avifauna.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 Inventário de aves no estado do Maranhão.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3 Observação de aves e ecoturismo .....</b>	<b>18</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>23</b>
<b>3 ARTIGO 1: DIVERSIDADE E COMPOSIÇÃO DA AVIFAUNA DE UM COMPLEXO EÓLICO NOS PEQUENOS LENÇÓIS MARANHENSES, NORDESTE, BRASIL .....</b>	<b>33</b>
<b>4 ARTIGO 2: AVALIANDO O RISCO DE COLISÃO DE AVES EM PARQUES EÓLICOS NOS PEQUENOS LENÇÓIS MARANHENSES, NORDESTE, BRASIL....</b>	<b>60</b>
<b>5 ARTIGO 3: PERCEPÇÃO DOS IMPACTOS DE PARQUES EÓLICOS SOBRE O ECOTURISMO DE OBSERVAÇÃO DOS GUARÁS, <i>EUDOCIMUS RUBER</i> (LINNAEUS, 1758) NOS PEQUENOS LENÇÓIS MARANHENSES, NE, BRASIL .....</b>	<b>86</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>106</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>108</b>
<b>APÊNDICE – A. Registro fotográfico da avifauna durante o monitoramento da fase de operação do Complexo eólico nos Pequenos Lençóis Maranhenses - MA, Brasil.</b>	<b>108</b>
<b>APÊNDICE – B. Formulário para avaliação Percepção dos impactos de parques eólicos sobre o ecoturismo de observação dos guarás, <i>Eudocimus ruber</i> (Linnaeus, 1758) nos Pequenos Lençóis Maranhenses, NE, Brasil. ....</b>	<b>120</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>122</b>
<b>ANEXO – A. Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa Humana – CEP da Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro Petrônio Portela. ....</b>	<b>122</b>
<b>ANEXO – B. Parecer consubstanciado do Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado – SisGen (cadastro 1). ....</b>	<b>126</b>
<b>ANEXO – C. Parecer consubstanciado do Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado – SisGen (cadastro 2). ....</b>	<b>127</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Dentro do contexto de inovações, sustentabilidade e desenvolvimento econômico, a energia eólica se destaca como promissora fonte de energia renovável, podendo alcançar o total de 20% da matriz energética mundial até 2030 (BARBOSA; ALMEIDA, 2008; MCCLOSKEY; MOSHER; HENDERSON, 2017). No entanto, produz impactos como ruído, poluição visual e acidentes com animais, principalmente avifauna e quiropterofauna (ASCHWANDEN *et al.*, 2018; HEUCK *et al.*, 2019).

No Brasil, a produção de eletricidade a partir da fonte eólica tem-se desenvolvido nos últimos 12 anos. Essa transformação no cenário brasileiro tem o potencial de influenciar na redução da riqueza de espécies, aumento da fragmentação de habitats e taxas de mortalidade, o que acarreta impactos sobre as populações de aves e outros vertebrados terrestres (FARFÁN *et al.*, 2017a e b; FALAVIGNA *et al.*, 2020).

No território brasileiro são conhecidas 1.971 espécies de aves, segundo o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos - CBRO (PACHECO *et al.*, 2021). O Centro Nacional de Pesquisa para Conservação das Aves Silvestres - CEMAVE publica regularmente o Relatório Anual de Rotas e Áreas de Concentração de Aves Migratórias no Brasil, o qual refere que a região costeira que envolve o Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (PNLM), localizado no estado do Maranhão, possui duas rotas de migração e é apontado como área de concentração de aves limícolas e migratórias no Brasil, e destacada como importante para sua conservação (CEMAVE, 2020).

Por outro lado, a instalação de empreendimentos, como a implantação de aerogeradores nos Pequenos Lençóis Maranhenses (PLM), pode influenciar diretamente o ecoturismo local de observação de aves, principalmente no que se refere a revoada dos guarás, *Eudocimus ruber* (Linnaeus, 1758), utilizada pela comunidade local como fonte de recursos (CASTRO; NORONHA; MEDEIROS, 2016), como observado na Ilha do Cajual, em Alcântara (MA), onde é uma forma de desenvolvimento socioeconômico.

A observação de aves se destaca por ser uma atividade de recreação ao ar livre economicamente viável que pode superar a prática do turismo convencional ou de massa. Possui características ambientalistas, educacionais e princípios turísticos inerentes, ou seja, é uma atividade que busca a sensibilização ambiental, promove o uso sustentável dos recursos, é economicamente viável e envolve as populações locais (FARIAS; CASTILHO, 2006).

O complexo eólico, localizado nos PLM, possui 96 aerogeradores instalados no litoral dos municípios de Paulino Neves e Barreirinhas/MA. Regiões costeiras tropicais são locais que favorecem a migração de vários grupos de aves, que vêm à procura de locais para

invernada com disponibilidade de alimento, completando assim, o ciclo biológico (TELINO-JUNIOR; AZEVEDO-JUNIOR; NEVES, 2003; SOMENZARI *et al.*, 2018).

Em relação aos aerogeradores e seus sistemas associados, algumas espécies têm maior probabilidade de colisão do que outras (DREWITT; LANGSTON, 2006). Espécies pertencentes à ordem Ciconiiformes e às famílias Acciptridae, Anatidae, Apodidae, Ardeidae, Cathartidae, Columbidae, Falconidae, Hirundinidae e Strigidae são bastante vulneráveis a colisões, principalmente os indivíduos jovens, por serem menos experientes com relação ao voo e apresentarem altura do voo compatível com as pás dos aerogeradores (BARRIOS; RODRIGUEZ, 2004).

O PNLM e a Área de Proteção Ambiental (APA) Delta do rio Parnaíba correspondem a importantes locais que abrigam grande diversidade biológica (SOARES; RODRIGUES, 2009; CARDOSO *et al.*, 2013; GUZZI *et al.*, 2015). Essas áreas, além de apresentarem similaridade com a área de estudo (PLM), compartilham significativa parte da biodiversidade. Nesse sentido, tanto o Delta do rio Parnaíba como os PLM têm sido focos de construção de parques para geração de energia eólica (GUZZI *et al.*, 2015).

Portanto, considerando o potencial de aumento da fragmentação de *habitat* e a redução da riqueza de espécies em decorrência das intervenções humanas nos PLM, como conciliar a necessária geração de energia elétrica renovável com a conservação da biodiversidade de aves e a manutenção das comunidades locais que dependem do ecoturismo como fonte de recursos? A hipótese para esta pergunta é que os impactos oriundos da instalação e operação de um complexo eólico pode interferir na composição e ciclo de vida da avifauna residente e migratória dos PLM, localizado nos municípios de Paulino Neves e Barreirinhas (MA), afetando o modo de vida das comunidades e o ecoturismo de observação de aves na região.

Diante do exposto, objetivou-se levantar os impactos decorrentes da operação de um complexo eólico na região dos PLM sobre a avifauna e a influência desses sobre o ecoturismo de observação de aves desenvolvido nos municípios de Paulino Neves e Barreirinhas, no estado do Maranhão. E tem como objetivos específicos: 1- registrar riqueza e diversidade de espécies de aves que ocorrem na área do complexo eólico; 2- identificar mudanças na composição da avifauna durante o monitoramento dos parques eólicos; 3- avaliar o risco de colisão das espécies de aves, de forma que grupos mais e menos vulneráveis possam ser identificados; 4- conhecer, por meio de percepções dos condutores locais de turismo, impactos de parques eólicos sobre as populações de *Eudocimus ruber* (Linnaeus, 1758) nos PLM; 5- registrar, a partir dos informantes, a importância de *E. ruber* para o ecoturismo de observação de aves regional.

### **1.1 Estrutura da tese**

A tese está estruturada nos seguintes tópicos: elementos pré-textuais, introdução, estado da arte e três artigos que foram e/ou serão enviados para publicação em periódicos qualisados: artigo 1 - Diversidade e composição da avifauna de um complexo eólico nos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil; artigo 2 - Avaliando o risco de colisão de aves em parques eólicos nos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil; e, artigo 3 - Percepção dos impactos de parques eólicos sobre o ecoturismo de observação dos guarás, *Eudocimus ruber* (Linnaeus, 1758) nos Pequenos Lençóis Maranhenses, NE, Brasil.

Ao final, foram feitas as considerações finais, trazendo, de forma sucinta, as conclusões do estudo, apêndices e anexos.

## 2 ESTADO DA ARTE

### 2.1 Parques eólicos e impactos sobre a avifauna

A produção de energia eólica tem crescido positivamente em escala mundial, o que está levando, conseqüentemente, a um aumento no número de empreendimentos. A capacidade global de parques eólicos instalados em 2021 atingiu 837 GW, sendo os 10 países com maior produção eólica: China (310,6 GW), Estados Unidos (134,3 GW), Alemanha (56,8 GW), Índia (40,0 GW), Brasil (21,5 GW), França (19,1 GW), Canadá (14,2 GW), Reino Unido (14,0 GW), Suécia (11,9 GW) e Turquia (10,6 GW) (GWEC, 2022). Todavia, mesmo que haja benefícios na geração de energia eólica, como a redução das emissões de gases de efeito estufa (PANWAR; KAUSHIK; KOTHARI, 2011), os parques eólicos podem gerar impactos negativos sobre a fauna, podendo causar, principalmente, mortalidade em aves e morcegos (MAY *et al.*, 2015; MATZNER; WARFEL; HULL, 2020).

No Brasil, a partir da segunda metade da década de 1970, universidades e institutos de pesquisa, em associação com entidades estrangeiras, principalmente da Alemanha, iniciaram pesquisas para o desenvolvimento de aerogeradores de pequeno porte. Já a primeira turbina de grande porte da América Latina foi instalada no arquipélago de Fernando de Noronha, Pernambuco (PE) em 1992, contribuindo na época com 10% da energia gerada nas ilhas (MARQUES, 2014). No entanto, o primeiro grande complexo eólico do Brasil foi instalado apenas em 2005 no município de Osório, Rio Grande do Sul, com 75 turbinas eólicas de 2,0 MW cada, totalizando 150 MW (FALAVIGNA *et al.*, 2020).

O desenvolvimento das fontes de energias renováveis no Brasil, entre elas a energia eólica, foi impulsionado com a implantação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), criado no âmbito do Ministério de Minas e Energia (MME) pela Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, que objetivou alavancar os ganhos de escala, a aprendizagem tecnológica e a competitividade industrial nos mercados interno e externo (BRASIL, 2019). Atualmente, o país possui cerca de 795 usinas instaladas, alcançando 21,5 GW de capacidade e participação de 11,8% na matriz elétrica brasileira (GWEC, 2022). No Nordeste, os estados da Bahia, Ceará, Pernambuco, Maranhão, Piauí e Rio Grande do Norte possuem maior destaque na implantação de empreendimentos eólicos (ABEEÓLICA, 2020).

O estado do Maranhão (MA) possui cerca de 10 parques eólicos instalados na região dos Pequenos Lençóis Maranhenses, com capacidade para geração de 251 MW de potência (ABEEÓLICA, 2020). Os investimentos estimados para a região eram projetados em mais de R\$ 6 bilhões, com propostas de implantação de 50 parques para todo o estado, com

implantação de mais de 370 aerogeradores<sup>1</sup>. Há uma concentração dos projetos na região costeira dos municípios de Paulino Neves e Barreirinhas. Além da construção dos parques, existe a instalação de toda uma infraestrutura necessária, especialmente estradas, essenciais para o transporte de materiais e peças (OLIVEIRA, 2020). Contudo, espécies de aves que residem ou migram em regiões com parques eólicos podem sofrer maior risco de colisão com os aerogeradores; colisão com as linhas de transmissão de energia; perturbação na migração; perda do *habitat* de reprodução e alimentação e alteração dos padrões de movimentação (MARQUES *et al.*, 2014; HEUCK *et al.*, 2019).

Os impactos que os empreendimentos eólicos podem causar sobre a avifauna têm sido bastante discutidos e são de atenção global, assim como a avaliação de medidas de mitigação (MARQUES *et al.*, 2014; BARRIENTOS *et al.*, 2018). Turbinas são instaladas onde as condições do vento são ideais para geração de eletricidade, no entanto, as áreas selecionadas para esse fim também podem ser locais de descanso e alimentação de aves (BALOTARI-CHIEBAO *et al.*, 2016b). Dentre os impactos, o risco de colisão é discutido como um importante problema para a conservação das espécies, visto que ocorrem principalmente durante a migração e afetam, em sua maioria, os migrantes noturnos (BARRIOS; RODRIGUEZ, 2004; BATTISTI *et al.*, 2020). Além disso, a influência do risco está relacionada com visibilidade limitada de algumas espécies e condições do tempo (HEUCK *et al.*, 2019).

A mortalidade da fauna alada, associada à colisão com aerogeradores, pode reduzir as populações, nesse sentido, tem-se a necessidade de minimizar a vulnerabilidade das espécies. Em aves, a vulnerabilidade à colisão foi relacionada principalmente ao uso do habitat, status migratório e distância de dispersão (THAXTER *et al.*, 2017). Aves que frequentam áreas próximas de parques eólicos têm uma menor probabilidade de sucesso reprodutivo, quando comparadas com aquelas em territórios mais distantes, o que pode ser ocasionado pela morte de adultos durante a época de reprodução (BALOTARI-CHIEBAO *et al.*, 2016a).

A avaliação do impacto populacional por meio destes empreendimentos requer estimativas sólidas do número total de mortes por colisões e podem ser úteis para o planejamento estratégico do desenvolvimento de parques eólicos em escalas regionais (BARRIENTOS *et al.*, 2018). Entretanto, estudos sobre colisão de aves em parques eólicos relatam baixos índices (FARFÁN *et al.*, 2017a e b). Estas estimativas podem ser fortemente

---

<sup>1</sup> Disponível em: <http://www.arental.com.br/noticias/109-a-rental-presente-nas-obras-de-implantacaodos-parques-eolicos-da-bioenergy-no-maranhao>; <http://www.imterraplenagem.com.br/blog-18>; <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/65211858/doema-terceiros-20-01-2014-pg-27>

distorcidas devido a diferenças na eficiência do pesquisador e o número de carcaças não registradas, o que pode levar ao erro na quantidade da mortalidade real, ou à priorização inadequada de locais para mitigação (ASCHWANDEN *et al.*, 2018).

Portanto, devido à crescente expansão do setor de geração de energia eólica e a necessidade de se conhecer os reais impactos decorrentes dessa atividade, se faz necessário o monitoramento da fauna (THAXTER *et al.*, 2017). Segundo dados de revisão, o número de carcaças registrado parece ser subestimado, devido às observações não levarem em consideração a ação de animais necrófagos e testes de eficiência de busca (FARFÁN *et al.*, 2017b).

Geralmente, as espécies que correm maior risco de colisão com turbinas eólicas são aves de rapina e de grande porte (acima de 250 g) e dependente de correntes de ar para a maioria de seus voos de longa distância (BENNUN *et al.*, 2021). Estas espécies podem não ter manobrabilidade de voo o suficiente para mudar sua trajetória rapidamente, além disso, possui campo de visão frontal restrito, não podendo detectar as hélices dos aerogeradores (MARQUES *et al.*, 2014). No entanto, parques eólicos também podem causar impactos negativos em aves de pequeno porte (menos de 250 g), acelerando o declínio principalmente de espécies ameaçadas de extinção (GÓMEZ-CATASÚS; GARZA; TRABA, 2018).

Na ilha de Smola (Noruega), a implantação de um parque eólico causou redução no sucesso reprodutivo de *Haliaeetus albicilla* (Linnaeus, 1758) (DAHL *et al.*, 2012). Esta espécie está associada com habitats aquáticos, como costa marítima e lagos, aninhando-se preferencialmente na copa de árvores altas (CRAMP; SIMMONS, 1980). Os juvenis são aparentemente os que menos evitam áreas com turbinas eólicas (MAY *et al.*, 2013), uma característica comportamental que presumivelmente os torna mais vulneráveis à mortalidade por colisão (BALOTARI-CHIEBAO *et al.*, 2016b). No México, Foi diagnosticado que *Cathartes aura*, *Buteo swainsoni* e *Buteo platypterus* mudaram suas trajetórias de voo, a fim de evitar os parques eólicos (CABRERA-CRUZ; VILLEGAS-PATRACA, 2016).

Vale mencionar que espécies de aves migratórias também são citadas frequentemente como vulneráveis a colisões com aerogeradores (DESHOLM, 2009; WELCKER *et al.*, 2017). Trabalhos anteriores sugerem altas taxas de colisão (BARRIOS; RODRIGUEZ, 2004; PEARCE-HIGGINS; GREEN, 2014; SMALLWOOD; THELANDER, 2008). Na Inglaterra e costa da Dinamarca, aves migratórias alteraram suas rotas, evitando parques eólicos recém-construídos (DESHOLM; KAHLERT, 2005; PLONCZKIER; SIMMS, 2012). Por outro lado, ninhos de *Tyrannus forficatus* (papa-moscas-de-cauda-em-tesoura) próximos às turbinas em um parque eólico do Texas, tiveram maiores taxas de sobrevivência, possivelmente devido à

redução da atividade de aves de rapina, um predador de ninho, em torno das turbinas eólicas (RUBENSTAHL, 2012).

Na Alemanha, foi constatado que os índices de migração foram significativamente maiores durante a noite, mas migrantes noturnos constituíram apenas 8,6% de todas as fatalidades nos parques eólicos, sendo que os migrantes diurnos e rapinantes constituíram 91,4% das fatalidades estimadas (WELCKER *et al.*, 2017). De fato, espécies migratórias são mais propensas a colisões (THAXTER *et al.*, 2017). No entanto, as fatalidades em um parque eólico são frequentemente mais altas para as espécies residentes, à medida que realizam maior tempo em forrageamento que espécies migratórias (BENNUN *et al.*, 2021; MARQUES *et al.*, 2014).

Visto isso, estudos sobre colisão de aves com aerogeradores são realizados em grande parte na Europa e Estados Unidos e que os impactos sobre a avifauna são avaliados principalmente no que se refere ao período anterior e posterior a construções dos parques eólicos e busca por carcaças (MARQUES *et al.*, 2014; BARRIENTOS *et al.*, 2018), evidenciando que há muito a ser estudado sobre o tema. Metodologias inovadoras como o uso de radar, GPS e câmeras com sensibilidade térmica, têm fornecido a partir de estudos mais recentes, informações mais eficientes no que se refere ao risco de colisão, pois avaliam movimentos mais intensos e comportamentais da avifauna, fornecendo índices de estimativas de risco mais precisos (ASCHWANDEN *et al.*, 2018; MATZNER; WARFEL; HULL, 2020).

Embora a produção de energia eólica no Brasil esteja em processo de crescimento (BRASIL, 2019), poucos estudos que tratam dos impactos de parques eólicos sobre as aves foram publicados, podendo destacar: Guzzi *et al.* (2015), que caracterizaram a composição e dinâmica da avifauna de parques eólicos na APA Delta do rio Parnaíba (PI) e registraram 67 espécies, sendo a maioria composta por espécies residentes, com contundente demarcação territorial; Pereira *et al.* (2019), que registraram 102 espécies de aves em parques eólicos no litoral do estado do Piauí, sendo 90% dos registros de espécies residentes e Falavigna *et al.* (2020), que analisaram relatórios de estudos ambientais de 11 parques eólicos no estado do Rio Grande do Sul e compilaram a partir destes, 315 espécies de aves, que representa 45% do total das registradas para o Estado, sendo 87% de espécies residentes e 13% de migratórias;

Processos de perturbação gerados por atividades humanas envolvem mudanças de *habitat* na avifauna, no entanto, para avaliar esses impactos é desejável ter um indicador da intensidade e extensão destes; se significativo, podem ser refletidos em mudanças na composição e / ou abundância de espécies ao nível da comunidade (LEMUS *et al.*, 2019). No

nível da população, impactos podem ser refletidos em mudanças nas taxas de sobrevivência ou sucesso reprodutivo das espécies, ou em sua distribuição (ALTAF *et al.*, 2018).

Atualmente, a maioria dos ecossistemas terrestres sofreu alguma alteração resultante da intervenção humana, e até mesmo aqueles mais preservados são atingidos indiretamente pelas transformações biosféricas globais, como o aumento da temperatura atmosférica (BATTISTI *et al.*, 2020). Essas alterações provocam modificações na estrutura e composição da vegetação, ocasionando a diminuição das populações de espécies da flora, o que reflete diretamente na fauna dependente desta vegetação para explorar seus recursos alimentares (FARFÁN *et al.*, 2017; STENCEL; CAXAMBU, 2018). Essa redução pode ser tanto qualitativa, como quantitativa e, em ambos os casos, determinam as condições de preservação e distribuição das populações, de acordo com a adaptabilidade de cada espécie (FAABORG *et al.*, 1993). O grau de tolerância de cada espécie às modificações no ambiente varia conforme sua capacidade de modificar ou ampliar seu nicho, ajustando-o às novas condições do *habitat* (SILVA *et al.*, 2003; ANTUNES, 2005). Dessa forma, espera-se diferentes respostas dos distintos grupos ao processo de fragmentação e antropização dos ambientes.

O conhecimento sobre a distribuição das espécies é essencial para a sua conservação (PIACENTINI *et al.*, 2015). Dados pontuais sobre a ocorrência das espécies, principalmente daquelas raras e ameaçadas, são fundamentais para o conhecimento e conservação da biodiversidade de uma região. A implantação de pesquisas com monitoramentos constantes avalia os declínios ou aumentos ocorridos ao longo do tempo, sendo uma importante ferramenta para preservação de espécies em ambientes alterados (BORKENHAGEN; CORMAN; GARTHE, 2018; HARALDSSON *et al.*, 2020; BAI *et al.*, 2021).

Dessa forma, estudos de levantamento de fauna podem fornecer respostas das populações às alterações ambientais, além de descrever a composição da comunidade de aves de uma determinada região com informações sobre *habitats* de ocorrência, estimativas de riqueza, diversidade e abundância, de forma a obter um diagnóstico para as espécies registradas, evidenciando a existência de espécies raras e ameaçadas (MARIANO; MARTINS, 2017).

## **2.2 Inventário de aves no estado do Maranhão**

O estado do Maranhão está localizado em uma área de transição ecológica entre três principais fitofisionomias brasileiras: Amazônia, Caatinga e Cerrado (AB'SABER, 1977), que representa uma paisagem muito complexa, na qual são encontradas formações florestais tipicamente amazônicas, próximo à divisa com o Pará. Essa característica da região reflete em

sua avifauna, a qual é uma das mais ricas (683 espécies), dentre os Estados brasileiros (SANTOS; CERQUEIRA; SOARES, 2010). Desse total, 503 referem-se a espécies de aves que ocorrem na parte amazônica, várias delas com distribuição mais abrangente (OREN; ROMA, 2011; ALTEFF *et al.*, 2019).

A lista de espécies de aves do Maranhão foi definida com base em Oren (1991), considerando também as adições de novas espécies registradas posteriormente (ALMEIDA; COUTO; ALMEIDA, 2004; PACHECO, 2004; VASCONCELOS, 2004; HASS; BARRETO; PAULA, 2007; OLMOS; BRITO, 2007; MINNS *et al.*, 2010; SANTOS; CERQUEIRA; SOARES, 2010; OREN; ROMA, 2011; FERREIRA, 2014; LIMA *et al.*, 2014; ALTEFF *et al.*, 2019). Nesse sentido, segue uma breve descrição dos principais trabalhos realizados no Estado.

Na Pré-Amazônia maranhense, no ano de 1997, foram estudados valores de diversidade das assembleias de aves em quatro tipos de ambientes vegetacionais, que sofreram drástico processo de fragmentação. Os resultados mostraram que os ambientes de Capoeira alta e Mata alta proporcionam maior diversidade de aves durante o processo de sucessão (ALMEIDA; COUTO; ALMEIDA, 2004).

No ano de 2007, dois trabalhos de inventários foram realizados: em Balsas, sul do Maranhão, com registros de 225 espécies (HASS; BARRETO; PAULA, 2007) e na Usina Hidrelétrica de Boa Esperança, localizada no rio Parnaíba, divisa com o Piauí, onde foi possível levantar 209 espécies (OLMOS; BRITO, 2007). Posteriormente, em 2009, foi realizado levantamento de aves em seis áreas situadas no Centro-Sul do estado do Maranhão. Nesse estudo, foram registradas 168 espécies de aves, distribuídas em 54 famílias, incluindo três endêmicas do Cerrado: *Charitospiza eucosma* Oberholser, 1905, *Cyanocorax cristatellus* (Temminck, 1823) e *Saltatricula atricollis* (Vieillot, 1817); seis endêmicas da Caatinga: *Thamnophilus capistratus* Lesson, 1840, *Herpsilochmus sellowi* Whitney & Pacheco, 2000, *Xiphocolaptes falcirostris* (Spix, 1824), *Paroaria dominicana* (Linnaeus, 1758) e *Icterus jamacaii* (Gmelin, 1788), e duas ameaçadas de extinção: *Xiphocolaptes falcirostris* (Spix, 1824) e *Procnias averano* (Hermann, 1783) (SANTOS; CERQUEIRA; SOARES, 2010).

Dos 503 táxons registrados para a avifauna da Amazônia maranhense, 470 foram analisados quanto à sua vulnerabilidade, sendo excluídas aquelas de hábitos migratórios (33 espécies). Nesse sentido, foram definidas três variáveis empregadas na elaboração do índice de vulnerabilidade: área de ocorrência geográfica, especificidade ao *habitat* e tamanho das populações locais (OREN; ROMA, 2011). Sequencialmente, Lima *et al.* (2014) realizaram inventário de avifauna na Reserva Biológica de Gurupi, nos municípios de Bom Jardim e

Centro Novo do Maranhão, entre dezembro de 2009 a dezembro de 2013. Nesse estudo, foram registradas 424 espécies, distribuídas em 64 famílias. Os resultados da pesquisa destacaram a importância da Reserva Biológica de Gurupi como local estratégico para a conservação e manutenção de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. Recentemente, Alteff *et al.* (2019) realizaram inventário de aves no município de Arari, norte do Maranhão, entre junho de 2012 e outubro de 2018. Foi possível registrar 277 espécies de aves, incluindo espécies ameaçadas, migratórias, endêmicas e com distribuição restrita para a localidade. A partir do esforço amostral desse estudo, foram obtidos sete novos registros para o Maranhão.

Outros levantamentos de avifauna foram realizados na região costeira, tais como: o registro de 13 espécies de aves limícolas no canal da Raposa, com o total de 17.407 indivíduos censados (SILVA; RODRIGUES, 2015); o registro de 13 espécies de aves migratórias na Ilha do Caranguejo no Golfo do Maranhão, com descrição da distribuição espacial e temporal de aves migratórias na ilha, caracterizando a área como um importante sítio de invernada de aves limícolas migratórias (CARVALHO; RODRIGUES, 2011) e o levantamento de 2.255 indivíduos pertencentes a 19 espécies de aves das famílias Charadriidae, Laridae, Recurvirostridae, Rynchopidae e Scolopacidae (SCHULZ-NETO; SERRANO; EFE, 2008).

Sousa e Rodrigues (2015) estudaram a população de *Calidris canutus* (Linnaeus, 1758) na praia de Panaquatira, onde foram realizados 32 censos, com registro de 1.863 indivíduos entre maio de 2011 e maio de 2012. Na mesma praia, Rodrigues *et al.* (2015) estudaram a população de *Calidris pusilla* (Linnaeus, 1766), sendo registrados aproximadamente 2.000 indivíduos em Panaquatira e cerca de 4.500 na ilha de Maiaú. Em fevereiro de 2005, Baker *et al.* (2016) realizaram censo aéreo para estudar a população de *C. canutus* na região costeira do Maranhão, onde foi registrado um total de 7.575 indivíduos. Os autores, relatam também, que a contagem de indivíduos das espécies de aves migratórias foi de 24.000, com grande declínio em comparação com 198.600 indivíduos registrados na década de 1980.

Para o Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses foram publicados poucos trabalhos de inventário de avifauna, sendo possível citar principalmente, o estudo para o desenvolvimento do seu plano de manejo (CASTRO; PIORSKI, 2002), com registro de espécies vulneráveis (VU) ou criticamente ameaçadas (CR) pela União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN) e pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), como *Charadrius wilsonia* Ord, 1814 (VU), *C. canutus* (NT/CR), *C. pusilla* (NT/EN) e *Limnodromus griseus* (Gmelin, 1789) (CR). Essas espécies são predominantemente limícolas, ou seja, dependem de

ambientes costeiros ou lamosos para sua alimentação. Além disso, são migratórias Neárticas, vindo para a costa da América do Sul em período de invernada.

Posteriormente, Soares e Rodrigues (2009) levantaram 38 espécies de aves aquáticas no Lago de Santo Amaro, e observaram que uma das problemáticas enfrentadas pelas aves é a predação humana dos ovos e captura de filhotes. Regularmente, milhares de aves limícolas migratórias visitam o território brasileiro em busca de locais de repouso e alimentação (SICK, 1997). Essas aves ocupam o litoral do Nordeste, principalmente em praias, estuários, manguezais, alagados costeiros e salgados (CARVALHO; RODRIGUES, 2011). Nesses ambientes, agrupamentos específicos de aves são formados devido à distribuição de alimento e por serem locais protegidos para o repouso e alimentação, assumindo um papel relevante na proteção das comunidades de aves (MACHADO *et al.*, 2016).

Aves limícolas pertencem, em sua maioria, às famílias Charadriidae, Recurvirostridae, Scolopacidae e Threskiornithidae (DEL HOYO; ELLIOT; SARGATAL, 1996), e por terem sido registradas no PNLM, possivelmente também ocorram na área do complexo eólico. Espécies destas famílias foram avistadas forrageando em lagoas intermitentes e áreas alagadas que secavam ao término do período chuvoso na Área Diretamente Afetada (ADA) na usina eólica da Pedra do Sal, na região do Delta do Parnaíba (GUZZI *et al.*, 2015), e por isso podem estar diretamente relacionadas ao empreendimento eólico local.

Para a Área de Proteção Ambiental (APA) Delta do Parnaíba foram registradas 17 espécies de aves limícolas e migratórias. A família que apresentou o maior número de espécies foi Scolopacidae (migratórias Neárticas), indicando assim a relevância do Delta do Parnaíba, devendo ser inserida no contexto preservacionista nacional (GUZZI *et al.*, 2012). Vale ressaltar, que a identificação de rotas e áreas de concentração de aves migratórias é de grande importância, pois alterações antrópicas diretas ou indiretas, como obstrução dos lagos e praias, instalação de estruturas e atividades que interfiram na alimentação, deslocamento e repouso, poderão afetar negativamente sua sobrevivência e migração (VITÓRIO *et al.*, 2019).

### **2.3 Observação de aves e ecoturismo**

A observação de aves ou *Birdwatching* vem sendo praticada há décadas em países do Hemisfério Norte (PINHEIRO, 2019), proporcionando aos praticantes recompensas intelectuais, recreativas e científicas, alinhada com a preservação ambiental (FARIAS, 2007). As observações ocorrem por meio de binóculos e/ou telescópios, com registros fotográficos e sonoros das espécies, tendo como variantes: a pintura e a ilustração do meio natural

(PIVATTO *et al.*, 2007; CALLAGHAN *et al.*, 2018; GALICIA; TORRES-IRINEO; GASCA-LEYVA, 2018).

As primeiras viagens para observação de aves aconteceram ainda no século XIX no Reino Unido. No início do século XX, algumas expedições ocorreram em direção ao continente europeu e norte da África, enquanto nos Estados Unidos, as viagens organizadas tiveram início na década de 1940, por meio do “*Nuttall Ornithological Club*” (fundado em 1873), quando a *Audubon Society* iniciou um movimento para conservação das aves (ATHIÊ, 2007). Estimativas de décadas mais recentes apontam para mais de 100 milhões de observadores de aves no mundo inteiro, sendo que quase a metade – 47 milhões – se concentra nos Estados Unidos e Inglaterra (LAMAS *et al.*, 2018).

Um dos pontos de observação de aves mais famosos da Europa é a Floresta da Białowieża (FB), localizada na fronteira entre a Polônia e a Bielorrússia. A área mais conservada da floresta, ideal para observação, corresponde ao Parque Nacional da Białowieża (PNB) com extensão de 105 km<sup>2</sup> (CZESZCZEWIK *et al.*, 2019). A floresta abriga a maioria das espécies de pica-paus com ocorrência na Europa, que se especializaram em forragear árvores mais antigas, em busca de larvas de besouros para se alimentar (WESOŁOWSKI, 2005). No entanto, o uso da FB para a produção de madeira afeta diretamente esse grupo de aves e conseqüentemente a atividade de aviturismo, que tem participação significativa na economia local, e se destacou em relação a outros segmentos de turismo na Polônia (CZESZCZEWIK *et al.*, 2019).

Austrália, Brasil, Costa Rica, Equador e Peru são apontados como os destinos globais mais desejados por americanos e ingleses (STEVEN; MORRISON; CASTLEY, 2015). Em média, o turista observador de aves estrangeiro gasta diariamente entre US\$ 150 e US\$ 400 em países como Peru e Bahamas, o que gira em torno de US\$ 3 mil por viagem. No Peru, esse valor é três vezes maior do que o gasto médio de outras classes de turistas estrangeiros (LAMAS *et al.*, 2018). O Brasil, país reconhecido por ter a maior diversidade biológica do mundo, ocupa o primeiro lugar em riqueza de aves, com 1.971 espécies - número que corresponde a aproximadamente 20% de toda avifauna do planeta (PACHECO *et al.*, 2021). Essa diversidade de aves e seus endemismos representam recurso incomparável e que pode alavancar o ecoturismo e a economia nacional (FARIAS, 2007).

No Brasil, a observação de aves é uma atividade relativamente recente, cuja história remonta aos anos 1980 e à criação dos primeiros clubes de observadores em todo o país. Na década de 1990, apesar do grande impulso inicial, seguiu-se uma fase de relativa estagnação (CARVALHO; HINGST-ZAHER, 2019). Atualmente, tem se destacado principalmente no

estado de São Paulo e Mato Grosso do Sul. A cidade de Campo Grande (MS), por exemplo, vem conquistando o reconhecimento do público como a capital do turismo de observação de aves, em um processo de valorização da biodiversidade urbana e de incorporação dessa atividade às práticas culturais locais (MAMEDE; BENITES, 2020). Além disso, essa atividade pode influenciar no potencial do ecoturismo de outras regiões, como por exemplo, a Área de Proteção Ambiental (APA) Delta do Parnaíba e Lençóis Maranhenses (Nordeste), que apesar da consolidação do turismo e a riqueza da avifauna demonstrar-se estimulante para atividade de observação, isso ainda é pouco explorado, com exceção da “revoada dos guarás”, considerada uma das maiores atrações regionais (SANTOS *et al.*, 2019).

Silva (2020) propôs por meio da observação de aves, uma valorização do espaço ecoturístico da Lagoa Rodrigo de Freitas no Rio de Janeiro (RJ), um dos principais pontos turístico do estado. A proposta visa a implantação de atividades programadas de observação de aves com foco no monitoramento e conservação das espécies de aves da Lagoa a partir da contribuição dos próprios observadores como acontece nas iniciativas de cidadania científica (PARRA; FRESSOLI; LAFUENTE, 2017).

A observação de aves como atividade ecoturística ocorre principalmente em Unidades de Conservação (UCs) (PINHEIRO, 2019). Ressalta-se que no Brasil, a visitação em UCs Federais ultrapassou o patamar de 15 milhões de pessoas em 2019 (15.335.272), um recorde histórico. Houve um aumento de 20,4% no número de visitas (2.945.879) em relação a 2018 (12.389.393), sendo 6,4% (922.794) devido ao aumento real da visitação e 14% (2.023.085) à melhora no esforço de monitoramento (ICMBIO, 2019). Tal crescimento tem relação com as políticas públicas federal e estadual, que têm fomentado o ecoturismo como uma ferramenta para a conservação do patrimônio natural e a geração de emprego e renda para as comunidades do entorno das áreas protegidas (MATHEUS; RAIMUNDO, 2017; ICMBIO, 2019).

Conforme regulamenta o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), Lei Nº 9.985 de 2000, as atividades econômicas que podem ser realizadas nas UCs de proteção integral e uso sustentável são distintas. As APAs podem abrigar atividades produtivas como usinas eólicas, como é o caso das áreas de proteção estudadas, e até núcleos urbanos. Já nos Parques Nacionais, são permitidas apenas atividades consideradas de baixo impacto e uso indireto dos recursos, dentre elas o turismo (SNUC, 2000). O PNLM é o décimo visitado do Brasil, e em 2019 a UC recebeu 151.786 visitantes. O fluxo e a estrutura existente para receber turistas motivou o Ministério do Meio Ambiente (MMA) a incluir o Parque no Programa Nacional de Desestatização (PND) do Governo Federal, Decreto Nº 10.147, de 2 de

dezembro de 2019. Inicialmente três Parques Nacionais serão incluídos no programa: o dos Lençóis Maranhenses, o de Jericoacoara e o de Foz do Iguaçu. A visitação no PNLM vem crescendo exponencialmente nos últimos anos, praticamente dobrou entre os anos de 2013 (42.000 visitantes) e 2017 (89.540 visitantes). Entre os anos 2017 e 2019, ocorreu um aumento de 69,5% (ICMBIO, 2020).

As políticas públicas de Turismo no estado do Maranhão (NE), especificamente, têm como marco iniciativas alavancadas pelo Programa Regional de Desenvolvimento do Turismo (PRODETUR I e II), com início em 1991, com a implantação da Rota das Emoções em 2005, o Plano Popular de Desenvolvimento Regional do Estado do Maranhão (PPDR) e/ou o Plano Maior, em 2008, que buscavam a integração entre as organizações civis e sociais para impulsionar desenvolvimento regional sustentável por meio do turismo (MATOS; ARAÚJO, 2013). Porém, as ações foram mais relacionadas ao Turismo de Sol e Praia e o Ecoturismo ainda ocupa uma posição secundária nas políticas públicas de turismo locais. Nesse sentido, os ambientes com atratividade ecoturística precisam ser reconhecidos localmente e ter formas de desenvolvimento, a fim de incentivar o envolvimento comunitário e a conservação dos ambientes naturais locais (CARVALHO *et al.*, 2020; SÁNCHEZ-RIVERO; SÁNCHEZ-MARTÍN; RANGEL, 2020).

Adotamos a definição de ecoturismo que o considera como um segmento da atividade turística que utiliza, de forma sustentável, o patrimônio natural e cultural, incentiva sua conservação e busca a formação de uma consciência ambientalista (BRASIL, 2006). Sendo assim, os ambientes com atratividade ecoturística precisam ser reconhecidos localmente e ter as percepções quanto a seus usos pesquisadas, compreendendo seus aspectos ambientais e a sua produção de benefícios para as comunidades locais, a fim de incentivar o envolvimento comunitário e a conservação dos ambientes naturais locais (CARVALHO *et al.*, 2020; SÁNCHEZ-RIVERO; SÁNCHEZ-MARTÍN; RANGEL, 2020). Nesse sentido, compreende-se como relevante a investigação com os residentes locais sobre os fatores que afetam ou favorecem o desenvolvimento do turismo (SANTANA; NASCIMENTO; MARQUES-JUNIOR, 2020).

Nessas circunstâncias, os Lençóis Maranhenses possuem atratividades propícias para a atividade de observação de aves, considerando o fluxo de visitantes, a riqueza de espécies de aves e sua paisagem natural (SOARES; RODRIGUES, 2009; CARVALHO, 2015). Desta avifauna, destaca-se o guará (*Eudocimus ruber*), ave de exuberante beleza, habitante de áreas costeiras, encontrada nos manguezais da América do Sul, como no Brasil, parte da Colômbia, Guiana, Guiana Francesa, Suriname, Tobago, Trinidad e Venezuela (SICK, 1997; OLMOS;

SILVA; SILVA, 2003). Mediante suas características como bico fino, longo e plumagem de coloração vermelha muito forte (SICK, 1997), esta espécie chama bastante atenção das pessoas, no entanto, considerando a diversidade de aves presentes nos LM, é notório que o ecoturismo de observação de aves é pouco explorado.

Vale ressaltar que parques eólicos foram instalados na região dos PLM e fazem parte da rota onde as atividades turísticas são realizadas. Em áreas litorâneas, o planejamento de grandes empreendimentos, assim como a atividade turística deve ser detalhado, devido a sua relevância ecológica, já que são áreas ambientalmente sensíveis, caracterizadas por ecossistemas diferenciados, constituindo-se em um dos espaços mais impactados pela ação antrópica (SOARES; MARQUES - JÚNIOR; CHAGAS, 2018). Para isso, entende-se como necessário que os próprios residentes adotem um comportamento ambiental sustentável, ou seja, conduzido por boas práticas de preservação e conservação de recursos naturais (OLIVEIRA; PEREIRA, 2019). Nesse sentido, a alteração do *habitat* das populações do guará (*E. ruber*), com a implantação dos parques eólicos, pode ser percebida pelos condutores de turismo que habitam ou trabalham na região (LEWIS; GRANEK; NIELSEN-PINCUS, 2019).

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. **Paleoclimas**, v. 3, n. 1, p. 1–18, 1977.
- ABEEÓLICA. Associação Brasileira de Energia Eólica. **Boletim Anual de Geração Eólica - 2020**. Disponível em: [http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2019/05/Boletim-Anual\\_2018.pdf](http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2019/05/Boletim-Anual_2018.pdf). Acesso em: 23 ago. 2022.
- ALEXANDRINO, E. R.; QUEIROZ, O. T. M. M.; MASSARUTTO, R. C. O potencial do município de Piracicaba (SP) para o turismo de observação de aves (Birdwatching). **Revista Brasileira de Ecoturismo**, v. 5, n. 1, p. 27–52, 2012.
- ALMEIDA, A.; COUTO, H. T. Z.; ALMEIDA, Á. F. Diversidade alfa de aves em habitats secundários da Pré-Amazônia. **Ararajuba**, v. 12, n. 1, p. 11–20, 2004.
- ALTAF, M. *et al.* Anthropogenic impact on the distribution of the birds in the tropical thorn forest, Punjab, Pakistan. **Journal of Asia-Pacific Biodiversity Journal**, v. 11, n. 1, p. 229–236, 2018.
- ALTEFF, E. F. *et al.* Avifauna do município de Arari , região da Baixada Maranhense , norte do Maranhão, leste da Amazônia brasileira. **Atualidades Ornitológicas**, v. 208, n. 1, p. 53–71, 2019.
- ANTUNES, A. Z. Alterações na composição da comunidade de aves ao longo do tempo em um fragmento florestal no Sudeste do Brasil. **Ararajuba**, v. 13, n. 1, p. 47–61, 2005.
- ASCHWANDEN, J. *et al.* Bird collisions at wind turbines in a mountainous area related to bird movement intensities measured by radar. **Biological Conservation**, v. 220, n. 6, p. 228–236, 2018.
- ATHIÊ, S. A observação de aves e o turismo ecológico Samira. **Biotemas**, v. 20, n. 1, p. 127–129, 2007.
- AZEVEDO-JUNIOR, S. M.; LARRAZÁBAL, M. E.; PENA, O. Aves aquáticas de ambientes antrópicos (salinas) do Rio Grande do Norte, Brasil. In: BRANCO, J. O. (ed.). **Aves marinhas e insulares brasileiras: bioecologia e conservação**. Itajaí: Editora UNIVALI, p. 255–266, 2004.
- BAI, M. L. *et al.* Response of waterbird abundance and flight behavior to a coastal wind farm on the East Asian-Australasian Flyway. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 193, n. 4, p. 1–11, 2021.
- BAKER, A. J. *et al.* Assessment of wintering area of Red Knots in Maranhão Northern Brazil in february 2005. **Water Study Group Bulletin**, v. 107, n. 1, p. 3–11, 2016.
- BALOTARI-CHIEBAO, F. *et al.* Post-fledging movements of white-tailed eagles: Conservation implications for wind-energy development. **Ambio**, v. 45, n. 7, p. 831–840, 2016b.
- BALOTARI-CHIEBAO, F. *et al.* Proximity to wind-power plants reduces the breeding success of the white-tailed eagle. **Animal Conservation**, v. 19, n. 3, p. 265–272, 2016a.

BARBOSA, A. F.; ALMEIDA, A. Levantamento quantitativo da avifauna em uma mata de Araucaria e Podocarpus, no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP. **IF Série Regional**, v. 33, n. 1, p. 13–37, 2008.

BARRIENTOS, R. *et al.* A review of searcher efficiency and carcass persistence in infrastructure-driven mortality assessment studies. **Biological Conservation**, v. 222, n. 1, p. 146–153, 2018.

BARRIOS, L.; RODRIGUEZ, A. Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines. **Journal of Applied Ecology**, v. 41, n. 1, p. 72–81, 2004.

BATTISTI, C. *et al.* Introducing ecological uncertainty in risk sensitivity indices: The case of wind farm impact on birds. **Zoology and Ecology**, v. 30, n. 1, p. 11–16, 2020.

BENNUN, L. *et al.* **Mitigating biodiversity impacts associated with solar and wind energy development**: Guidelines for project developers. Gland, Switzerland: IUCN and Cambridge, UK: The Biodiversity Consultancy, 2021. 229 p.

BORKENHAGEN, K.; CORMAN, A. M.; GARTHE, S. Estimating flight heights of seabirds using optical rangefinders and GPS data loggers: a methodological comparison. **Marine Biology**, v. 165, n. 1, p. 2012–2018, 2018.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanco energético nacional**. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br>. Acesso em: 14 out. 2019.

BRASIL. Ministério do Turismo. **Segmentação do Turismo**: marcos conceituais. Brasília: Ministério do Turismo, 2006. 55 p.

CABRERA-CRUZ, S. A.; VILLEGAS-PATRACA, R. Response of migrating raptors to an increasing number of wind farms. **Journal of Applied Ecology**, v. 53, n. 6, p. 1667–1675, 2016.

CALLAGHAN, C. T. *et al.* Travelling birds generate eco-travellers: the economic potential of vagrant birdwatching. **Human Dimensions of Wildlife**, v. 23, n. 1, p. 71–82, 2018.

CARDOSO, C. O. *et al.* Análise e composição da avifauna no Aeroporto Internacional de Parnaíba, Piauí. **Ornithologia**, v. 6, n. 1, p. 89–101, 2013.

CARRETE, M. *et al.* Large scale risk assessment of wind\_farms on population viability of a globally endangered long lived raptor. **Biological Conservation**, v. 142, n. 1, p. 2954–2961, 2009.

CARVALHO, D. L.; RODRIGUES, A. A. F. Spatial and temporal distribution of migrant shorebirds (Charadriiformes) on Caranguejos Island in the Gulf of Maranhão, Brazil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 19, n. 4, p. 486–492, 2011.

CARVALHO, G.; HINGST-ZAHER, E. **Observação de aves** : torres, abrigos e mobiliário de apoio. São Paulo: Tíjrd Editora, 2019, 108 p.

CARVALHO, J. C. A. Turismo e desenvolvimento sustentável nos Lençóis Maranhenses. **Revista CEDS**, v. 1, n. 3, p. 1–20, 2015.

CARVALHO, V. C. *et al.* A percepção autóctone sobre os ambientes naturais com potencial ecoturístico em Luminárias (MG): dinâmica e consequências. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, v. 13, n. 1, p. 49–68, 2020.

CASTRO, A. C. L.; PIORSKI, N. M. **Plano de manejo do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, 2002**. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/parnalencoismaranhenses/planos-de-manejo.html>. Acesso em: 7 ago. 2020.

CASTRO, L. L. C.; NORONHA, G. S.; MEDEIROS, M. A. A. Ecoturismo como alternativa de Desenvolvimento Socioeconômico na Ilha do Cajual, Alcântara (MA). **Revista Brasileira de Ecoturismo**, v. 9, n. 3, p. 418–432, 2016.

CEMAVE. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres. **Relatório anual de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil, 2020**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br>. Acesso em: 15 out. 2020.

CRAMP, S.; SIMMONS, K. E. L. **Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa: Hawks to Bustards**. Oxford: Oxford University Press, 1980. 728 p.

CZESZCZEWIK, D. *et al.* Birdwatching, logging and the local economy in the Białowieża Forest, Poland. **Biodiversity and Conservation**, v. 28, n. 11, p. 2967–2975, 2019.

DAHL, E. L. *et al.* Reduced breeding success in white-tailed eagles at Smola windfarm, western Norway, is caused by mortality and displacement. **Biological Conservation**, v. 145, n. 1, p. 79–85, 2012.

DEL HOYO, J.; ELLIOT, A.; SARGATAL, J. **Handbook of the birds of the world**. Barcelona: Lynx Editions, 1996. 638 p.

DESHOLM, M. Avian sensitivity to mortality: Prioritising migratory bird species for assessment at proposed wind farms. **Journal of Environmental Management**, v. 90, n. 8, p. 2672–2679, 2009.

DESHOLM, M.; KAHLERT, J. Avian collision risk at an offshore wind farm. **Biology Letters**, v. 1, n.1, p. 296–298, 2005.

DREWITT, A. L.; LANGSTON, R. H. W. Assessing the impacts of wind farms on birds. **Ibis**, v. 148, n. 1, p. 29–42, 2006.

FAABORG, J. *et al.* Habitat fragmentation in the temperate zone: a perspective por managers. In: FINCH, D. M.; STANGEL, P. W. (eds.) **Status and management of Neotropical migratory birds**, Estes Park, Colorado: Department of Agriculture, Forest Service, 1993, p. 331–338.

FALAVIGNA, T. J. *et al.* Changes in bird species composition after a wind farm installation: A case study in South America. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 83, n. 1, p. 1–7, 2020.

FARFÁN, M. A. *et al.* Differential recovery of habitat use by birds after wind farm installation: A multi-year comparison. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 64, p. 8–15, 2017a.

- FARFÁN, M. Á. *et al.* Testing for errors in estimating bird mortality rates at wind farms and power lines. **Bird Conservation International**, v. 27, n. 3, p. 431–439, 2017b.
- FARIAS, G. B. A observação de aves como possibilidade ecoturística. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 15, n. 3, p. 474–477, 2007.
- FARIAS, G. B.; CASTILHO, C. J. M. Observação de aves e ecoturismo em Itamaracá (PE): instrumentos para o desenvolvimento sustentável. **Sociedade & Natureza**, v. 18, n. 35, p. 35–53, 2006.
- FERREIRA, E. S. Novo registro do políglota-inglesa-do-sul, *Sturnella superciliaris* (Bonaparte, 1850), para o estado do Maranhão, Brasil. **Atualidades Ornitológicas**, v. 179, n. 1, p. 25–25, 2014.
- GALICIA, E.; TORRES-IRINEO, E.; GASCA-LEYVA, E. Economic value of Caribbean flamingo (*Phoenicopterus ruber*) at Celestun Biosphere Reserve, Yucatan, Mexico: A birdwatching-tourism approach. **Ornitologia Neotropical**, v. 29, n. 1, p. 135–141, 2018.
- GÓMEZ-CATASÚS, J.; GARZA, V.; TRABA, J. Wind farms affect the occurrence, abundance and population trends of small passerine birds: The case of the Dupont's lark. **Journal of Applied Ecology**, v. 55, n. 1, p. 2033–2042, 2018.
- GUZZI, A. *et al.* Composição e dinâmica da avifauna da usina eólica da praia da Pedra do Sal, Delta do Parnaíba, Piauí, Brasil. **Iheringia, Série Zoológica**, v. 105, n. 2, p. 164–173, 2015.
- GUZZI, A. *et al.* Diversidade de aves do Delta do Parnaíba, litoral piauiense. In: GUZZI, A. (Ed.). **Biodiversidade do Delta do Parnaíba, litoral piauiense**. Teresina, PI: Edufpi, p. 291–327, 2012.
- GWEC – Global Wind Energy Council. Global Wind Report – **Annual market update 2021**. Disponível em: [https://gwec.net/wp-content/uploads/2022/04/Annual-Wind-Report-2022\\_screen\\_final\\_April.pdf](https://gwec.net/wp-content/uploads/2022/04/Annual-Wind-Report-2022_screen_final_April.pdf). Acesso em 12 mai 2022.
- HARALDSSON, M. *et al.* How to model social-ecological systems? – A case study on the effects of a future offshore wind farm on the local society and ecosystem, and whether social compensation matters. **Marine Policy**, v. 119, n. 1, p. 1–13, 2020.
- HASS, A.; BARRETO, L.; PAULA, W. S. Caracterização da avifauna da região de Balsas. In: BARRETO, L. (ed.). **Cerrado Norte do Brasil**. Pelotas: USEB, p. 231-260, 2007.
- HEUCK, C. *et al.* Wind turbines in high quality habitat cause disproportionate increases in collision mortality of the white-tailed eagle. **Biological Conservation**, v. 236, n. 1, p. 44–51, 2019.
- ICMBIO. Instituto Chico Mendes de conservação da biodiversidade. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume III - Aves. In: Instituto Chico Mendes de conservação da biodiversidade (Ed.). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. 1. ed. Brasília, DF: ICMBio/MMA, p. 709, 2018.
- ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Dados de visitação 2018-2019**. Disponível em:

<https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/downloads/icmbioemfoco503.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2020.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, 2020**. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/parnalencoismaranhenses/planos-de-manejo.html>. Acesso em: 30 abr. 2020.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Atlas dos manguezais do Brasil**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018. 176 p.

IUCN. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. **The International Union for Conservation of Nature and Natural Resources Red List of Threatened Species. (IUCN). Version 2020'-1**. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 27 jan. 2020.

LAMAS, I. R. *et al.* **Observação de aves na Costa do Descobrimento: educação, conservação e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Conservação Internacional, 2018, 79 p.

LEMUS, K. *et al.* Temperate forest bird communities associated with a historic mining impact area : do tailing remnant effects modify their structure ? **Brazilian Journal of Ornithology**, v. 27, n. 2, p. 94–107, 2019.

LEWIS, C. L.; GRANEK, E. F.; NIELSEN-PINCUS, M. Assessing local attitudes and perceptions of non-native species to inform management of novel ecosystems. **Biological Invasions**, v. 21, n. 3, p. 961–982, 2019.

LIMA, D. M. *et al.* An avifaunal inventory and conservation prospects for the Gurupi Biological Reserve , Maranhão , Brazil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 22, n. 4, p. 317–340, 2014.

LIN, S. C. A survey and study of towerkills and wind turbine kills. **Applied Ecology and Environmental Research**, v. 15, n. 1, p. 589–607, 2017.

MACHADO, J. L. C. *et al.* Avifauna da salina de Luís Correia, Delta do Parnaíba, Piauí, Brasil. **Atualidades Ornitológicas**, v. 1, n. 189, 2016.

MAMEDE, S.; BENITES, M. Identification and mapping of hotspots for observation of birds based on social and environmental indicators: tourism routing of Campo Grande, MS. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, v. 13, n. 2, p. 409–434, 2020.

MARIANO, E. D. F.; MARTINS, L. R. A. Riqueza de espécies de aves no Parque Estadual do Pico do Jabre, Paraíba. **Acta Brasiliensis**, v. 1, n. 3, p. 42, 2017.

MARQUES, A. T. *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.

MARQUES, A. T. *et al.* Wind turbines cause functional habitat loss for migratory soaring birds. **Journal of Animal Ecology**, v. n. 89, p. 93-103, 2020.

- MATHEUS, F. S.; RAIMUNDO, S. O envolvimento das comunidades locais nas políticas de uso público em Áreas Protegidas no estado de São Paulo. **Anais Brasileiros de Estudos Turísticos**, v. 5, n. 3, p. 45–54, 2015.
- MATHEUS, F. S.; RAIMUNDO, S. Os resultados das políticas públicas de ecoturismo em Unidades de Conservação no Brasil e no Canadá. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, v. 11, n. 3, p. 455–479, 2017.
- MATOS, F. O.; ARAÚJO, L. L. B. Considerações sobre a regionalização do turismo no “Meio-Norte” brasileiro. **Caminhos de Geografia**, v. 14, n. 46, p. 38–49, 2013.
- MATZNER, S.; WARFEL, T.; HULL, R. ThermalTracker-3D: A thermal stereo vision system for quantifying bird and bat activity at offshore wind energy sites. **Ecological Informatics**, v. 57, n. 1, p. 1–12, 2020.
- MATZNER, S.; WARFEL, T.; HULL, R. ThermalTracker-3D: A thermal stereo vision system for quantifying bird and bat activity at offshore wind energy sites. **Ecological Informatics**, v. 57, n. 1, p. 1–12, 2020.
- MAY, R. *et al.* Habitat utilization in white-tailed eagles (*Haliaeetus albicilla*) and the displacement impact of the Smøla wind-power plant. **Wildlife Society Bulletin**, v. 37, p. 75–83, 2013.
- MAY, R. *et al.* Mitigating wind-turbine induced avian mortality: sensory, aerodynamic and cognitive constraints and options. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 42, p. 170–181, 2015.
- MCCLOSKEY, M. A.; MOSHER, C. L.; HENDERSON, E. R. Wind energy conversion by plant-inspired designs. **PLoS ONE**, v. 12, n. 3, p. 1–15, 2017.
- MENDES, D.; SOUZA, A. E. B. A. Avifauna de uma área de caatinga arbórea e ambientes associados no sertão paraibano, Brasil. **Ornithologia**, v. 9, n. 2, p. 80–97, 2016.
- MINNS, J. *et al.* **Aves do Brasil, vozes e fotografias**. 1. ed. Vinhedo: Avis Brasilis Editora, 2010.
- MIRANDA, J. P.; COSTA, J. C. L.; ROCHA, C. F. D. Reptiles from Lençóis Maranhenses National Park, Maranhão, Northeastern Brazil. **ZooKeys**, v. 246, p. 51–68, 2012.
- MURPHY, P. E. **Tourism: A community approach**. London: Routledge, 1985. 218 p.
- OLIVEIRA, A. P.; PEREIRA, B. Turismo de base comunitária na Amazônia Legal brasileira : organização da atividade ou estratégia de marketing ? **Revista Brasileira de Ecoturismo**, v. 12, n. 4, p. 488–505, 2019.
- OLIVEIRA, W. R. M. **"Eles só usam o vento": impactos socioambientais na instalação de parques eólicos no litoral do Maranhão, Nordeste do Brasil**. 249 f. 2020. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.
- OLMOS, F.; BRITO, G. R. R. Aves da região da Barragem de Boa Esperança , médio rio Parnaíba, Brasil. **Revista Brasileira de Ornithologia**, v. 15, n. 1, p. 37–52, 2007.

OLMOS, F.; SILVA E SILVA, R. **Guará: ambiente, flora e fauna dos manguezais de Santos-Cubatão Brasil**. São Paulo: Empresa das Artes, 2003. 216 p.

OREN, D. C. Aves do estado do Maranhão. **Goeldiana Zoologia**, v. 9, n. 1, p. 1–55, 1991.

OREN, D. C.; ROMA, J. C. Composição e vulnerabilidade da avifauna da Amazônia maranhense, Brasil. In: MARTINS, M. .; OLIVEIRA, T. G. (eds.). **Amazônia maranhense: diversidade e conservação**. Belém: MPEG, p. 220–247, 2011.

PACHECO, J. F. As aves da caatinga: uma análise histórica do conhecimento. In: SILVA, J. M. C. *et al.* (eds.). **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 189–250, 2004.

PACHECO, J. F. *et al.* Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee – Second Edition. **Ornithology Research**, v. 1, n. 29, p. 94–105, 2021.

PANWAR, N. L.; KAUSHIK, S. C.; KOTHARI, S. Role of renewable energy sources in environmental protection : a review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 3, p. 1513–1524, 2011.

PARRA, H. Z. M., FRESSOLI, M.; LAFUENTE, A. Ciência cidadã e laboratórios cidadãos. **Liinc em Revista**, v.13, n.1, p. 1-6, 2017.

PEARCE-HIGGINS, J. W.; GREEN, R. E. **Birds and climate change: impacts and conservation responses**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2014. 467 p.

PIACENTINI, V. Q. *et al.* Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 23, n. 2, p. 91–298, 2015.

PINHEIRO, R. T. Birdwatching tourism in the Protected Area of the Ilha do Bananal , Cantão Region ( TO , Brazil ). **Revista Brasileira de Ecoturismo**, v. 12, n. 4, p. 400–433, 2019.

PIVATTO, M. A. C. *et al.* Perfil e viabilidade do turismo de observação de aves no Pantanal Sul e Planalto da Bodoquena (Mato Grosso do Sul) segundo interesse dos visitantes. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 15, n. 4, p. 520–529, 2007.

PIVATTO, M. A. C.; SABINO, J. O turismo de observação de aves no Brasil : breve revisão bibliográfica e novas perspectivas. **Atualidades Ornitológicas**, v. 139, n. 1, p. 10–13, 2007.

PLONCZKIER, P.; SIMMS, I. C. Radar monitoring of migrating pink-footed geese: behavioural responses to offshore wind farm development. **Journal of Applied Ecology**, v. 49, p. 1187–1194, 2012.

RODRIGUES, A. A. F. *et al.* Spring migration of semipalmated sandpiper *Calidris pusilla* in the Amazonian coast of Brazil. **Ornithologia**, v. 8, n. 1, p. 11–16, 2015.

RODRIGUES, M. *et al.* As aves do Parque Nacional da Serra do Cipó: o vale do rio Cipó, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 2, p. 326–338, 2005.

RODRIGUES, M. L. *et al.* Vascular flora of Lençóis Maranhenses National Park, Maranhão

state, Brazil: checklist, floristic affinities and phytophysiognomies of restingas in the municipality of Barreirinhas. **Acta Botanica Brasilica**, v. 33, n. 3, p. 498–516, 2019.

RUBENSTAHL, T. G. *et al.* Nesting success of scissor-tailed flycatchers (*Tyrannus forficatus*) at a wind farm in northern Texas. **Southwestern Naturalist**, v. 57, n.2, p. 189–194, 2012.

SÁNCHEZ-RIVERO, M.; SÁNCHEZ-MARTÍN, J. M.; RANGEL, M. C. R. Characterization of birdwatching demand using a logit approach: comparative analysis of source markets (National vs Foreign). **Animals**, v. 10, n. 6, p. 1–19, 2020.

SANTANA, C. S. C. DE M.; NASCIMENTO, M. A. L.; MARQUES-JUNIOR, S. Fatores que afetam o apoio dos residentes ao desenvolvimento do turismo em áreas naturais protegidas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, v. 14, n. 2, p. 156–172, 2020.

SANTOS, F. C. V. *et al.* O potencial do birdwatching na Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba (Piauí, Brasil). **Revista Brasileira de Ecoturismo**, v. 12, n. 5, p. 854–865, 2019.

SANTOS, M. P.; CERQUEIRA, P. V.; SOARES, L. M. DOS S. Avifauna em seis localidades no centro-sul do estado do Maranhão, Brasil. **Ornithologia**, v. 4, n. 1, p. 49–65, 2010.

SCHULZ-NETO, A.; SERRANO, I. L.; EFE, M. A. Muda e parâmetros biométricos de aves migratórias no Norte do Brasil. **Ornithologia**, v. 3, n. 1, p. 21–33, 2008.

SICK, H. **Ornitologia brasileira**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. 862 p.

SILVA, J. A. D. Birdwatching como uma proposta de valorização do espaço ecoturístico da Lagoa Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro (RJ). **Revista Brasileira de Ecoturismo**, v. 13, n. 3, p. 587–599, 2020.

SILVA, J. M. C. *et al.* Aves da Caatinga: status, uso do habitat e sensibilidade. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife, PE: Edufpe, p. 237–273, 2003.

SILVA, L. DE M. R.; RODRIGUES, A. A. F. Densidade e distribuição espacial de aves limícolas em habitats de forrageio na costa amazônica brasileira. **Ornithologia**, v. 8, n. 1, p. 17–21, 2015.

SMALLWOOD, K. S.; THELANDER, C. Bird mortality in the altamont pass wind resource area, California. **Journal of Wildlife Management**, v. 72, n.1, p. 215–223, 2008.

SNUC. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. **Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000**. Brasília: MMA/SBF, 2000. 32p.

SOARES, A. M. C.; MARQUES JÚNIOR, S.; CHAGAS, M. M.. Fatores que afetam o comportamento ambiental de residentes em destinos turísticos costeiros. **Revista Turismo em Análise**, v. 29, n. 2, p. 196–215, 2018.

SOARES, R. K. P.; RODRIGUES, A. A. F. Distribuição espacial e temporal da avifauna aquática no Lago de Santo Amaro, Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 17, n. 3–4, p. 173–182, 2009.

SOMENZARI, M. *et al.* An overview of migratory birds in Brazil. **Papeis Avulsos de Zoologia**, v. 58, n. 1, p. 1–66, 2018.

SOUSA, A. P. S.; RODRIGUES, A. A. F. Censo populacional do maçarico-de-peito-vermelho *Calidris canutus rufa* na praia de Panaquatira, Maranhão, Brasil, em um ciclo anual. **Ornithologia**, v. 8, n. 1, p. 33–37, 2015.

STENCEL, L. F.; CAXAMBU, M. G. Avifauna da PRRN Fazenda Moreira Sales, em Goioerê e Moraes Sales, Paraná, Brasil. **Atualidades Ornitológicas**, v. 205, n. 1, p. 41–48, 2018.

STEVEN, R.; MORRISON, C.; CASTLEY, J. G. Birdwatching and avitourism: a global review of research into its participant markets, distribution and impacts, highlighting future research priorities to inform sustainable avitourism management. **Journal of Sustainable Tourism**, v. 23, n. 8–9, p. 1257–1276, 2015.

TELINO-JUNIOR, W. R.; AZEVEDO-JUNIOR, S. M.; NEVES, R. M. L. Censo de aves migratórias (Charadriidae, Scolopacidae e Laridae) na Coroa do Avião, Igarassu, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 3, p. 451–456, 2003.

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. 1–12, 2017.

THELANDER, C. G.; SMALWOOD, K. S.; RUGGE, L. **Bird risk behaviors and fatalities at the Altamont Pass Wind Resource Area**. Ojai, Califórnia: NREL, 2003. 83 p.

VASCONCELOS, M. F. First record of the variable seedeater (*Sporophila americana*) for the state of Maranhão, Brazil. **Ararajuba**, v. 12, n. 2, p. 145–145, 2004.

VASILAKIS, D. P.; WHITFIELD, D. P.; KATI, V. A balanced solution to the cumulative threat of industrialized wind farm development on cinereous vultures (*Aegypius monachus*) in south-eastern Europe. **PLoS ONE**, v. 12, n. 2, p. 1–17, 2017.

VIEIRA, A. F.; LOPES, W. G. R.; ARAÚJO, J. L. L. Environmental indicators applied to tourism : a study in the community of Barra Grande , Cajueiro da Praia ( PI , Brasil ). **Revista Brasileira de Ecoturismo**, v. 12, n. 2, p. 274–294, 2019.

VIEIRA, J.; ARDIGÓ, C. M.; BEHLING, H. P. Impacts of Volvo Ocean Race - Itajaí Stopover : a post-event analysis of the perception of the residents of the city of Itajaí (SC). **Brasilian Journal of Tourism Research**, v. 12, n. 3, p. 172–196, 2018.

VIELLIARD, J. M. E.; SILVA, W. R. Nova metodologia de levantamento quantitativo da avifauna e primeiros resultados no interior do estado de São Paulo, Brasil. In: AZEVEDO, S. M. J. (ed.). **Anais. IV Encontro Nacional de Anilhadores de Aves**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, p. 51–171, 1990.

VITÓRIO, J. G. *et al.* Habitat use and home range of a migratory bird , *Myiodynastes maculatus solitarius* , in an urban park in the Atlantic Forest , Brazil. **Brazilian Journal of Ornithology**, v. 27, n. 2, p. 115–121, 2019.

WELCKER, J. *et al.* Nocturnal migrants do not incur higher collision risk at wind turbines than diurnally active species. **Ibis**, v. 159, n. 2, p. 366–373, 2017.

WESOŁOWSKIIC, T. Virtual Conservation : How the European Union is turning a blind eye to its vanishing primeval forests. **Conservation Biology**, v. 19, n. 5, p. 1349–1358, 2005.

**3 ARTIGO 1: DIVERSIDADE E COMPOSIÇÃO DA AVIFAUNA DE UM COMPLEXO EÓLICO NOS PEQUENOS LENÇÓIS MARANHENSES, NORDESTE, BRASIL**

**Artigo a ser submetido**

**Periódico: Environmental Progress & Sustainable Energy**

**ISSN:1944-7450**

**Qualis A2**



## Diversidade e composição da avifauna de um complexo eólico nos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil

Francisco das Chagas Vieira Santos<sup>1</sup>, Roseli Farias Melo de Barros<sup>2</sup> e Anderson Guzzi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil. E-mail: [fcovieira2@hotmail.com](mailto:fcovieira2@hotmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil. E-mail: [rbarros@ufpi.edu.br](mailto:rbarros@ufpi.edu.br)

<sup>3</sup> Universidade Federal do Delta do Parnaíba, Parnaíba, Brasil. E-mail: [guzzi@ufpi.edu.br](mailto:guzzi@ufpi.edu.br)

**RESUMO.** Os impactos oriundos da operação de parques eólicos podem interferir na riqueza e composição da avifauna residente e migratória em áreas litorâneas. Nesse sentido, objetivou-se registrar a diversidade de aves e identificar mudanças em sua composição após operação de um complexo eólico na região dos Pequenos Lençóis Maranhenses, estado do Maranhão. Foram realizadas 14 amostragens trimestrais, no período de agosto de 2017 a dezembro de 2020, num total de 350 horas de observação. O registro da avifauna ocorreu por meio de 12 pontos de escuta (P1 a P12) e três áreas controle. Foram armadas 20 redes de neblina (*mist nets*) de 2,5m x 3mm x 12m, que permaneceram abertas entre 4:00 às 8:00 horas e entre 16:00 às 20:00 horas, durante cinco dias consecutivos por campanha, num total de 3.200 horas/rede, vistoriadas a cada 20 minutos. Foram registrados 47.322 contatos com indivíduos pertencentes a 77 espécies de aves nas áreas amostradas, distribuídas em 15 ordens e 29 famílias. O maior número de espécies (n = 61) foi registrado nos pontos internos do complexo eólico (P1-P12), seguidos de AC2 (n = 54), AC1 (n = 36) e AC3 (n = 19). A maioria das espécies é residente (79%), seguidas pelas migrantes do Hemisfério Norte (19%) e uma residente/endêmica (1%). As famílias de aves com maior número de espécies registradas foram: Scolopacidae (16%), seguida de Ardeidae (11%) e Anatidae e Charadriidae (n= 7% cada). De um modo geral, a maioria das categorias tróficas mostra um mesmo padrão de influência na composição da avifauna, tanto para os pontos internos do complexo como para áreas controle. Para os tipos de lagoas, os padrões de influência diferem em termos de contribuição, pois as aves que se alimentam de invertebrados aquáticos (inv) e onívoras (oni) obtiveram maior relação com lagoas do tipo permanente, ao passo que os insetívoros (ins) apresentaram maior relação com lagoas do tipo temporárias. Essas três categorias tróficas obtiveram participação relevante na formação de PC1 e PC2, explicando 72,8% da variação total. Apesar da descaracterização do ambiente natural para a instalação de um complexo eólico na região dos Pequenos Lençóis Maranhenses, uma rica avifauna ainda pode ser observada na área de estudo. Não houve diferença de riqueza de aves estimadas entre os pontos internos do complexo eólico e áreas controle. Além disso, a área do complexo eólico é um importante refúgio para espécies migratórias e composta principalmente pelas seguintes categorias: inv, oni e ins. Nesse sentido, é de suma importância a contínua atualização de estudos sobre a avifauna presente na região.

**Palavras-chave:** aves; guildas tróficas; influência de aerogeradores; migração; região costeira.

**ABSTRACT.** The impacts arising from the operation of wind farms can interfere with the richness and composition of the resident and migratory avifauna in coastal areas. In this sense, the objective was to record the diversity of birds and identify changes in their composition after the operation of a wind farm in the Pequenos Lençóis Maranhenses region, state of Maranhão. Fourteen quarterly samplings were carried out, from August 2017 to December 2020, for a total of 350 hours of observation. The recording of avifauna took place through 12 listening points (P1 to P12) and three control areas. 20 mist nets (mist nets) measuring 2.5m x 3mm x 12m were set up, which remained open between 4:00 am and 8:00 am and between 4:00 pm and 8:00 pm, for five consecutive days per campaign, in a total of 3,200 hours/network, inspected every 20 minutes. 47,322 contacts were recorded with individuals belonging to 77 species of birds in the sampled areas, distributed in 15 orders and 29 families. The largest number of species ( $n = 61$ ) was recorded in the internal points of the wind complex (P1-P12), followed by AC2 ( $n = 54$ ), AC1 ( $n = 36$ ) and AC3 ( $n = 19$ ). Most species are resident (79%), followed by migrants from the Northern Hemisphere (19%) and one resident/endemic (1%). The bird families with the highest number of species recorded were: Scolopacidae (16%), followed by Ardeidae (11%) and Anatidae and Charadriidae ( $n=7\%$  each). In general, most trophic categories show the same pattern of influence on avifauna composition, both for the internal points of the complex and for control areas. For the types of ponds, the patterns of influence differ in terms of contribution, as birds that feed on aquatic invertebrates (inv) and omnivores (oni) had a greater relationship with permanent ponds, while insectivores (ins) showed a greater relationship with temporary ponds. These three trophic categories had a relevant participation in the formation of PC1 and PC2, explaining 72.8% of the total variation. Despite the de-characterization of the natural environment for the installation of a wind farm in the Pequenos Lençóis Maranhenses region, a rich avifauna can still be observed in the study area. There was no difference in estimated bird richness between the internal points of the wind farm and control areas. In addition, the wind farm area is an important refuge for migratory species and is mainly composed of the following categories: inv, oni and ins. In this sense, the continuous updating of studies on the avifauna present in the region is of paramount importance.

**Keywords:** birds; trophic guilds; influence of wind farms; migration; coastal region.

## INTRODUÇÃO

As fontes renováveis de energia terão participação cada vez mais relevante no sistema de energia global, com destaque a América do Sul e Central, que são regiões economicamente emergentes e tiveram crescimento econômico e desenvolvimento social notável na última década (MCCLOSKEY; MOSHER; HENDERSON, 2017).

No Brasil, a produção de eletricidade a partir da fonte eólica tem-se desenvolvido nos últimos 12 anos (BRASIL, 2021). Atualmente, existem cerca de 795 usinas instaladas, alcançando 21,5 GW de capacidade e participação de 11,8% na matriz elétrica brasileira. No Nordeste, os estados da Bahia, Maranhão e Rio Grande do Norte possuem maior destaque na implantação de empreendimentos eólicos (ABEEÓLICA, 2020). Essa transformação no cenário brasileiro tem o potencial de influenciar na redução da riqueza de espécies, aumento da fragmentação de habitats e taxas de mortalidade, o que acarreta impactos sobre as populações de aves e outros vertebrados terrestres (FARFÁN, *et al.*, 2017a,b; FALAVIGNA *et al.*, 2020).

Espécies de aves que residem ou migram em locais com parques eólicos podem sofrer risco de colisão com os aerogeradores ou com linhas de transmissão de energia, perturbação na migração, perda do *habitat* de reprodução e alimentação e alteração dos padrões de movimentação (HEUCK *et al.*, 2019). A avaliação do impacto populacional por meio destes empreendimentos requer estimativas sólidas do número total de mortes por colisões e são úteis para o planejamento estratégico do desenvolvimento de parques eólicos em escalas regionais (BARRIENTOS *et al.*, 2018). Estas estimativas poderão ser fortemente distorcidas devido a diferenças na eficiência do pesquisador e o número de carcaças não registradas, o que pode levar ao erro na quantidade da mortalidade real, ou à priorização inadequada de locais para mitigação (ASCHWANDEN *et al.*, 2018).

No território brasileiro são conhecidas 1.971 espécies de aves, segundo o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos - CBRO (PACHECO *et al.*, 2021). Regularmente, o Centro Nacional de Pesquisa para Conservação das Aves Silvestres (CEMAVE) publica o Relatório Anual de Rotas e Áreas de Concentração de Aves Migratórias no Brasil. Conforme este relatório, a região costeira que envolve o Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (PNLM) possui duas rotas de migração, é apontado como área de concentração de aves limícolas e migratórias no Brasil, e destacada como importante para sua conservação (CEMAVE, 2020).

O Maranhão está localizado em uma área de transição ecológica entre três principais fitofisionomias brasileiras: Amazônia, Caatinga e Cerrado (AB'SABER, 1977). O que

possibilita uma paisagem muito complexa, na qual são encontradas formações florestais tipicamente amazônicas, próximo à divisa com o Pará. Essa característica da região reflete em sua avifauna, a qual é uma das mais ricas dentre os Estados brasileiros (SANTOS; CERQUEIRA; SOARES, 2010), com 683 espécies (ALTEFF *et al.*, 2019) e desse total, 503 referem-se a espécies que ocorrem na parte amazônica, e várias delas com distribuição mais abrangente (OREN; ROMA, 2011).

A lista de espécies de aves do Maranhão foi definida com base em Oren (1991), considerando também as adições de novas espécies registradas posteriormente (ALMEIDA; COUTO; ALMEIDA, 2004; PACHECO, 2004; VASCONCELOS, 2004; HASS; BARRETO; PAULA, 2007; OLMOS; BRITO, 2007; MINNS *et al.*, 2010; SANTOS; CERQUEIRA; SOARES, 2010; OREN; ROMA, 2011; FERREIRA, 2014; LIMA *et al.*, 2014; ALTEFF *et al.*, 2019).

Para a área conhecida como Pequenos Lençóis Maranhenses (PLM) foram publicados poucos trabalhos de inventário de avifauna, sendo possível citar principalmente, o estudo para o desenvolvimento do seu plano de manejo (CASTRO; PIORSKI, 2002), com registro de espécies vulneráveis (VU) ou criticamente ameaçadas (CR) pela União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN) e pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), como *Charadrius wilsonia* Ord, 1814 (VU), *Calidris canutus* (Linnaeus, 1758) (NT/CR), *Calidris pusilla* (Linnaeus, 1766) (NT/EN) e *Limnodromus griseus* (Gmelin, 1789) (CR).

O complexo eólico, localizado nos PLM, possui 96 aerogeradores instalados no litoral dos municípios de Paulino Neves e Barreirinhas/MA. Processos de perturbação gerados por atividades humanas, normalmente causam alteração na composição e riqueza da avifauna (LEMUS *et al.*, 2019). Nesse sentido, como conciliar a necessária geração de energia elétrica renovável com a conservação da avifauna local? Pois, os impactos oriundos da operação de um complexo eólico podem interferir na riqueza e composição da sua avifauna residente e migratória. Diante do exposto, objetivou-se registrar a diversidade de aves que ocorre nos Pequenos Lençóis Maranhenses (PLM), localizado nos municípios de Paulino Neves e Barreirinhas (MA) e identificar mudanças em sua composição após a operação de um complexo eólico.

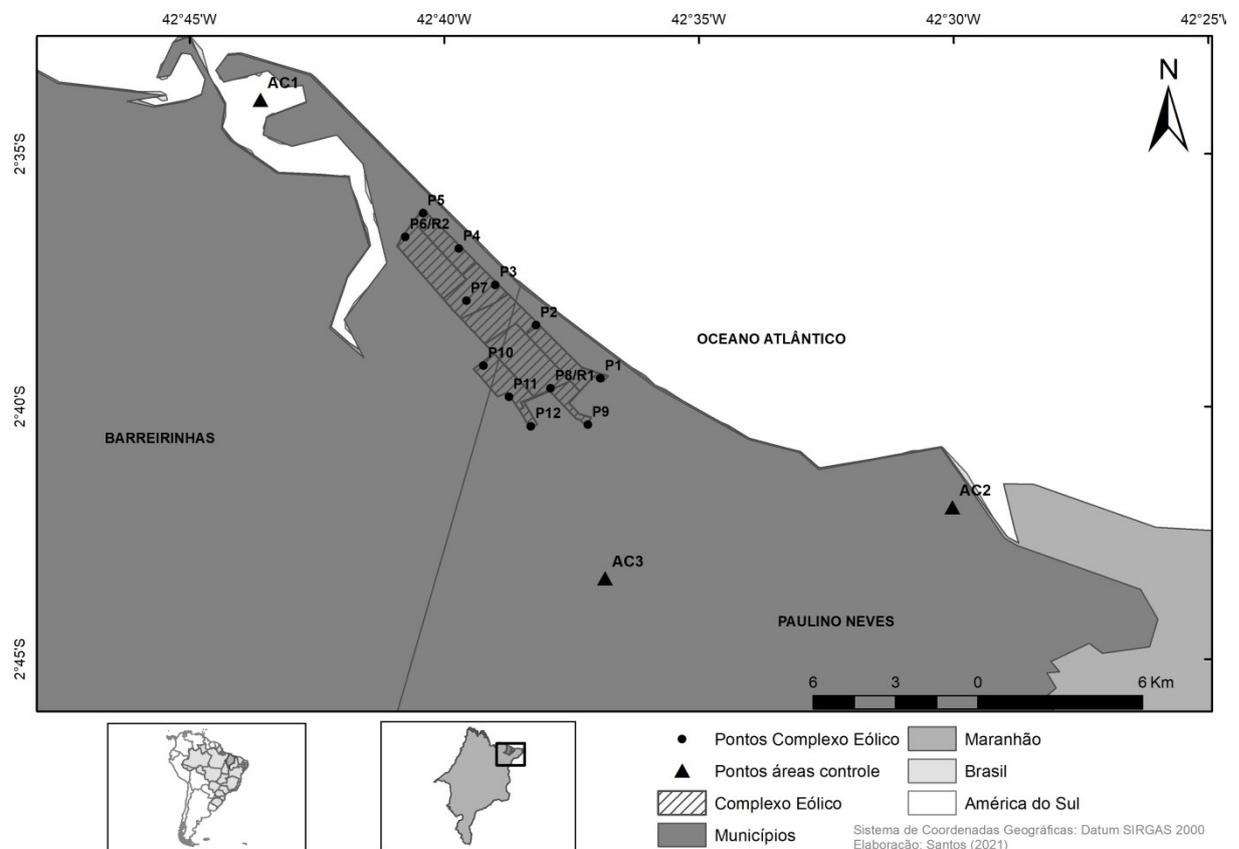
## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Área do estudo**

O estudo foi desenvolvido em um complexo eólico no litoral dos municípios de Paulino Neves (2°43'24,65"S/42°32'9,31"W) e Barreirinhas (2°45'41,02"S/ 42°49'25,10"W), estado do

Maranhão, nos Pequenos Lençóis Maranhenses (PLM), zona de amortecimento do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (PNLM), criado por meio do Decreto N° 86.060, de 2 de junho de 1981 (ICMBIO, 2020). A área é constituída por dunas livres, lagoas interdunares e uma vegetação específica, composta de um mosaico de fitofisionomias, geralmente dominadas por ambientes costeiros como restingas e manguezais (MIRANDA; COSTA; ROCHA, 2012; RODRIGUES, *et al.*, 2019). O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Tropical Quente e Úmido (As), com alto índice de pluviosidade, devido à influência da massa Equatorial Atlântica durante os meses de janeiro a junho (ALVARES *et al.*, 2014). O complexo eólico está localizado a aproximadamente 35 km da sede do município de Barreirinhas e cerca de 3 km da sede municipal de Paulino Neves (coordenadas centrais: 2°38'16.99"S/ 42°38'58.14"W). Está em operação desde 2017, sendo composto por 96 aerogeradores com 220,80 MW de capacidade instalada, em uma área de aproximadamente 2.368,90 hectares (Figura 1).

Figura 1. Distribuição dos pontos amostrais da avifauna do complexo eólico nos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil.



Fonte: IBGE (2010), modificado por Santos (2022). Legenda: P1 a P12: Pontos de escuta para avifauna; R1-R2: redes de neblina; AC1: Área controle 1; AC2: Área controle 2; AC3: Área controle 3.

## Coletas de dados

A área estudada foi composta por 12 pontos amostrais internos ao complexo eólico (P1-P12), dispostos de forma a abranger os aerogeradores e as principais lagoas temporárias e permanentes. Buscou-se, com isso, o registro de espécies de aves consideradas menos conspicuas (VIELLIARD; SILVA, 1990; ALEIXO; VIELLIARD, 1995). Visando comparar a região diretamente afetada pelo complexo eólico com a adjacência, três áreas controle foram estudadas (AC1-AC3) durante o esforço amostral. De acordo com a Instrução Normativa Nº 146/2007 do IBAMA, as áreas controle são destinadas ao monitoramento da fauna e não deverão receber exemplares da fauna objeto de translocação. Estas devem ser definidas de forma a contemplar diferentes fitofisionomias e possuírem locais representativos em relação aos que sofrerão intervenção direta (IBAMA, 2007). AC1 e AC2 são compostas por praia, manguezais e restinga com formação halófito e AC3 é composta por cordões dunares, lagoas interdunares e restinga com formação pioneira psamófila (MIRANDA; COSTA; ROCHA, 2012; RODRIGUES, *et al.*, 2019).

O monitoramento da avifauna do presente estudo ocorreu por meio de pontos de escuta. Os registros auditivos foram realizados com o auxílio de um gravador profissional PANASONIC 66 e microfone direcional multiamplificado YOGA e os visuais com binóculos (10 x 50) e câmera com teleobjetiva (BIBBY; BURGESS; HILL, 1992). Além disso, foram utilizados manuais de campo para assegurar a correta identificação (RIDGELY; TUDOR, 1994; SIGRIST, 2009). Foram realizadas um total de 14 amostragens trimestrais, no período de agosto de 2017 a dezembro de 2020, alternando entre as estações chuvosa e seca, com duração de cinco dias cada, entre 6:00 às 8:00 horas e 16:00 às 18:00 horas, totalizando 350 horas de observação (20 minutos x 15 pontos x 5 dias x 14 amostragens).

Complementar ao método de ponto de escuta, e com objetivo de capturar espécies de aves crípticas e de difícil observação, foram armadas 20 redes de neblina (*mist nets*) de 2,5m x 3m x 12m em duas linhas de 10 redes. Estas permaneceram abertas entre 4:00 às 8:00 horas e 16:00 às 20:00 horas, durante cinco dias consecutivos por campanha, num total de 3.200 horas/rede, vistoriadas a cada 20 minutos. As aves capturadas foram identificadas, anilhadas e libertadas no local, evitando contato duradouro. A pesquisa foi cadastrada no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen) sob o número A82CA37, obtida pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO (número 47565-8) e autorizada pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres – CEMAVE (número 4224/1).

## Análise dos dados

Para comparar a diversidade da avifauna nos diferentes pontos amostrais, foram calculados o índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), Equabilidade de Pielou ( $J'$ ) (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2007) e uma análise de similaridade utilizando-se o índice de Jaccard (SOUTHWOOD, 1968). As curvas de rarefação foram utilizadas para comparar a riqueza de aves entre os tratamentos e tipos de lagos dentro do complexo eólico (pacote *iNEXT* - HSIEH *et al.*, 2016). A análise de Componente Principal (PCA) foi calculada utilizando o software R ver. 3.2.3 (R CORE DEVELOPMENT TEAM, 2011); para o restante das análises foi utilizado o software PAST 3.08 (HAMMER *et al.*, 2001) e considerado nível de significância  $p < 0,05$ .

A nomenclatura e *status* de ocorrência das espécies seguem as recomendações do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos - CBRO (PACHECO *et al.*, 2021), assim como os seus nomes populares e distribuição geográfica. As guildas tróficas foram determinadas por meio de registros de campo e bibliografia pertinente (WILLIS, 1979; MOTTA-JUNIOR, 1990; SICK, 1997). Para indicação das espécies ameaçadas, utilizou-se a Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBIO, 2018) e a Lista Global da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN, 2022).

## RESULTADOS

### Composição da avifauna

Foram registradas 77 espécies de aves, distribuídas em 15 ordens e 29 famílias em 47.322 contatos. O maior número de espécies ( $n = 61$ ) foi registrado nos pontos internos do complexo eólico (P1-P12), seguidos de AC2 ( $n = 54$ ), AC1 ( $n = 36$ ) e AC3 ( $n = 19$ ). A maioria das espécies é residente (79%), seguidas pelas migrantes do Hemisfério Norte (19%) e uma residente/endêmica (1%). Foram capturados 205 indivíduos, pertencentes a 10 espécies, por intermédio do método de captura por redes de neblina, sendo elas: *Anthus lutescens* Pucheran, 1855, *Arenaria interpres* (Linnaeus, 1758), *Calidris alba* (Pallas, 1764), *C. minutilla* (Vieillot, 1819), *C. pusilla*, *Charadrius collaris* (Vieillot, 1818), *C. semipalmatus* (Bonaparte, 1825), *Gelochelidon nilotica* (Gmelin, 1789), *Vanellus chilensis* (Molina, 1782) e *Tringa flavipes* (Gmelin, 1789). Dentre as espécies registradas, quatro estão ameaçadas de extinção: *L. griseus*, *C. canutus*, *C. pusilla* e *C. wilsonia* (Tabela 1; Apêndice A).



Taxa	Nome vernacular	ST	GT	IUCN/MMA	Pontos amostrais												Áreas controle				
					P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	AC1	AC2	AC3		
Threskiornithidae Poche, 1904																					
<i>Eudocimus ruber</i> (Linnaeus, 1758)	guará	R	INV	LC/NA						41	595	69			1			364	544		
<i>Theristicus caudatus</i> (Boddaert, 1783)	curicaca	R	ONI	LC/NA	4	7	3	24	36	164	68	13	3	36	25	15	5	6	3		
<i>Platalea ajaja</i> Linnaeus, 1758	colhereiro	R	ONI	LC/NA					7	6	10				13	7		8			
Cathartiformes Seebohm, 1890																					
Cathartidae Lafresnaye, 1839																					
<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	urubu-de-cabeça-vermelha	R	DET	LC/NA		1	1	2	2	1		4			2	7	12	6			
<i>Cathartes burrovianus</i> Cassin, 1845	urubu-de-cabeça-amarela	R	DET	LC/NA	1	1		2		4		1				2					
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	urubu	R	DET	LC/NA	34	36	76	56	91	55	35	34	18	245	69	102	179	98			
Accipitriformes Bonaparte, 1831																					
Accipitridae Vigors, 1824																					
<i>Heterospizias meridionalis</i> (Latham, 1790)	gavião-caboclo	R	CAR	LC/NA	1					5	1	3	1	2		11		1			
<i>Rostrhamus sociabilis</i> (Vieillot, 1817)	gavião-caramujeiro	R	MAL	LC/NA	1	2				52	3			3	2	2		5	11		
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	gavião-carijó	R	CAR	LC/NA					1							1				4	
<i>Circus buffoni</i> (Gmelin, 1788)	gavião-do-banhado	R	CAR	LC/NA																1	
Gruiformes Bonaparte, 1854																					
Aramidae Bonaparte, 1852																					
<i>Aramus guarauna</i> (Linnaeus, 1766)	carão	R	CAR	LC/NA								2		5		1	11				
Charadriiformes Huxley, 1867																					
Charadrii Huxley, 1867																					
Charadriidae Leach, 1820																					
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	quero-quero	R	ONI	LC/NA	54	76	87	87	113	310	167	156	101	242	76	68	1	18	56		
<i>Pluvialis squatarola</i> (Linnaeus, 1758)	batuiraçu-de-axila-preta	VN	ART	LC/NA	1	1	4	7	10	6	5	1	3	10		1	299	312			
<i>Charadrius semipalmatus</i> Bonaparte, 1825	batuíra-de-bando	VN	ART	LC/NA	39	49	64	147	113	133	330	25	26	6	42	14	2322	2099	10		
<i>Charadrius collaris</i> Vieillot, 1818	batuíra-de-coleira	R	ART	LC/NA	80	66	122	184	97	70	234	67	122	53	92	43	415	296	26		
<i>Charadrius wilsonia</i> Ord, 1814	batuíra-bicuda	R	ART	LC/VU	5						3	2	2				74	41			



Taxa	Nome vernacular	ST	GT	IUCN/MMA	Pontos amostrais										Áreas controle				
					P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	AC1	AC2	AC3
<i>Phaetusa simplex</i> (Gmelin, 1789)	trinta-réis-grande	R	PIS	LC/NA	29	38	33	39	24	121	83	32	36	109	156	32	89	165	67
<i>Gelochelidon nilotica</i> (Gmelin, 1789)	rinta-réis-de-bico-preto	R	PIS	LC/NA	51	48	47	45	30	78	39	331	44	64	46	39	22	250	14
Rynchopidae Bonaparte, 1838																			
<i>Rynchops niger</i> Linnaeus, 1758	talha-mar	R	PIS	LC/NA		2				4	11	8	5	1	1		6	14	
Columbiformes Latham, 1790																			
Columbidae Leach, 1820																			
<i>Columbina squammata</i> (Lesson, 1831)	fogo-apagou	R	GRA	LC/NA												1			10
<i>Columbina passerina</i> (Linnaeus, 1758)	rolinha-cinzenta	R	GRA	LC/NA															8
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1810)	rolinha	R	GRA	LC/NA															5
<i>Columbina picui</i> (Temminck, 1813)	rolinha-picuí	R	GRA	LC/NA															2
Cuculiformes Wagler, 1830																			
Cuculidae Leach, 1820																			
Crotophaginae Swainson, 1837																			
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	anu-branco	R	INS	LC/NA						8						2			1
<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	anu-preto	R	ONI	LC/NA															11
Strigiformes Wagler, 1830																			
Strigidae Leach, 1820																			
<i>Athene cunicularia</i> (Molina, 1782)	coruja-buraqueira	R	CAR	LC/NA	5	9	7	5	5	17	14	68	24	79	17	75		15	7
Coraciiformes Forbes, 1844																			
Alcedinidae Rafinesque, 1815																			
<i>Megaceryle torquata</i> (Linnaeus, 1766)	martim-pescador-grande	R	PIS	LC/NA						1						1	4	6	8
<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790)	martim-pescador-verde	R	PIS	LC/NA														1	
<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	martim-pescador-pequeno	R	PIS	LC/NA															4
Falconiformes Bonaparte, 1831																			
Falconidae Leach, 1820																			
<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	carcará	R	CAR	LC/NA	19	21	24	19	42	45	51	18	7	37	18	18	34		7

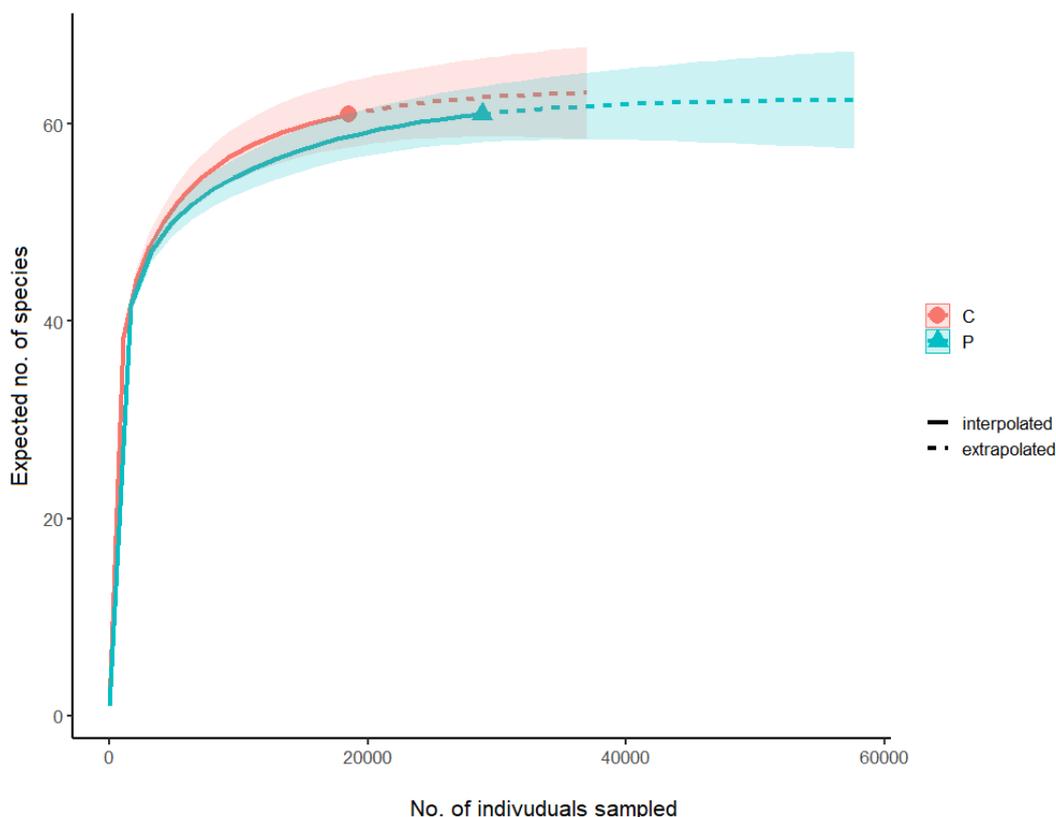


Taxa	Nome vernacular	ST	GT	IUCN/MMA	Pontos amostrais												Áreas controle		
					P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	AC1	AC2	AC3
<i>Anthus lutescens</i> Pucheran, 1855 Icteridae Vigors, 1825	caminheiro-zumbidor	R	INS	LC/NA	11	8	3	2	2	19	7	41	25	26	16	25		6	20
<i>Sturnella supercilialis</i> (Bonaparte, 1850) Thraupidae Cabanis, 1847 Thraupinae Cabanis, 1847	polícia-inglesa-do-sul	R	INS	LC/NA						2									
<i>Paroaria dominicana</i> (Linnaeus, 1758)	cardeal-do-nordeste	R, E	ONI	LC/NA															3
TOTAL = 77 spp./47.322					610	1034	923	1612	1635	8101	4255	1815	1102	4615	2421	702	7796	10305	396

Fonte: os autores, 2022. Legenda: ST: Status: R: Residente, VN: Visitante do Hemisfério Norte, R,E: Residente e endêmico; GT: Guildas Tróficas da avifauna registrada: ART/AQU: artrópodes aquáticos, DET: Detritívoras, INS: Insetívoras, ONI: Onívoras, CAR: Carnívoras, PIS: Piscívoras, GRA: Granívoras, MAL: Malacófaga, INV: invertebrados aquáticos, ART: artrópodes aquáticos, FRU: Frugívoras; P1-P12: Pontos amostrais, AC1 – AC3: Áreas controle; IUCN/MMA: Grau de ameaça das espécies; LC: pouco preocupante, NA: não ameaçado, VU: vulneráveis, NT: quase ameaçada, EN; em perigo, CR: criticamente ameaçado.

A curva de rarefação utilizada para comparar a riqueza de espécies em relação ao número de indivíduos registrados, mostra que não houve diferença de riqueza de aves estimadas entre os pontos internos do complexo eólico e áreas controle (Figuras 2).

Figura 2. Curva de rarefação: interpolação (segmentos de linha sólida) e extrapolação (segmentos de linha pontilhada) com intervalos de confiança de 95% (área sombreada) para riqueza de aves registradas nos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil.



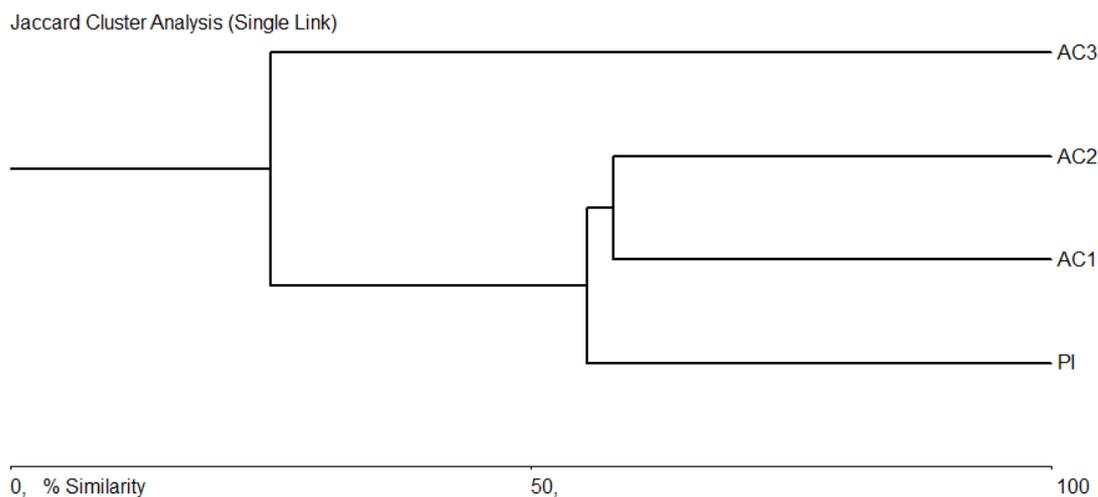
Fonte: os autores (2022). Legenda: C = Áreas controle; P = Pontos internos do complexo eólico.

### Diversidade e Similaridade

De modo geral, os pontos internos do complexo eólico (P1-P12), compostos principalmente por ecossistema de restinga, com lagoas permanentes ou temporárias, obtiveram maior índice de diversidade ( $H' = 2,95$ ), seguidos pela AC2 ( $H' = 2,66$ ), AC1 ( $H' = 2,45$ ) e AC3 ( $H' = 2,34$ ). A equabilidade foi considerada alta, com maiores valores para os pontos internos do complexo ( $J' = 0,72$ ), seguidos AC1 ( $J' = 0,68$ ), AC2 ( $J' = 0,66$ ) e AC3 ( $J' = 0,59$ ). Este resultado foi corroborado pela análise de similaridade de Jaccard (Figura 3), a qual agrupou as áreas controle 1 e 2 ( $J = 57\%$ ), em um conjunto distinto dos pontos amostrais

do complexo eólico e da área controle 3. É provável que tal distinção esteja relacionada à heterogeneidade de ambientes e ao *habitat* matriz em que essas áreas estão inseridas.

Figura 3. Análise de Cluster da composição da avifauna registrada baseado no Índice de Jaccard entre os pontos amostrais internos do complexo eólico e áreas controle dos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil.

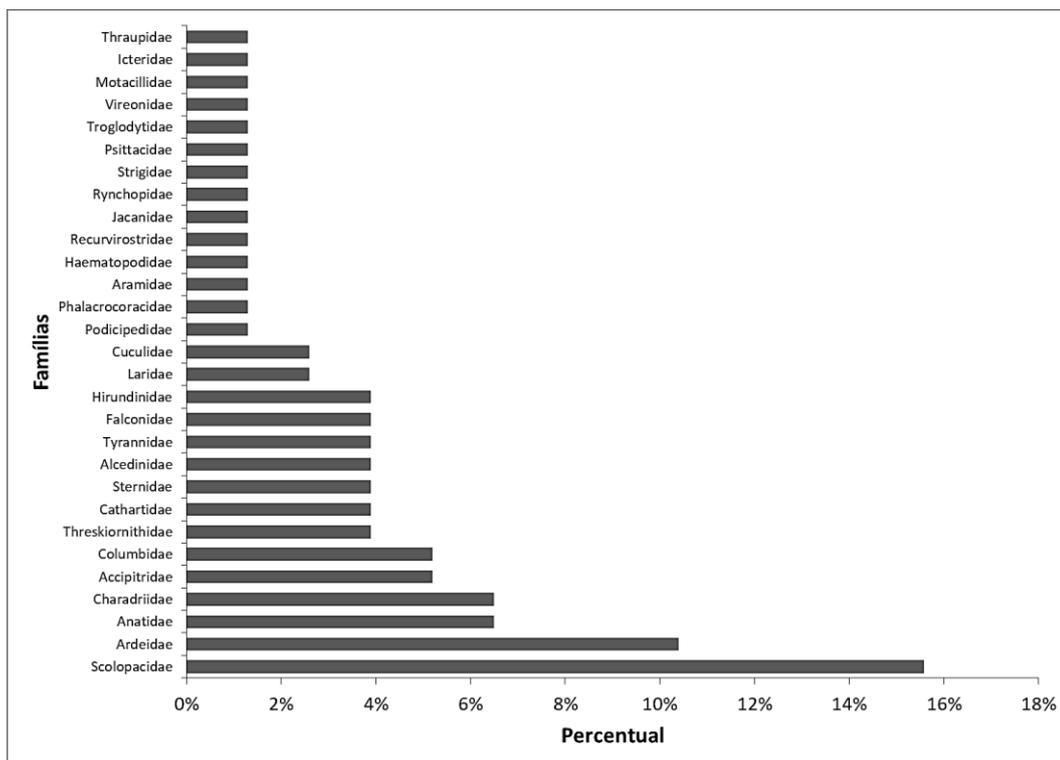


Fonte: os autores (2022). Legenda: PI = Pontos internos do complexo eólico; AC1 – AC3 = Áreas controle.

### Famílias de aves

As famílias de aves com maior número de espécies registradas foram: Scolopacidae (16%), seguida de Ardeidae (11%), Anatidae/Charadriidae (n= 7%, cada), Accipitridae/ Columbidae (5%, cada) e Threskiornithidae/Cathartidae/Sternidae/Alcedinidae/ Tyrannidae/ Falconidae/ Hirundinidae (4%, cada). As demais famílias tiveram um percentual de espécies igual ou menor a 3% (Figura 4).

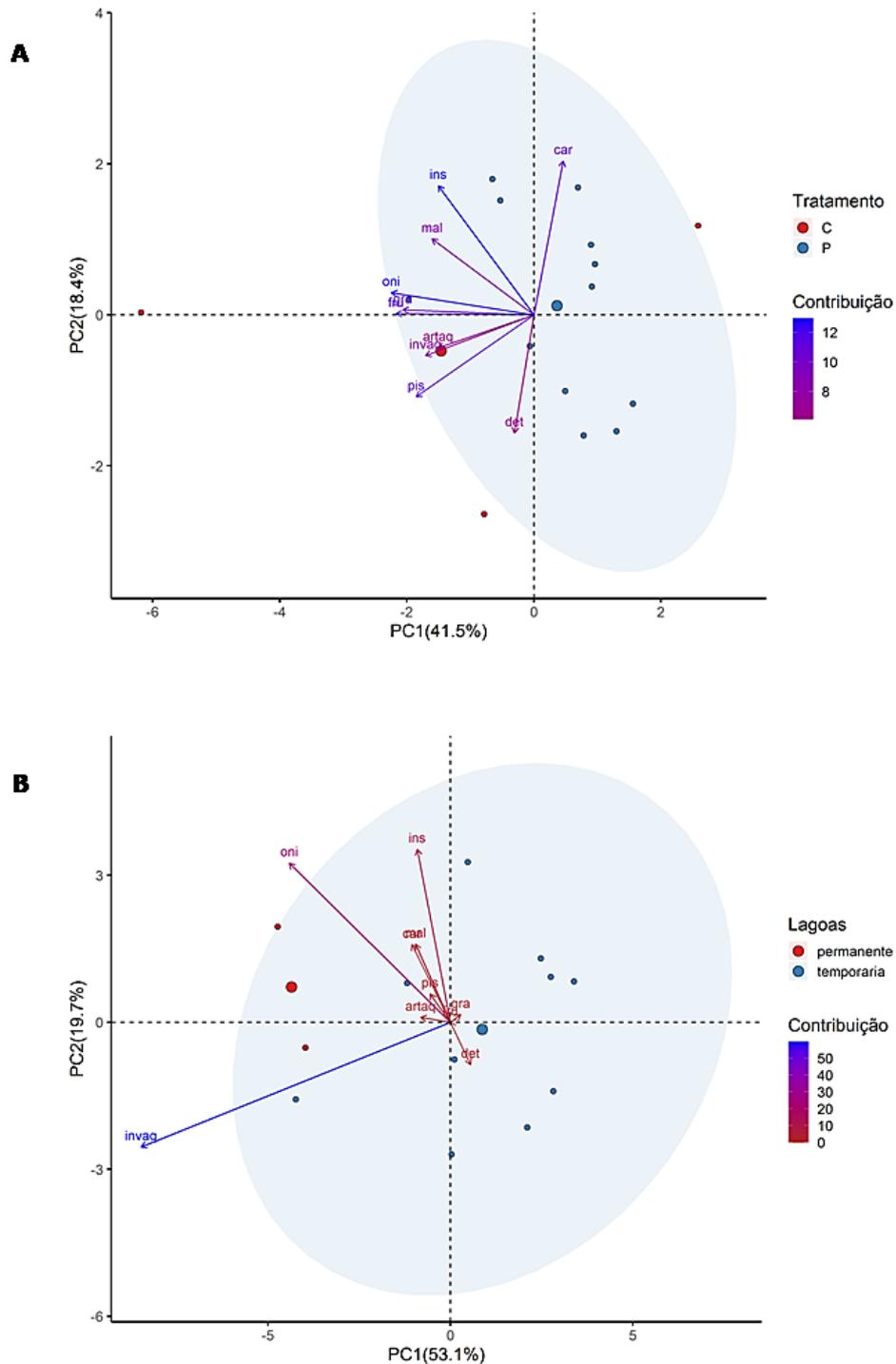
Figura 4. Famílias da avifauna registradas no complexo eólico dos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil.



Fonte: os autores (2022).

A partir da Análise de Componentes Principais (PCA), realizada com os tipos de guildas tróficas, foi possível identificar quais variáveis (categorias tróficas), têm maior correlação com as áreas estudadas. De um modo geral, a maioria das categorias tróficas mostra um mesmo padrão de influência na composição da avifauna, tanto para os pontos internos do complexo, como para áreas controle, exceto carnívoras (car) e detritívoras (det). PC1 e PC2 resumem de maneira adequada a variação dos dados, visto que explicam 60% da variação total (Figura 5A). Para os tipos de lagoas, os padrões de influência não são semelhantes em termos de contribuição. Aves que se alimentam de invertebrados aquáticos (invaq) e onívoros (oni), obtiveram maior relação com lagoas do tipo permanente, ao passo que as insetívoras (ins), com lagoas do tipo temporárias. Essas três categorias tróficas obtiveram participação relevante na formação de PC1 e PC2, explicando 72,8% da variação total (Figura 5B).

Figura 5. Análise de Componentes Principais (PCA) para guilda trófica da avifauna em relação ao Tratamento (pontos amostrais internos e áreas controle) e tipos de lagoas do complexo eólico nos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil.



Fonte: os autores (2022). Legenda. Tratamento: C = Áreas controle; P = Pontos internos do complexo eólico. Guildas Tróficas da avifauna registrada: art/aqu: artrópodes aquáticos, det: Detritívoras, ins: Insetívoras, oni: Onívoras, car: Carnívoras, pis: Piscívoras, gra: Granívoras, malac: Malacófaga, invag: Invertebrados aquáticos, fru: Frugívoras.

## DISCUSSÃO

A avifauna registrada durante o monitoramento representa 64% das espécies de aves ocorrentes no (PNLM) (CASTRO; PIORSKI, 2002; SOARES; RODRIGUES, 2009). Os pontos amostrais internos do parque que apresentam maior riqueza da avifauna possuem maior disponibilidade de alimento, com lagoas de médio e grande porte. As Áreas Controle (AC1 e AC2) são regiões de estuário, na foz dos rios Novo e Preguiça, respectivamente, apresentando extensas áreas de zona intermaré. Para Miranda, Costa e Rocha (2012), esse tipo de ambiente é altamente dinâmico, com mudanças constantes em resposta às forças naturais e estão em área de transição entre os oceanos e os rios. Abrigam, devido suas características físico-químicas e biológicas, os ecossistemas de manguezal, de grande importância ecológica. Funcionam como ponte de conexão entre espécies destes ecossistemas aquáticos, possibilitando uma série de serviços ecológicos, como alimentação e reprodução de espécies (SOARES, 2008; ICMBIO, 2018).

Assim como no presente estudo, espécies residentes foram maioria em outros trabalhos com parques eólicos no Brasil. Especificamente no Piauí, Guzzi *et al.* (2015) caracterizaram a composição e dinâmica da avifauna de parques eólicos na APA Delta do rio Parnaíba e registraram 67 espécies, sendo a maioria composta por espécies residentes, com contundente demarcação territorial; Pereira *et al.* (2019) identificaram também na APA do Delta, 102 espécies de aves em parques eólicos, sendo 90% dos registros de espécies residentes e Falavigna *et al.* (2020), analisaram relatórios de estudos ambientais de 11 empreendimentos no estado do Rio Grande do Sul e compilaram a partir destes, 315 espécies de aves, que representam 45% do total das registradas para o estado, sendo 87% de espécies residentes e 13% de migratórias.

O registro de aves migratórias neárticas coincide com o período de chegada e permanência das espécies migratórias em território brasileiro, o que é corroborado por Rodrigues *et al.* (2015) que afirmam que a região Norte do Brasil é considerada porta de entrada de diversas aves migratórias, sendo o litoral do estado do Maranhão um importante ponto de invernada, onde as espécies se alimentam e realizam muda de penas (SILVA,; RODRIGUES, 2015; ICMBIO, 2018b). Geralmente, estas aves chegam aos locais de invernada no final de agosto a setembro, permanecendo até abril, quando retornam novamente às áreas de reprodução (CABRAL; AZEVEDO-JUNIOR; LARRAZÁBAL, 2006; RODRIGUES *et al.*, 2015; SOMENZARI *et al.*, 2018).

*C. semipalmatus*, *Numenius hudsonicus* Latham, 1790 e *T. flavipes* tiveram registros nas catorze campanhas amostrais do complexo eólico, o que mostra a fidelidade dessas

espécies à área de estudo, que possivelmente é um sítio de invernada de acordo com CEMAVE (2020). Ressalta-se que, a população de aves migratórias vem sofrendo rápido declínio nos últimos anos decorrente dos impactos provocados em suas áreas de invernada (CLARK, 2015; SOUSA; RODRIGUES, 2015). Contudo, a perda de um sítio pode acarretar a diminuição e até mesmo a extinção local de alguma espécie, por isso, a identificação dos locais de alimentação, repouso e reprodução, aliado a trabalhos de monitoramento de longo prazo de populações de aves migratórias são fundamentais para conservação das mesmas (BAI *et al.*, 2021).

O Índice de Shannon normalmente apresenta valores entre 1,5 a 3,5 em regiões Tropicais, e é considerado alto quando representado por esse padrão. A equabilidade varia entre 0 e 1, e é considerada alta quando maior que 0,5. Baixos valores significa que existe a dominância de uma ou mais espécies na comunidade estudada, enquanto os altos valores indicam distribuição uniforme entre as espécies na amostra (MARTINS, 1999; SANTOS, 1999; CABRAL; AZEVEDO-JUNIOR; LARRAZÁBAL, 2006).

A maior similaridade entre as áreas estudadas sugere a existência de um ambiente com singularidades que atraem as espécies de aves, como por exemplo, a presença de estuários, ecossistemas de mangue e o tipo de alimento disponível no local, como também referenciado por Sick (1997) e Pereira *et al.* (2019). Por se tratar de um ambiente estuarino, as áreas controle abrigam um grande número de aves limícolas migratórias, fato corroborado por Putra, Perwitasari-Farajallah e Mulyani (2017). Nestes locais, os *habitats* lamosos proporcionam maior fonte de alimento, podendo se observar elevado número de espécies de aves forrageando (SILVA; RODRIGUES, 2015).

É importante salientar que as áreas sofrem influência de marés e não alteram a fisionomia do *habitat* nas diferentes épocas do ano, proporcionando às aves disponibilidade de alimento durante todo o ciclo sazonal. Essa característica diminui a necessidade das espécies de se deslocarem para outras fisionomias em busca de alimento, como observado por outros autores (CABRERA-CRUZ *et al.*, 2020; PALACÍN *et al.*, 2017). Entre as espécies que são geralmente encontradas nesses ambientes, é válido destacar as que tiveram maior ocorrência no presente estudo: *Pluvialis squatarola* (Linnaeus, 1758), *C. semipalmatus*, *L. griseus*, *N. hudsonicus*, *Calidris alba* (Pallas, 1764), *C. pusilla*, *T. flavipes*, *Tringa melanoleuca* (Gmelin, 1789), *Arenaria interpres* (Linnaeus, 1758) e *C. canutus*, que de acordo com Stotz *et al.* (1996), Sick (1997) e Somenzari *et al.* (2018), são aves comuns em áreas litorâneas e de estuário.

Em outros trabalhos com ambientes similares ao do presente estudo, envolvendo principalmente o litoral dos estados do Piauí e Maranhão, foi possível constatar também a presença de Scolopacidae, como a mais representativa em número de espécies (CARVALHO; RODRIGUES, 2011; GUZZI *et al.*, 2012). Ressalta-se ainda, que no entorno do complexo eólico do PLM há uma extensa área de mangue, o que favorece a presença de aves limícolas e aquáticas, que geralmente utilizam estes ecossistemas para descanso, pernoite e nidificação (RODRIGUES, *et al.*, 2019; SOARES; RODRIGUES, 2009). Portanto, o fato de o local de estudo estar localizado em uma área que sofre influência de marés, aliado às diversas lagoas e a proximidade de manguezais, podendo também ser encontrados locais com predominância de lamaçais, favorece a maior riqueza das famílias de aves registradas no presente estudo.

A contribuição de aves insetívoras observados na PCA segue um padrão na região Neotropical (SICK, 1997; ALMEIDA; COUTO; ALMEIDA, 2003), sendo, estas, importantes componentes para ecossistemas florestais, (MARIANO, 2020). Essas aves são consideradas susceptíveis às mudanças ambientais bruscas, podendo se deslocar para outras áreas à procura de insetos quando estes se tornam escassos (ŞEKERCIOĞLU *et al.*, 2002). Espécies insetívoras possuem disponibilidade de alimento o ano todo, pois os insetos não constituem um recurso limitante para essa categoria, enquanto onívoras utilizam táticas alimentares variadas, possibilitando-lhes a utilização do recurso alimentar de acordo com as condições oferecidas (MARIANO *et al.*, 2020; RODRIGUES *et al.*, 2018).

No que se refere às espécies onívoras, é notório uma estabilidade de percentual durante as campanhas amostrais individuais. De fato, tais espécies não requerem sítios específicos de forrageamento (MOTTA-JUNIOR, 1990), sendo uma das categorias tróficas mais comum na maioria das fitofisionomias amostradas. A onivoria é uma categoria trófica comum e oportunista em áreas abertas, como ocorre nos parques eólicos e sob influência antrópica, ademais, representa um efeito tampão contra flutuações no suprimento de alimentos (SOUZA *et al.*, 2014).

As aves que se alimentam de invertebrados aquáticos (invaq), predominantes na maioria das campanhas amostrais, também foram importantes na formação dos principais eixos da PCA. Essas espécies pertencem no geral, às famílias Scolopacidae e Charadriidae, compostas principalmente por aves limícolas habitantes de áreas úmidas e migrantes Neárticas. Espécies dessas famílias podem ser encontradas em grande número forrageando em *habitats* entre-marés (SILVA; RODRIGUES, 2015; MUSHER *et al.*, 2016;), ou em lagoas temporárias e/ou áreas alagadas que secam ao término do período úmido (GUZZI; GOMES *et al.*, 2015; GUZZI; TAVARES *et al.*, 2015; PEREIRA *et al.*, 2019).

Esse padrão encontrado nas amostragens pode ser comparado ao registrado na costa amazônica brasileira, onde a maior diversidade de aves limícolas em forrageio foi observada no *habitat* areno-lamoso, provavelmente pela presença do banco de moluscos e da zona de caranguejos-uçá, os quais contribuíram para a existência de maior diversidade de presas. Já as menores densidades de aves limícolas foram observadas em *habitat* arenoso, onde há maior impacto hidrodinâmico e, como consequência, maior remoção de sedimento e menor fixação de invertebrados bentônicos, atraindo baixo número de aves. Posto isso, a proteção de habitats para aves limícolas requer planejamento em escala de paisagem, pois estas aves preferem um complexo de habitats integrados e próximos, tais como praias, habitats lamosos, areno-lamosos, arenosos e manguezais (SILVA; RODRIGUES, 2015).

## CONCLUSÃO

Apesar da descaracterização do ambiente natural para a instalação de um complexo eólico na região dos Pequenos Lençóis Maranhenses, uma rica avifauna ainda pode ser observada na área de estudo. Não houve diferença de riqueza de aves estimadas entre os pontos internos do complexo eólico e áreas controle. O maior número de espécies (formado principalmente por aves aquáticas e limícolas) foi registrado nos pontos internos do complexo eólico e áreas controle com presença de estuários. *C. pusilla*, *C. canutus*, *C. wilsonia* e *L. griseus* estão presentes nas listas de espécies ameaçadas de extinção, sendo que as duas primeiras estão ameaçadas tanto nacionalmente, como globalmente. Além disso, a área do complexo eólico é um importante refúgio para espécies migratórias e composta principalmente por aves que se alimentam de invertebrados aquáticos, onívoras e insetívoras. Pode-se concluir que até o momento o parque eólico não afetou a avifauna significativamente. Contudo, necessita-se de um monitoramento contínuo.

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. **Paleoclimas**, v. 3, n. 1, p. 1–18, 1977.
- ABEEÓLICA. Associação brasileira de energia eólica. **Boletim Anual de Geração Eólica - 2020**. Disponível em <https://abeeolica.org.br/energia-eolica/dados-abeeolica/>. Acesso em: 29 abr. 2022.
- ALEIXO, A.; VIELLIARD, J. M. E. Composição e dinâmica da avifauna da mata de Santa Genebra, Campinas, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12, n. 3, p. 493–511, 1995.
- ALMEIDA, A.; COUTO, H. T. Z.; ALMEIDA, Á. F. Diversidade alfa de aves em habitats secundários da Pré- Amazônia. **Ararajuba**, v. 12, n. 1, p. 11–20, 2004.
- ALMEIDA, A. Diversidade beta de aves em habitats secundários da Pré-Amazônia maranhense e interação com modelos nulos. **Ararajuba**, v. 11, n. 2, p. 157–171, 2003.
- ALTEFF, E. F. *et al.* Avifauna do município de Arari , região da Baixada Maranhense , norte do Maranhão , leste da Amazônia brasileira. **Atualidades Ornitológicas**, v. 208, n. 1, p. 53–71, 2019.
- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2014.
- ASCHWANDEN, J. *et al.* Bird collisions at wind turbines in a mountainous area related to bird movement intensities measured by radar. **Biological Conservation**, v. 220, n. 6, p. 228–236, 2018.
- BAI, M. L. *et al.* Response of waterbird abundance and flight behavior to a coastal wind farm on the East Asian-Australasian Flyway. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 193, n. 4, p. 1–11, 2021.
- BARRIENTOS, R. *et al.* A review of searcher efficiency and carcass persistence in infrastructure-driven mortality assessment studies. **Biological Conservation**, v. 222, n. 1, p. 146–153, 2018.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. Porto Alegre: Artmed, 2007. 740 p.
- BIBBY, C. J.; BURGESS, N. D.; HILL, D. A. **Birds census techniques**. London: Academic Press, 1992. 257 p.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanco energético nacional 2021**. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br>. Acesso em: 29 abr. 2022.
- CABRAL, S. A. S.; AZEVEDO-JUNIOR, S. M.; LARRAZÁBAL, M. E. Abundância sazonal de aves migratórias na Área de Proteção Ambiental de Piaçabuçu, Alagoas, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 3, p. 865–869, 2006.
- CARVALHO, D. L. de; RODRIGUES, A. A. F. Spatial and temporal distribution of migrant

shorebirds (Charadriiformes) on Caranguejos Island in the Gulf of Maranhão, Brazil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 19, n. 4, p. 486-492, 2011.

CASTRO, A. C. L.; PIORSKI, N. M. **Plano de Manejo do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, 2002**. Disponível em:

<https://www.icmbio.gov.br/parnalencoismaranhenses/planos-de-manejo.html>. Acesso em: 7 ago. 2020.

CEMAVE. Centro nacional de pesquisa e conservação de aves silvestres. **Relatório anual de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil, 2020**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br>. Acesso em: 15 jan. 2020.

COLWELL, R. K. **EstimateS**: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Disponível em: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>. Acesso em: 10 jan. 2020.

FALAVIGNA, T. J. *et al.* Changes in bird species composition after a wind farm installation: A case study in South America. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 83, n. 1, p. 1–7, 2020.

FARFÁN, M. A. *et al.* Testing for errors in estimating bird mortality rates at wind farms and power lines. **Bird Conservation International**, v. 27, n. 3, p. 431–439, 2017a.

FARFÁN, M. A. *et al.* Differential recovery of habitat use by birds after wind farm installation: A multi-year comparison. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 64, n. 1, p. 8–15, 2017b.

FERREIRA, E. S. Novo registro do políglota-inglesa-do-sul, *Sturnella superciliaris* (Bonaparte, 1850), para o estado do Maranhão, Brasil. **Atualidades Ornitológicas**, v. 179, n. 1, p. 25–25, 2014.

GUZZI, A. *et al.* Avifauna da APA (Área de Proteção Ambiental) Delta do Parnaíba. In: MAGALHÃES, W. M. S. *et al.* (org.). **Guia da biodiversidade do Delta do Parnaíba**. Teresina, PI: Edufpi, p. 13–65, 2015.

GUZZI, A. *et al.* Composição e dinâmica da avifauna da usina eólica da praia da Pedra do Sal, Delta do Parnaíba, Piauí, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 105, n. 2, p. 164–173, 2015.

GUZZI, A. *et al.* Diversidade de aves do Delta do Parnaíba, litoral piauiense. In: GUZZI, A. (org.). **Biodiversidade do Delta do Parnaíba, litoral piauiense**. Teresina, PI: Edufpi, p. 291–327, 2012.

HASS, A.; BARRETO, L.; PAULA, W. S. Caracterização da avifauna da região de Balsas. In: BARRETO, L. (org.). **Cerrado Norte do Brasil**. Pelotas: USEB, 2007. p. 231-260.

HEUCK, C. *et al.* Wind turbines in high quality habitat cause disproportionate increases in collision mortality of the white-tailed eagle. **Biological Conservation**, v. 236, n. 1, p. 44–51, 2019.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de conservação da biodiversidade. **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018a.

Disponível em:

[http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/manguezais/atlas\\_dos\\_manguezais\\_do\\_brasil.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/manguezais/atlas_dos_manguezais_do_brasil.pdf).

ICMBIO. Instituto chico mendes de conservação da biodiversidade. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume III - Aves. In: instituto chico mendes de conservação da biodiversidade (Org.). **Livro Vermelho da Fauna Bras. Ameaçada Extinção**. 1. ed. Brasília, DF: ICMBio/MMA, p. 1-709, 2018b. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-de-especies.html>.

ICMBIO. Instituto chico mendes de conservação da biodiversidade. **Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, 2020**. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/parnalencoismaranhenses/planos-de-manejo.html>. Acesso em: 30 abr. 2020.

IUCN. união internacional para conservação da natureza. **The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-1**. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 27 jun. 2021.

LIMA, D. M. *et al.* An avifaunal inventory and conservation prospects for the Gurupi Biological Reserve, Maranhão, Brazil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 22, n. 4, p. 317–340, 2014.

MARIANO, E. D. F.; MARTINS, L. R. A. Riqueza de espécies de aves no Parque Estadual do Pico do Jabre, Paraíba. **Acta Brasiliensis**, v. 1, n. 3, p. 42, 2017.

MARIANO, E. F. *et al.* Bird assembly in reforested restinga areas. **Acta Brasiliensis**, v. 4, n. 2, p. 91–98, 2020.

MARTINS, F. R.; SANTOS, F. D. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. **Revista Holos**, v. 1, n. 1, p. 236–267, 1999.

MCCLOSKEY, M. A.; MOSHER, C. L.; HENDERSON, E. R. Wind energy conversion by plant-inspired designs. **PLoS ONE**, v. 12, n. 3, p. 1–15, 2017.

MENDES, D.; SOUZA, A. E. B. A. Avifauna de uma área de Caatinga arbórea e ambientes associados no sertão paraibano, Brasil. **Ornithologia**, v. 9, n. 2, p. 80–97, 2016.

MINNS, J. *et al.* **Aves do Brasil, vozes e fotografias**. 1. ed. Vinhedo: Avis Brasilis Editora, 2010.

MIRANDA, J. P.; COSTA, J. C. L.; ROCHA, C. F. D. Reptiles from Lençóis Maranhenses National Park, Maranhão, Northeastern Brazil. **ZooKeys**, v. 246, p. 51–68, 2012.

MOTTA-JUNIOR, J. C. Estrutura trófica e composição das avifaunas de três habitats terrestres na região central do estado de São Paulo. **Ararajuba**, v. 1, n. 1, p. 65–71, 1990.

MUSHER, L. J. *et al.* Curlew Sandpipers *Calidris ferruginea* in the western atlantic: the first, second, and third Brazilian records from Ceará and maranhão. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 24, n. 1, p. 62–67, 2016.

OLMOS, F.; BRITO, G. R. R. Aves da região da Barragem de Boa Esperança, médio rio

- Parnaíba, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 15, n. 1, p. 37–52, 2007.
- OREN, D. C. Aves do Estado do Maranhão. **Goeldiana Zoologia**, v. 9, p. 1–55, 1991.
- R CORE DEVELOPMENT TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, 2011.
- OREN, D. C.; ROMA, J. C. Composição e vulnerabilidade da avifauna da Amazônia maranhense, Brasil. In: MARTINS, M. .; OLIVEIRA, T. G. (Org.). **Amazônia Maranhense: Diversidade e Conservação**. Belém: MPEG, p. 220–247, 2011.
- PACHECO, J. F. As aves da Caatinga: uma análise histórica do conhecimento. In: SILVA, J. M. C. *et al.* (Org.). **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 189–250.
- PACHECO, J. F. *et al.* Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee – Second Edition. **Ornithology Research**, v. 1, n. 29, p. 94-105, 2021.
- PEREIRA, O. A. *et al.* Diversidade de aves em parques eólicos na apa Delta do Parnaíba, Nordeste, Brasil. **Gaia Scientia**, v. 13, n. 4, p. 109–129, 2019.
- PUTRA, C. A.; PERWITASARI-FARAJALLAH, D.; MULYANI, Y. A. Habitat use of migratory shorebirds on the coastline of Deli Serdang Regency, North Sumatra Province. **HAYATI Journal of Biosciences**, v. 24, n. 1, p. 16–21, 2017.
- RIDGELY, R. S.; TUDOR, G. **The birds of South America**. Oxford: University Press, 1994. 940 p.
- RODRIGUES, A. A. F. *et al.* Spring migration of semipalmated sandpiper *Calidris pusilla* in the Amazonian coast of Brazil. **Ornithologia**, v. 8, n. 1, p. 11–16, 2015.
- RODRIGUES, A. G. *et al.* Bird diversity in an urban ecosystem: the role of local habitats in understanding the effects of urbanization. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 108, n. 0, p. 1-11, 2018.
- RODRIGUES, M. L. *et al.* Vascular flora of Lençóis Maranhenses National Park, Maranhão state, Brazil: checklist, floristic affinities and phytophysognomies of restingas in the municipality of Barreirinhas. **Acta Botanica Brasilica**, v. 33, n. 3, p. 498–516, 2019.
- SANTOS, M. P.; CERQUEIRA, P. V.; SOARES, L. M. dos S. Avifauna em seis localidades no Centro-Sul do Estado do Maranhão, Brasil. **Ornithologia**, v. 4, n. 1, p. 49–65, 2010.
- ŞEKERCIOĞLU, Ç. H. *et al.* Disappearance of insectivorous birds from tropical forest fragments. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 99, n. 1, p. 263–267, 2002.
- SICK, H. **Ornitologia brasileira**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. 862 p.
- SICK, H. **Ornitologia brasileira**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2001. 964 p.
- SIGRIST, T. **Avifauna brasileira: The avis brasilis field guide to the birds of Brazil**. São Paulo, Brazil: Editora Avis Brasilis, 2009. 305 p.

SILVA, J. M. C. *et al.* Aves da Caatinga: status, uso do habitat e sensibilidade. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Org.). **Ecol. e Conserv. da Caatinga**. Recife, PE: Edufpe, 2003. p. 237–273.

SILVA, L. de M. R.; RODRIGUES, A. A. F. Densidade e distribuição espacial de aves limícolas em habitats de forrageio na costa amazônica brasileira. **Ornithologia**, v. 8, n. 1, p. 17–21, 2015.

SILVA, L. M. R. **Uso de habitats entre marés por aves limícolas para forrageio e descanso no canal da raposa, Maranhão, Costa Norte Brasileira**. 2007. 87 f. UFMA, São Luís, 2007. 87 p.

SOARES, R. K. P.; RODRIGUES, A. A. F. Distribuição espacial e temporal da avifauna aquática no Lago de Santo Amaro, Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Ornithologia**, v. 17, n. 3–4, p. 173–182, 2009.

SOMENZARI, M. *et al.* An overview of migratory birds in Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 58, n. 1, p. 1–66, 2018.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods**. London: Chapman and Holl, 1968. 386 p.

SOUZA, F. V. *et al.* Composição, riqueza e abundância da avifauna associada a três áreas úmidas no perímetro urbano de Várzea Grande, Mato Grosso. **Atualidades Ornitológicas**, v. 179, n. 1, p. 46–52, 2014.

STOTZ, D. F. *et al.* **Neotropical birds: ecology and conservation**. 1. ed. Chigago: university of chicago press, 1996. 478 p.

VASCONCELOS, M. F. First record of the Variable Seedeater (*Sporophila americana*) for the state of Maranhão, Brazil. **Ararajuba**, v. 12, n. 2, p. 145–145, 2004.

VIELLIARD, J. M. E.; SILVA, W. R. Nova metodologia de levantamento quantitativo da avifauna e primeiros resultados no interior do Estado de São Paulo, Brasil. In: AZEVEDO, S. M. J. (org.). **Anais. IV Encontro Nac. Anilhadores Aves**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 1990. p. 51–171.

WILLIS, E. O. The composition of avian communities in remanescent woodlots in Southern Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 33, p. 1–25, 1979.

R CORE DEVELOPMENT TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. . Vienna, Austria, 2011

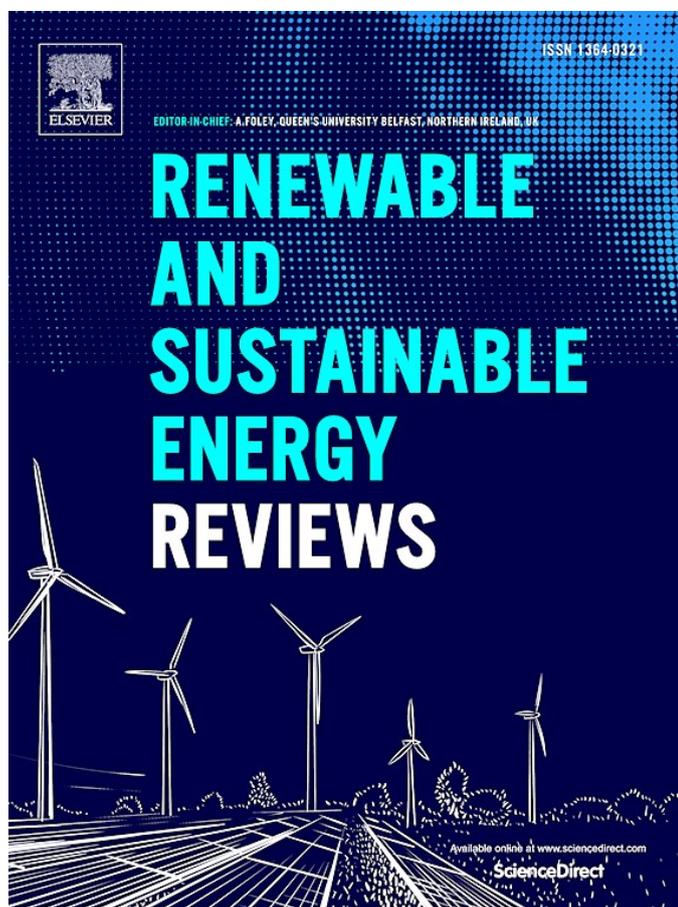
**4 ARTIGO 2: AVALIANDO O RISCO DE COLISÃO DE AVES EM PARQUES EÓLICOS NOS PEQUENOS LENÇÓIS MARANHENSES, NORDESTE, BRASIL**

**Artigo a ser submetido**

**Periódico: Renewable and Sustainable Energy Reviews**

**ISSN: 1364-0321**

**Qualis A2**



## Avaliando o risco de colisão de aves em parques eólicos nos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil

Francisco das Chagas Vieira Santos<sup>1</sup>, Roseli Farias Melo de Barros<sup>2</sup> e Anderson Guzzi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil. E-mail: [fcovieira2@hotmail.com](mailto:fcovieira2@hotmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil. E-mail: [rbarros@ufpi.edu.br](mailto:rbarros@ufpi.edu.br)

<sup>3</sup> Universidade Federal do Delta do Parnaíba, Parnaíba, Brasil. E-mail: [guzzi@ufpi.edu.br](mailto:guzzi@ufpi.edu.br)

### RESUMO

A produção de energia eólica tem crescido em escala mundial, tendo um significativo aumento no número de empreendimentos. Contudo, espécies de aves que residem ou migram em áreas com parques eólicos podem colidir com os aerogeradores. O presente estudo teve como objetivo avaliar o risco de colisão das espécies de aves com aerogeradores nos Pequenos Lençóis Maranhenses (Nordeste do Brasil), de forma que grupos focais possam ser identificados. No intuito de identificar a riqueza de aves no complexo eólico, aliado as espécies que possuem ter maior vulnerabilidade à colisão, foram realizadas 14 amostragens trimestrais, entre agosto de 2017 a dezembro de 2020, num total de 350 horas de observação. O registro da avifauna ocorreu por meio de 12 pontos de escuta (P1-P12) e três áreas controle (AC1-AC3). Aplicaram-se critérios quanto ao risco de colisão para cada espécie registrada e estabelecidos valores binários, zero (0) ou um (1), para as variáveis estudadas. Desta forma, as aves registradas receberam um escore com base no somatório dos pontos. Foram registrados 41.749 contatos com indivíduos pertencentes a 77 espécies de aves, distribuídas 15 ordens e 29 famílias. O maior número de espécies foi registrado em AC2 (n = 54), seguido de P6 (n = 45), P7 (n = 37) e AC1 (n = 36). Do total, quatro espécies figuram em listagens como ameaçadas de extinção: *Charadrius wilsonia* Ord, 1814, *Calidris canutus* (Linnaeus, 1758), *Calidris pusilla* (Linnaeus, 1766) e *Limnodromus griseus* (Gmelin, 1789). Das espécies registradas, 44% estão na categoria de alto risco de colisão com aerogeradores (score 5-6), seguidas por 40% com médio risco (score 3-4), 13% com baixo risco (score 1-2) e 3% que não apresentaram algum tipo de risco (score = 0). O complexo eólico, localizado nos Pequenos Lençóis Maranhenses, apresenta diversidade da avifauna semelhante a estudos anteriores na região. A estimativa de densidade de abundância apontou pontos estratégicos para a aplicação de medidas mitigadoras futuras. Quanto aos critérios de risco à colisão, percebeu-se que a maioria das espécies mais vulneráveis, pertence às famílias Scolopacidae, Anatidae, Ardeidae, Accipitridae, Cathartidae e Falconidae. Nesse sentido, as populações identificadas com maior vulnerabilidade devem ser foco de futuros estudos de monitoramento na área de implantação do complexo eólico.

**Palavras-chave:** Aerogeradores; Avifauna; Colisão; Energia renovável, Maranhão.

## ABSTRACT

The production of wind energy has grown worldwide, with a significant increase in the number of enterprises. However, bird species that reside or migrate in areas with wind farms can collide with wind turbines. The present study aimed to evaluate the risk of collision of bird species with aerogenerators in Pequenos Lençóis Maranhenses, so that focus groups can be identified. In order to identify the richness of birds in the wind farm, together with the species that are more vulnerable to collision, 14 quarterly samplings were carried out, between August 2017 and December 2020, for a total of 350 hours of observation. Birds were recorded at 12 listening points (P1-P12) and three control areas (AC1-AC3). Criteria were applied regarding the risk of collision for each registered species and binary values, zero (0) or one (1), were established for the variables studied. In this way, the registered birds received a score based on the sum of the points. 41,749 contacts were recorded with individuals belonging to 77 species of birds, distributed in 15 orders and 29 families. The largest number of species was recorded in AC2 (n = 54), followed by P6 (n = 45), P7 (n = 37) and AC1 (n = 36). Of the total, four species are listed as threatened with extinction: *Charadrius wilsonia* Ord, 1814, *Calidris canutus* (Linnaeus, 1758), *Calidris pusilla* (Linnaeus, 1766) and *Limnodromus griseus* (Gmelin, 1789). Of the species recorded, 44% are in the category of high risk of collision with wind turbines (score 5-6), followed by 40% with medium risk (score 3-4), 13% with low risk (score 1-2) and 3 % who did not present any type of risk (score = 0). The wind farm, located in Pequenos Lençóis Maranhenses, presents avifauna diversity similar to previous studies in the region. The abundance density estimate pointed out strategic points for the application of future mitigating measures. As for the risk criteria for collision, it was noticed that most of the most vulnerable species belong to the families Scolopacidae, Anatidae, Ardeidae, Accipitridae, Cathartidae and Falconidae. In this sense, the populations identified with greater vulnerability should be the focus of future monitoring studies in the area of implantation of the wind farm.

**Keywords:** wind farms; Avifauna; Collision; Renewable energy, Maranhao.

## INTRODUÇÃO

A produção de energia eólica tem crescido positivamente em escala mundial, o que está levando, conseqüentemente, a um aumento no número de empreendimentos. Todavia, mesmo que haja benefícios na geração de energia eólica, como a redução das emissões de gases de efeito estufa (PANWAR; KAUSHIK; KOTHARI, 2011), os parques eólicos podem gerar impactos negativos sobre a fauna, podendo causar principalmente, mortalidade na avifauna (MAY *et al.*, 2015; MATZNER; WARFEL; HULL, 2020). Devido à meta de redução de gases de efeito estufa, essa tendência crescente provavelmente continuará nos próximos anos, uma vez que a energia eólica é renovável e neutra em CO<sub>2</sub>, e considerada pouco prejudicial ao meio ambiente (ASCHWANDEN *et al.*, 2018). Contudo, espécies de aves que residem ou migram para áreas com parques eólicos podem sofrer maior risco de colisão com os aerogeradores e com as linhas de transmissão de energia; perturbação na migração; perda do

*habitat* de reprodução e alimentação e alteração dos padrões de movimentação (MARQUES *et al.*, 2014; HEUCK *et al.*, 2019).

Geralmente, as espécies que correm maior risco de colisão com turbinas eólicas são aves de rapina e de grande porte (acima de 250 g) e aquelas que são dependentes de correntes de ar na maioria de seus voos de longa distância (BENNUN *et al.*, 2021). Estas espécies podem não ter manobrabilidade de voo o suficiente para mudar sua trajetória rapidamente, além disso, possui campo de visão frontal restrito, não podendo detectar as hélices dos aerogeradores (MARQUES *et al.*, 2014). No entanto, parques eólicos também podem causar impactos negativos em aves de pequeno porte (menos de 250 g), acelerando o declínio principalmente de espécies ameaçadas de extinção (GÓMEZ-CATASÚS; GARZA; TRABA, 2018). Os impactos que os empreendimentos eólicos podem causar sobre a avifauna têm sido discutidos e são de atenção global, assim como a avaliação de medidas de mitigação (MARQUES *et al.*, 2014; BARRIENTOS *et al.*, 2018).

O risco de colisão está relacionado a diversos fatores como, por exemplo, a altura e disposição dos aerogeradores (THELANDER; SMALWOOD; RUGGE, 2003; LUCAS *et al.*, 2012), a velocidade do voo (ORLOFF; FLANERRY, 1992), o tamanho corporal das espécies (BARRIOS; RODRIGUEZ, 2004), a abundância das espécies (DREWITT; LANGSTON, 2008) e a morfologia das asas (WANG; CLARKE, 2015). Vale mencionar que espécies de aves migratórias também são citadas frequentemente como vulneráveis a colisões com aerogeradores (DESHOLM, 2009; WELCKER *et al.*, 2017). Outros Trabalhos sugerem altas taxas de colisão (BARRIOS; RODRIGUEZ, 2004; SMALLWOOD; THELANDER, 2008; PEARCE-HIGGINS; GREEN, 2014). Na Inglaterra e costa da Dinamarca, aves migratórias alteraram suas rotas, evitando parques eólicos recém-construídos (DESHOLM; KAHLERT, 2005; PLONCZKIER; SIMMS, 2012). Por outro lado, ninhos de *Tyrannus forficatus* (Gmelin, 1789) próximos às turbinas em um parque eólico do Texas, tiveram maiores taxas de sobrevivência, possivelmente devido à redução da atividade de aves de rapina, um predador de ninho, em torno das turbinas eólicas (RUBENSTAHL, 2012).

Considerando o potencial de aumento da fragmentação de *habitat* e a redução da riqueza de espécies de aves em decorrência da instalação de parques eólicos nos Pequenos Lençóis Maranhenses PLM, como conciliar a necessária geração de energia elétrica com a conservação da biodiversidade de aves? Espécies de aves que residem ou migram em regiões com parques eólicos podem sofrer risco de colisão com os aerogeradores, principalmente as de grande porte, de comportamento gregário, que possuem hábitos noturnos ou que voam nas primeiras e últimas horas do dia. O presente estudo teve como objetivo avaliar o risco de

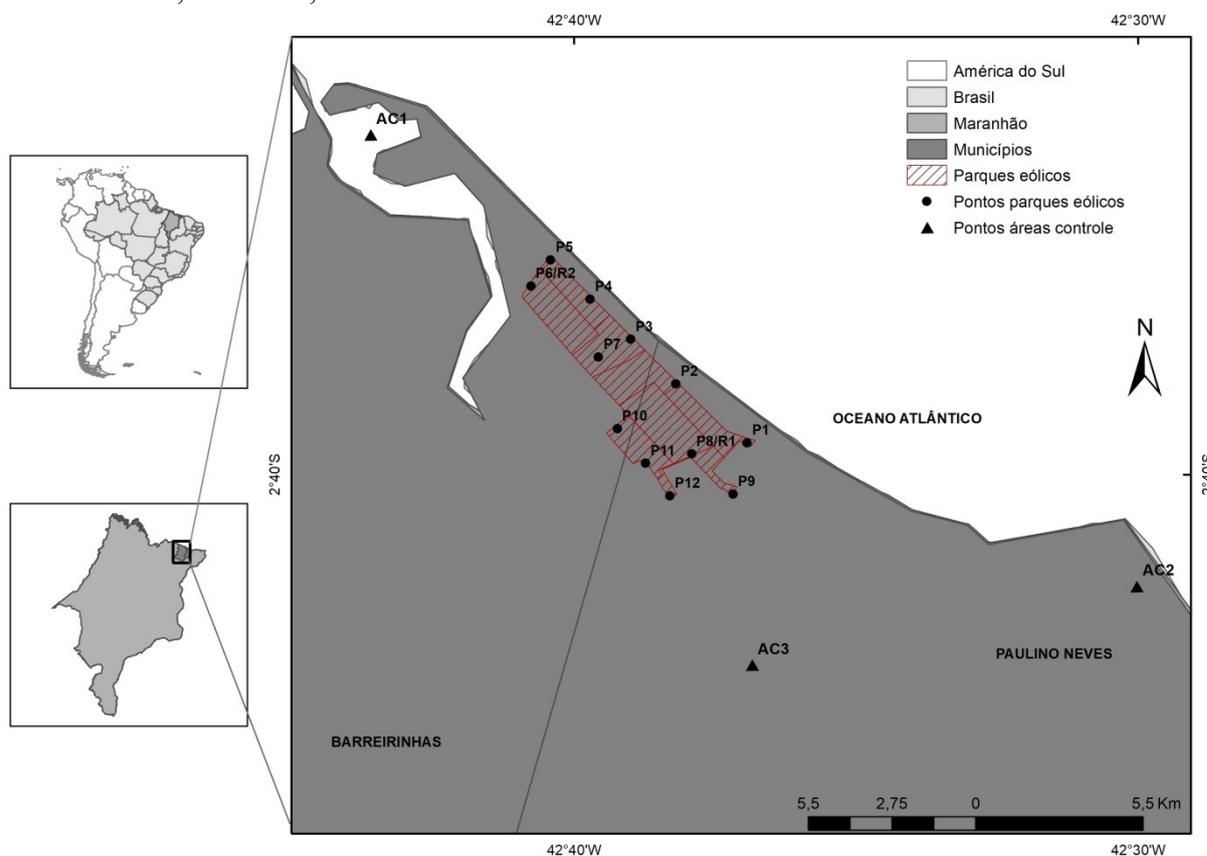
colisão das espécies de aves com aerogeradores nos Pequenos Lençóis Maranhenses, de forma que grupos focais possam ser identificados.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Área do estudo**

O estudo foi desenvolvido em um complexo eólico no litoral dos municípios de Paulino Neves (2°43'24,65"S/42°32'9,31"W) e Barreirinhas, (2°45'41,02"S/ 42°49'25,10"W), estado do Maranhão, na área dos Pequenos Lençóis Maranhenses (PLM), zona de amortecimento do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (PNLM), criado por meio do Decreto Nº 86.060, de 2 de junho de 1981 (ICMBIO, 2020). O complexo está localizado a aproximadamente 35 km da sede do município de Barreirinhas e cerca de 3 km da sede municipal de Paulino Neves (coordenadas centrais: 2°38'16.99"S/ 42°38'58.14"W). Está em operação desde 2017, sendo composto por 96 aerogeradores com 220,80 MW de capacidade instalada, em uma área de aproximadamente 2.368,90 hectares (Figura 1). A região do complexo eólico é constituída por dunas livres, lagoas interdunais e uma vegetação específica, composta de um mosaico de fitofisionomias, geralmente dominadas por ambientes costeiros como restingas e manguezais (MIRANDA; COSTA; ROCHA, 2012; RODRIGUES *et al.*, 2019). O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Tropical Quente e Úmido (As), com alto índice de pluviosidade devido à influência da massa Equatorial Atlântica durante os meses de janeiro a junho (ALVARES *et al.*, 2014).

Figura 1. Distribuição dos pontos amostrais no Complexo Eólico dos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil.



Fonte: IBGE (2010), modificado por Santos (2022). Legenda: P1 a P12: Pontos de escuta para avifauna; R1-R2: redes de neblina; AC1: Área controle 1; AC2: Área controle 2; AC3: Área controle 3.

### Coletas de dados

A área de estudo teve sua extensão coberta por 12 pontos amostrais (P1-P12), dispostos de forma a abranger os aerogeradores e as principais lagoas temporárias e permanentes. Buscou-se, com isso, o total aproveitamento das áreas na procura de espécies de aves consideradas menos conspícuas (VIELLIARD; SILVA, 1990; ALEIXO; VIELLIARD, 1995). Visando comparar a área diretamente afetada pelo complexo eólico com as áreas adjacentes, três áreas controle foram estudadas (AC1-AC3), durante o esforço amostral. De acordo com a Instrução Normativa N° 146/2007 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), as áreas controle são destinadas ao monitoramento da fauna e não deverão receber exemplares da fauna objeto de translocação. Estas áreas devem ser definidas de forma a contemplar diferentes fitofisionomias e possuírem área representativa em relação à área que sofrerá intervenção direta (BRASIL, 2007). AC1 e AC2 são compostas por áreas de praia, manguezais e restinga com formação Halófitas e AC3 é composta por cordões

dunares, lagoas interdunares e restinga com formação pioneira psamófila (MIRANDA; COSTA; ROCHA, 2012; RODRIGUES *et al.*, 2019).

O registro da avifauna no complexo eólico foi realizado por meio de ponto de escuta, onde as aves foram registradas com o auxílio de um gravador profissional PANASONIC 66 e microfone direcional multiamplicado YOGA e visualizadas com binóculos (10x50) e câmera fotográfica com teleobjetiva (BIBBY; BURGESS; HILL, 1992). Além disso, foram utilizados manuais de campo para assegurar a correta identificação das espécies (RIDGELY; TUDOR, 1994; SIGRIST, 2009). Para identificar a riqueza de aves no complexo eólico, aliado as espécies que possuíam maior vulnerabilidade à colisão, foram realizadas 14 amostragens trimestrais, no período de agosto de 2017 a março de 2020, alternando entre as estações chuvosa e seca, com duração de cinco dias cada, entre 6:00 às 8:00 horas e 16:00 às 18:00 horas, totalizando 350 horas de observação (20 minutos x 15 pontos x 5 dias x 14 amostragens). A pesquisa foi cadastrada no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen) sob o número A82CA37 e obtida pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO (número 47565-8).

### **Análise dos dados**

A nomenclatura e *status* de ocorrência das espécies seguem as recomendações do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos - CBRO (PACHECO *et al.*, 2021). Para indicação das espécies ameaçadas, utilizou-se a Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBIO, 2018) e a Lista Global da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN, 2021). A partir do número de contatos registrados, foi utilizado o estimador de densidade *kernel*, presente na extensão *Spatial Analyst* do *software* ArcGis 9.3. O estimador desenha uma vizinhança circular ao redor da cada ponto da amostra, correspondendo ao raio de influência, e então é aplicada uma função matemática de 1, na posição do ponto, a 0, na fronteira da vizinhança (COSTANTINI, 2019; OLIVEIRA *et al.*, 2021). Como critério de ordenamento quanto ao risco de colisão com aerogeradores, as aves registradas no monitoramento do complexo eólico foram ranqueadas seguindo a adaptação da proposta de Luigi *et al.* (2010): comportamento gregário (SICK, 1997), aves com biomassa superior a 250 g (DUNNING, 2008) e aves de rapina (SICK, 1997), com acréscimo do status de ocorrência (PACHECO *et al.*, 2021), uso do *habitat* da avifauna (STOTZ *et al.*, 1996; SILVA *et al.*, 2003), tipos de forrageamento (WILLIS, 1979; MOTTA-JUNIOR, 1990) e morfologia da asa (WANG; CLARKE, 2015). Foram

estabelecidos valores binários para cada uma das variáveis, sendo zero (0), quando não contribuíam para tornar a ave mais susceptível à colisão e um (1) quando esta premissa se invertia (Tabela 1). Desta forma, as aves registradas receberam um escore com base no somatório dos pontos, sendo o valor máximo seis (8), e foram classificadas quanto ao risco de colisão em: (i) Escore 0 = improvável; (ii) Escore 1-2 = baixo; (iii) Escore 3-4 = médio; e (iv) Escore 5-8 = alto risco à colisão (FALAVIGNA *et al.*, 2020).

Tabela1. Critérios que oferecem maiores riscos de colisão com aerogeradores do complexo eólico nos Pequenos Lençóis Maranhenses (PLM), Nordeste, Brasil.

Critério	Valor de risco atribuído
I – Status de ocorrência	1 = migratórias Neárticas; 0= residente
II – Uso do Habitat	1 = áreas abertas; 0 = demais ambientes
III - Comportamento Social	1 = gregário; 0 = não gregário
IV – Biomassa	1 = > 250g; 0 = < 250g
V - Aves de rapina	1 = rapinante; 0 = não rapinante
VI– Ocorrência	1 = área interna do complexo eólico; 0 = área externa do complexo eólico
VII - Tipos de Forrageio	1 = se alimentam em lagoas; 0 = não se alimentam em lagoas
VIII - Morfologia da asa	1= alta ascensão; 0 = demais tipos

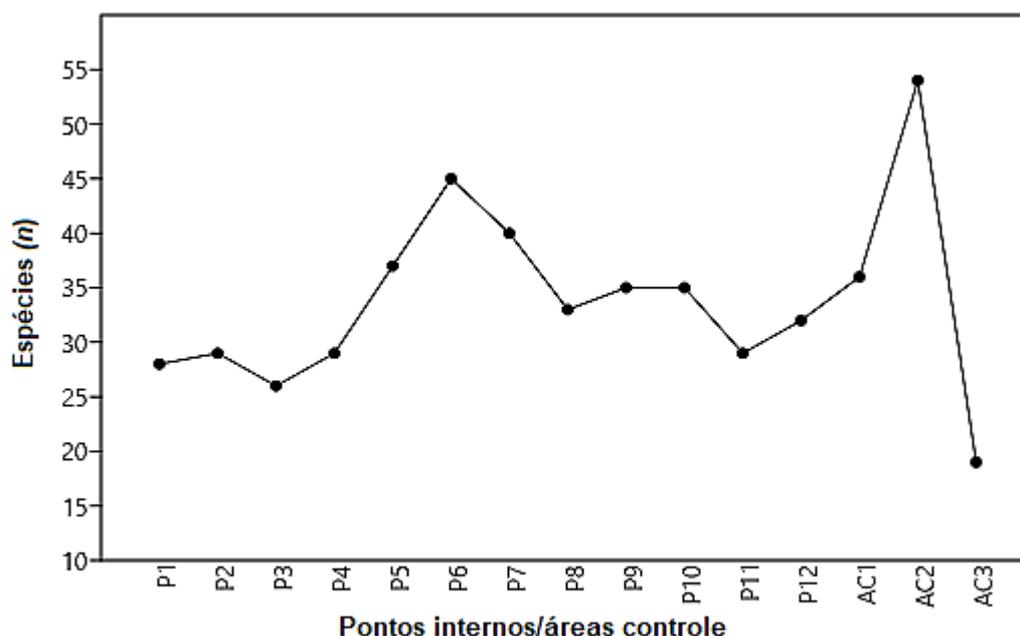
Fonte: os autores (2022).

## RESULTADOS

### Composição da avifauna

Durante o monitoramento da avifauna do complexo eólico, foram registrados 41.749 contatos com indivíduos pertencentes a 77 espécies de aves, distribuídas em 15 ordens e 29 famílias. As classificadas como residentes foram predominantes (79%), seguidas pelas migrantes do Hemisfério Norte (19%) e uma residente/endêmica (1%). Quatro são ameaçadas de extinção: *Limnodromus griseus* (Gmelin, 1789), classificada como criticamente em perigo (CR) pelo MMA; *Calidris canutus* (Linnaeus, 1758), criticamente em perigo (CR) pelo MMA e globalmente quase ameaçada de extinção (NT) pela IUCN; *C. pusilla*, em perigo (EN) pelo MMA e globalmente quase ameaçada (NT) de extinção pela IUCN e *Charadrius wilsonia* Ord, 1814, vulnerável (VU) pelo MMA (ICMBIO, 2018; IUCN. UNIÃO, 2021). O maior número de espécies foi registrado em AC2 (n = 54), seguido de P6 (n = 45), P7 (n = 37) e AC1 (n = 36) (Figura 2).

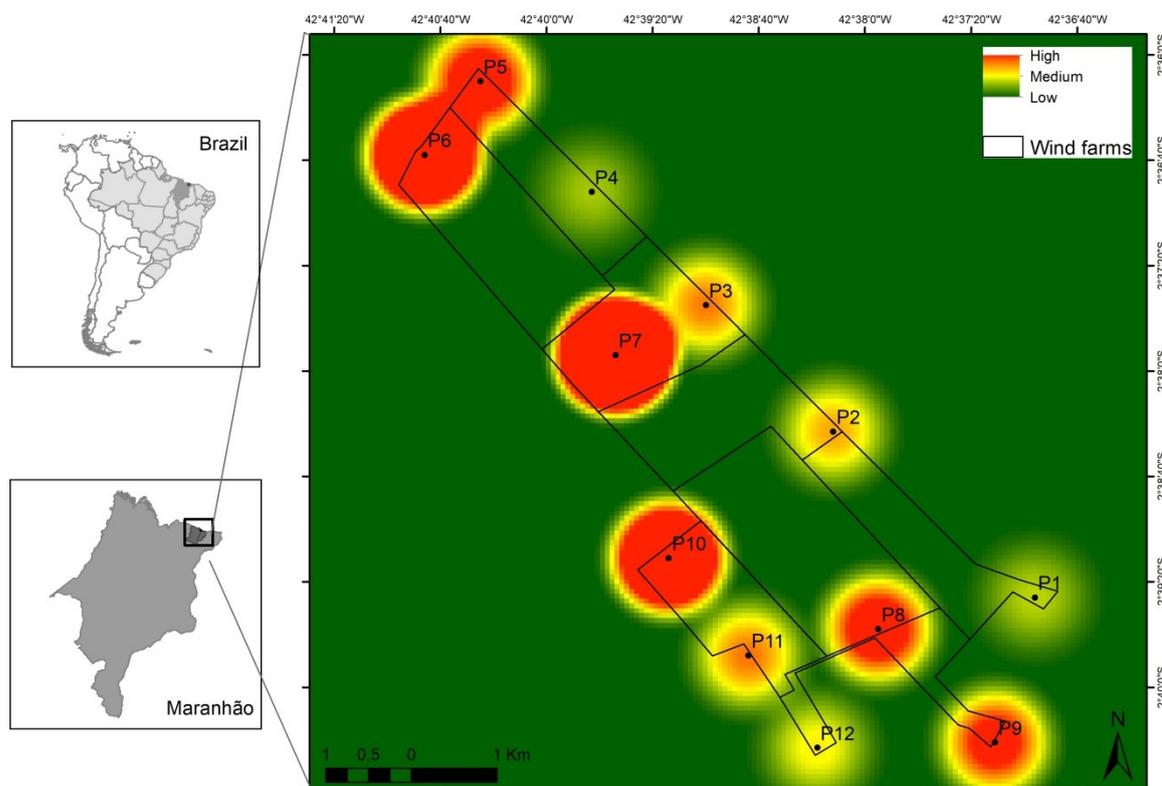
Figura 2. Distribuição da riqueza de aves registrada nos pontos amostrais e áreas controle do complexo eólico nos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil.



Fonte: os autores (2022). Legenda: P1-P12: Pontos Amostrais internos ao complexo eólico; AC1: Área controle 1; AC2: Área controle 2; AC3: Área controle 3.

Foi estimada a densidade da avifauna nos pontos amostrais internos do complexo eólico, tendo como base o número de contatos registrados. Analisando o mapa de densidade (Figura 3), percebe-se que as extensões de maiores índices, compreendida na cor vermelha, apresentaram seis pontos amostrais (P5 a P10), os quais estão associados a lagoas permanentes de grande porte. As extensões de cor laranja abrangeram mais três pontos (P2, P3 e 11), que estão associados a lagoas do tipo temporárias e de pequeno porte. Os demais pontos amostrais, caracterizados pela ausência de lagoas, foram identificados nas cores amarelo e verde. Isso auxilia na análise, pois visualmente quando detectado uma faixa com uma tonalidade ou cor mais intensa, pode-se inferir que nesta área existe uma concentração elevada de contatos registrados.

Figura 3. Estimativa da densidade de abundância da avifauna no complexo eólico dos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil.



Fonte: IBGE (2010), modificado por Santos (2022). Legenda: P1-P12: Pontos Amostrais internos ao complexo eólico.

### Riscos de colisão da avifauna com aerogeradores

Das 77 espécies classificadas quanto ao risco de colisão, 44% estão na categoria de alto risco (score 5-6), seguidas por 40% com médio risco (score 3-4) e 13% com baixo risco de colisão com aerogeradores (score 1-2). Vale ressaltar, que apenas 3% das espécies registradas não apresentaram algum tipo de risco (score = 0) (Tabela 2).

Tabela 2. Fatores de risco de colisão aplicado para espécies de aves registradas em parques eólicos nos Pequenos Lençóis Maranhenses (PLM), Nordeste, Brasil.

Espécies	Fatores de risco à colisão								Score	Risco
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
	SO	UH	CS	BI	AR	OC	TF	MA		
<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	0	1	1	1	1	1	0	1	6	A
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	0	1	1	1	1	1	0	1	6	A
<i>Rostrhamus sociabilis</i> (Vieillot, 1817)	0	1	1	1	1	1	0	1	6	A

Espécies	Fatores de risco à colisão								Score	Risco
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
	SO	UH	CS	BI	AR	OC	TF	MA		
<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	0	1	1	1	1	1	0	1	6	A
<i>Cathartes burrovianus</i> Cassin, 1845	0	1	1	1	1	1	0	1	6	A
<i>Numenius hudsonicus</i> Latham, 1790	1	1	1	1	0	1	1	0	6	A
<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766)	0	1	1	1	0	1	1	1	6	A
<i>Anas bahamensis</i> Linnaeus, 1758	0	1	1	1	0	1	1	1	6	A
<i>Nannopterum brasilianus</i> (Gmelin, 1789)	0	1	1	1	0	1	1	1	6	A
<i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758	0	1	1	1	0	1	1	1	6	A
<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782)	0	1	1	1	0	1	1	1	6	A
<i>Platalea ajaja</i> Linnaeus, 1758	0	1	1	1	0	1	1	1	6	A
<i>Pluvialis squatarola</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1	0	0	1	1	0	5	A
<i>Charadrius semipalmatus</i> Bonaparte, 1825	1	1	1	0	0	1	1	0	5	A
<i>Tringa flavipes</i> (Gmelin, 1789)	1	1	1	0	0	1	1	0	5	A
<i>Chroicocephalus cirrocephalus</i> (Vieillot, 1818)	0	1	1	1	0	1	1	0	5	A
<i>Haematopus palliatus</i> Temminck, 1820	0	1	1	1	0	1	1	0	5	A
<i>Limnodromus griseus</i> (Gmelin, 1789)	1	1	1	0	0	1	1	0	5	A
<i>Calidris canutus</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1	0	0	1	1	0	5	A
<i>Dendrocygna autumnalis</i> (Linnaeus, 1758)	0	1	1	1	0	1	1	0	5	A
<i>Netta erythrophthalma</i> (Wied, 1833)	0	1	1	1	0	1	1	0	5	A
<i>Tringa semipalmata</i> (Gmelin, 1789)	1	1	1	0	0	1	1	0	5	A
<i>Calidris alba</i> (Pallas, 1764)	1	1	1	0	0	1	1	0	5	A
<i>Calidris minutilla</i> (Vieillot, 1819)	1	1	1	0	0	1	1	0	5	A
<i>Calidris fuscicollis</i> (Vieillot, 1819)	1	1	1	0	0	1	1	0	5	A
<i>Heterospizias meridionalis</i> (Latham, 1790)	0	1	0	1	1	1	0	1	5	A
<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	0	1	0	1	1	1	0	1	5	A
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	0	1	0	1	1	1	0	1	5	A
<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	0	1	1	1	0	1	0	1	5	A
<i>Eudocimus ruber</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	1	1	0	1	1	1	5	A
<i>Cairina moschata</i> (Linnaeus, 1758)	0	1	0	1	0	1	1	1	5	A
<i>Podilymbus podiceps</i> (Linnaeus, 1758)	0	1	0	1	0	1	1	1	5	A
<i>Egretta caerulea</i> (Linnaeus, 1758)	0	1	0	1	0	1	1	1	5	A
<i>Aramus guarauna</i> (Linnaeus, 1766)	0	1	0	1	0	1	1	1	5	A
<i>Arenaria interpres</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1	0	0	1	0	0	4	M
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	0	1	1	1	0	1	0	0	4	M
<i>Charadrius collaris</i> Vieillot, 1818	0	1	1	0	0	1	1	0	4	M
<i>Phaetusa simplex</i> (Gmelin, 1789)	0	1	1	0	0	1	1	0	4	M
<i>Gelochelidon nilotica</i> (Gmelin, 1789)	0	1	1	0	0	1	1	0	4	M
<i>Rynchops niger</i> Linnaeus, 1758	0	1	0	1	0	1	1	0	4	M



Espécies	Fatores de risco à colisão								Score	Risco
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
	SO	UH	CS	BI	AR	OC	TF	MA		

**TOTAL = 77 espécies**

Fonte: os autores (2022). SO = Status de ocorrência (1 = migratórias Neárticas; 0= residente); US = Uso do *habitat* (1 = áreas abertas; 0 = demais ambientes); CS = Comportamento social 1 = (1 = gregário; 0 = não gregário); BI = Biomassa (1 = > 250g; 0 = < 250g); AR = Aves de rapina (1 = rapinante; 0 = não rapinante); OC = Ocorrência (1 = área interna do complexo eólico; 0 = área externa do complexo eólico); TF = Tipos de Forrageio (1 = se alimentam em lagoas; 0 = não se alimentam em lagoas); MA = Morfologia da asa (1= alta ascensão; 0 = demais tipos). Score/Risco: A (alto = 5-6), M (médio = 3-4), B (baixo = 1-2) e I (Improvável = 0).

A maioria das espécies com alto risco de colisão pertence à família Scolopacidae (n = 9): *Calidris alba* (Figura 4A), *Calidris canutus* (Figura 4B), *Limnodromus griseus* (Figura 4C), *Tringa flavipes* (Figura 4D), *Pluvialis squatarola*, *Calidris fuscicollis*, *Calidris minutilla*, *Numenius hudsonicus* e *Tringa semipalmata*. Anatidade foi a segunda família com maior número de espécies (n=5): *Anas bahamensis* (Figura 4E), *Dendrocygna autumnalis* (Figura 4F), *Dendrocygna viduata* (Figura 4G), *Netta erythrophthalma* (Figura 4H) e *Cairina moschata*.

Figura 4. Espécies de aves com maior risco de colisão com aerogeradores do complexo eólico nos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil.



Fonte: os autores (2022). Legenda: A. *Calidris alba*. B. *Calidris canutus*. C. *Limnodromus griseus*. D. *Tringa flavipes*. E. *Anas bahamensis*. F. *Dendrocygna autumnalis*. G. *Dendrocygna viduata*. H. *Netta erythrophthalma*.

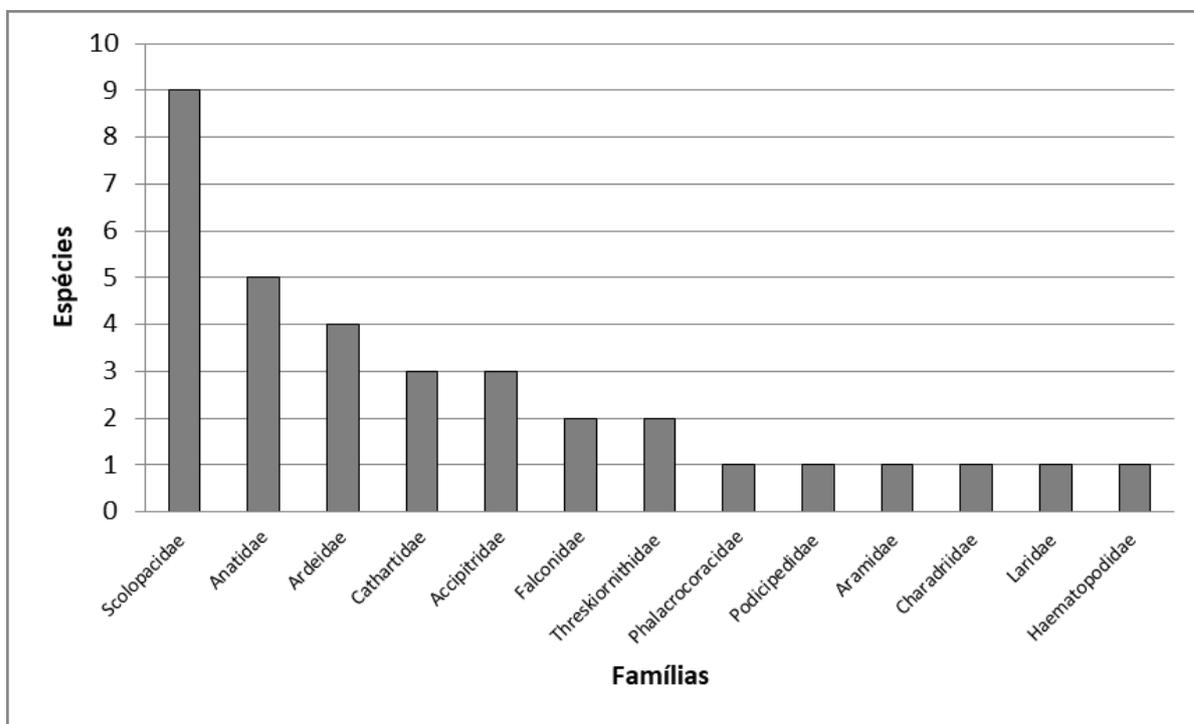
A terceira família com maior número de espécies quanto ao risco de colisão foi Ardeidae (n = 4): *Ardea alba* (Figura 5A), *Bubulcus ibis* (Figura 5B), *Egretta caerulea* (Figura 5C) e *Egretta thula* (Figura 5D), seguida por Cathartidae (n = 3): *Cathartes aura* (Figura 5E), *Coragyps atratus* (Figura 5F) e *Cathartes burrovianus* (Figura 5G), e Accipitridae (n = 3): *Heterospizias meridionalis* (Figura 5H), *Rupornis magnirostris* (Figura 5I) e *Rostrhamus sociabilis* (Figura 5J). As demais famílias de aves com alto risco de colisão obtiveram número de espécies igual ou inferior a duas. (Figura 6).

Figura 5. Aves com maior risco de colisão com aerogeradores do complexo eólico nos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil.



Fonte: os autores (2022). Legenda: A. *Ardea alba*. B. *Bubulcus ibis*. C. *Egretta caerulea*. D. *Egretta thula*. E. *Cathartes aura*. F. *Coragyps atratus*. G. *Cathartes burrovianus*. H. *Heterospizias meridionalis*. I. *Rupornis magnirostris*. J. *Rostrhamus sociabilis*.

Figura 6. Famílias de espécies de aves que possui maior risco de colisão com aerogeradores na área dos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil. Adaptado de Luigi *et al.* (2010).



Fonte: Pesquisa direta (2022).

## DISCUSSÃO

A avifauna registrada representa 64% das espécies de aves ocorrentes no Parque Nacional do Lençóis Maranhenses (PNLM) (CASTRO; PIORSKI, 2002; SOARES; RODRIGUES, 2009). Os pontos amostrais que apresentam maior riqueza e densidade da avifauna possuem maior disponibilidade de alimento, com lagoas de médio e grande porte. As Áreas Controle (AC1 e AC2) são regiões de estuário, na foz dos rios Novo e Preguiça, respectivamente, apresentando extensas áreas de zona intermaré. Esse tipo de ambiente é altamente dinâmico, com mudanças constantes em resposta às forças naturais (MIRANDA; COSTA; ROCHA, 2012) e estão em área de transição entre os oceanos e os rios. Abrigam, devido suas características físico-químicas e biológicas, os ecossistemas de manguezal, de grande importância ecológica. Funcionam como ponte de conexão entre espécies destes ecossistemas aquáticos, possibilitando uma série de serviços ecológicos, como alimentação e reprodução de espécies (SOARES, 2008; ICMBIO, 2018).

De maneira geral, o mapa de distribuição de *Kernel* para os pontos amostrais apresentou alta densidade de indivíduos, com a presença de áreas (manchas vermelhas) com maior concentração de contatos que identificam zonas preferenciais para a aplicação de medidas

mitigadoras (KHOSRAVIFARD *et al.*, 2020). O relatório de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil (CEMAVE, 2020), traz um quadro descrevendo as boas práticas operacionais que devem ser consideradas, a fim de mitigar os impactos dos parques eólicos sobre a avifauna. Dentre as recomendações, fica evidente a preocupação em relação ao local onde os parques eólicos devem ser instalados, respeitando as áreas com alta diversidade e abundância de espécies e rotas migratórias (WELCKER *et al.*, 2017; ASCHWANDEN *et al.*, 2018).

Entre as recomendações do relatório supracitado destaca-se ainda: Definir e caracterizar adequadamente a área de influência; Dar atenção especial ao planejamento de linhas de transmissão; Limitar a instalação de luzes sinalizadoras; Aumentar a visibilidade das pás do rotor; Gerenciar ativamente as turbinas; Manter corredores livres de turbinas para permitir o movimento das aves; Evitar no interior do parque a criação artificial de ambientes que possam atrair aves, como corpos d'água, e estruturas que sirvam como poleiros ou para nidificação (CEMAVE, 2020).

Espécies da família Scolopacidae, consideradas aves migratórias, se deslocam do Hemisfério Norte, da sua área de nidificação, para as áreas de invernada, chegando às regiões tropicais no final de agosto a setembro, permanecendo até o mês de abril, período de retorno para suas áreas de reprodução (SOMENZARI *et al.*, 2018; PACHECO *et al.*, 2021). Algumas dessas espécies são caracterizadas pelo grande número de indivíduos em suas populações, esse fato corrobora alguns estudos sobre impacto como a potencialização do risco de colisão, a exemplo da velocidade e compatibilidade do voo com aerogeradores (MAY *et al.*, 2015; BORKENHAGEN; CORMAN; GARTHE, 2018; ZHAO *et al.*, 2022).'

Durante as campanhas amostrais, *Calidris pusilla* (Scolopacidae) obteve o maior número de contatos registrados: 1.917 nos pontos internos do complexo eólico e 3.822 nas áreas controle. É um migrante Neártico de pequeno porte, bico e pernas negras, que utiliza a costa brasileira durante suas migrações (SICK, 1997). Reproduz-se de junho a julho próximo à água na baixa tundra subártica do Novo Mundo, da costa do Alasca e ao longo do Canadá até o norte de Québec (PIERSMA; VAN GILS; WIERSMA, 1996). Na primavera e outono, *C. pusilla* segue para seus sítios de invernada pela rota do Atlântico (HARRINGTON; MORRISON, 1979).

Estes locais se estendem da América do Norte ao extremo sul da América do Sul (MORRISON; ROSS, 1989). A Baía de Fundy, Canadá, é uma das principais rotas para a ave durante a migração de outono. Mudanças ecológicas recentes, combinadas com declínios populacionais em toda a região, indicam que é necessária uma reavaliação do uso do *habitat* e

fidelidade regional das espécies (NEIMA *et al.*, 2020). A costa amazônica brasileira é uma das mais importantes áreas de invernada para *C. pusilla* na América do Sul. Estudos aéreos na América do Sul registraram aproximadamente 2,1 milhões de indivíduos de espécies de pequeno porte, a maioria *C. pusilla*. Essa espécie tem demonstrado declínios populacionais que futuramente podem vir a comprometer a viabilidade de suas populações (RODRIGUES *et al.*, 2015).

Em um estudo sobre o risco de colisão entre aves e parques eólicos realizado na costa leste da China foi possível identificar, a partir de rastreamento por satélites, que patos selvagens (Anatidae) criaram estratégias comportamentais após instalação de parques eólicos, como forrageamento e altura do voo mais distantes dos aerogeradores. Tais resultados sugerem que com a presença desse grupo de aves específico, o desligamento das turbinas para reduzir os riscos de colisão pode ser desnecessário. No entanto, é vital que os formuladores de políticas públicas, agências governamentais, cientistas e o público considerem a prevenção comportamental das aves em resposta aos parques eólicos para garantir a conservação das aves nas zonas úmidas costeiras (ZHAO *et al.*, 2022).

Dentre os anatídeos, *Dendrocygna viduata* foi registrada na maioria das campanhas amostrais, com total de 3.804 contatos nos pontos internos do complexo eólico e quatro nas três áreas controle. *D. viduata* realiza migrações no Nordeste e litoral do Rio de Janeiro. No Maranhão, migra da costa setentrional para suas ilhas, onde passam o período das chuvas (SICK, 1997). As principais informações desse grupo no Brasil, estão concentradas em estudos realizados na região Sul e Sudeste do país (RODRIGUES; MICHELIN, 2005). No Nordeste brasileiro são escassas pesquisas que busquem obter informações sobre a dinâmica populacional e/ou usos de habitats de anatídeos. Em sua vasta distribuição geográfica são sempre espécies de interesse para a caça, seja ela amadorista, de subsistência ou mesmo para comercialização de sua carne (Vale do rio Jaguaribe, Ceará e costa do Amapá) e como mascotes (NASCIMENTO; ANTAS, 1995; DE MOURA *et al.*, 2012).

É válido destacar ainda, que a composição da paisagem também pode ser um fator que interfere no risco de colisão, pois a busca por recursos alimentares, muitas vezes abundantes nas áreas dos parques eólicos, atrai grande quantidade de espécimes de aves, potencializando o aumento no número de fatalidades (DREWITT; LANGSTON, 2008; FARFÁN *et al.*, 2017). Na presente área de estudo, por exemplo, é nítida a formação de corpos d'água durante o período chuvoso, o que torna estas áreas propícias para o forrageamento de diversas espécies limícolas e aquáticas, como é o caso dos membros das famílias Scolopacidae e Anatidae (SILVA; RODRIGUES, 2015).

Além das aves migratórias e aquáticas, as demais famílias classificadas com alto risco de colisão no presente estudo são aves que possuem voo de alta ascensão, conhecidamente mais suscetíveis a colisões com obstáculos, por se tratar, em sua maioria, das rapinantes e planadoras de grande porte, junto às de hábitos noturnos ou que voam nas primeiras e últimas horas do dia (BARRIOS; RODRIGUEZ, 2004), principalmente os indivíduos jovens, por serem menos experientes com relação ao voo e não terem conhecimento de seu ambiente.

Os representantes das famílias Ardeidae, Cathartidae, Acciptridae e Falconidae estão entre os mais citados com risco à colisão, por apresentar altura de voo compatível com as pás do aerogeradores (CEMAVE, 2020). Outro fator para o risco de colisão seria a velocidade de voo, pois pode dificultar a capacidade da ave de detectar o obstáculo (WANG; CLARKE, 2015). Os falconídeos, por exemplo, são mais vulneráveis à colisão do que as demais rapinantes, uma vez que, em atividade de caça ou precipitando-se sobre a presa ficam menos atentos aos obstáculos ao voo, ficando suscetíveis às colisões (ORLOFF; FLANNERY, 1992).

Cathartidae é formada pelos urubus, aves de grande porte, reconhecidas como os grandes saneadores naturais por serem consumidores de carne em putrefação, podendo também atacar, ocasionalmente, animais vivos impedidos de fugir, tais como presas doentes ou filhotes de cordeiros recém-nascidos (SICK, 1997). Dessa forma, a presença de animais domésticos na área do parque, tais como ovelhas (*Ovis spp*) e cabras (*Capra spp*) podem favorecer a presença dessas aves no local.

Espécies de Accipitridae são consideradas importantes reguladoras de populações de outros animais por se alimentarem de pequenos mamíferos, répteis e alguns invertebrados (SICK, 1997), todavia, *H. meridionalis* e *R. magnirostris* podem incrementar sua dieta predando também criações domésticas (PELANDA; CARRANO, 2013). O gavião-caramujeiro (*R. sociabilis*) alimenta-se principalmente do molusco aruá (*Pomacea spp.*) e caranguejos de água doce (*Dilocarcinus pagei* e *Sylviocarcinus australis*), que o torna um visitante sazonal dependente de áreas alagadas (OLMOS; PACHECO; SILVEIRA, 2006).

Estudo realizado em 20 parques eólicos na África do Sul registrou mortalidade de 130 espécies aves, distribuídas em 46 famílias, totalizando 30% das aves registradas. As espécies mortas com maior frequência foram aves de rapina, seguidas por Passeriformes, aves aquáticas e andorinhões. Dentre as rapinantes, duas estão ameaçadas de extinção: *Gyps coprotheres* (Forster, 1798) e *Circus maurus* Temminck, 1828, ambas endêmicas do país (MARQUES *et al.*, 2020). Em parques eólicos da Espanha, *Neophron percnopterus* (Linnaeus, 1758) e *Aegyptius monachus* (Linnaeus, 1766), ambas aves de rapina, obtiveram

maiores índices de colisão com os aerogeradores (CARRETE *et al.*, 2009; VASILAKIS; WHITFIELD; KATI, 2017).

O aterramento e ocupação de áreas costeiras, seja em decorrência da especulação imobiliária ou implantação de empreendimentos econômicos, provoca a perda de *habitat* e consequentemente interfere na ecologia de espécies limícolas ameaçadas de extinção, sendo ampliado pelos riscos das mudanças climáticas. Entre os impactos costeiros, a crescente transformação de manguezais em áreas de aquicultura, tem potencializado os riscos de ameaça para as espécies de aves limícolas (ICMBIO, 2018). Vale ressaltar, que grande parte das aves limícolas são migratórias e compõem uma população mundial que tem suas áreas de reprodução no ártico e a cada ano, com a proximidade do outono boreal, cerca de trinta espécies migram para a América do Sul, chegando à costa brasileira (CEMAVE, 2020). A conservação das aves migratórias está diretamente associada à identificação e proteção das áreas utilizadas para descanso, alimentação e reprodução, uma vez que a perda de alguns desses locais pode ser decisiva para sobrevivência das espécies, sendo fundamental a continuidade e amplificação dos trabalhos de monitoramento das populações de migrantes neárticos que visitam o Brasil (SILVA; RODRIGUES, 2015; GRAFF *et al.*, 2016; SOMENZARI *et al.*, 2018).

## CONCLUSÃO

O complexo eólico, localizado nos Pequenos Lençóis Maranhenses, apresenta diversidade da avifauna semelhante a estudos anteriores na região. O maior número de espécies registradas durante a fase de operação está associado principalmente às áreas controle (estuários) e aos pontos amostrais internos do complexo eólico que apresentam lagoas temporárias ou permanentes maiores. A estimativa de densidade de abundância apontou pontos estratégicos para a aplicação de medidas mitigadoras futuras, tais como: a escolha minuciosa do local onde o parque é instalado, assim como o cuidado na disposição, no tamanho, e no número de turbinas, são fatores importantes para a redução do impacto sobre as aves.

Quanto aos critérios de risco à colisão, percebeu-se que a maioria das espécies mais vulneráveis pertence às famílias Scolopacidae, Anatidae, Ardeidae, Accipitridae, Cathartidae e Falconidae; além disso, outras características da avifauna contribuíram para uma classificação de alto risco como asas do tipo “alta ascensão” e as classificadas como de “grande porte”. As espécies com maior prevalência de fatalidades são abundantes, comuns e fazem uso habitual da área do complexo eólico para alimentação, nidificação e descanso.

Os dados coletados corroboram com o mais recente relatório de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil, defendendo que a escolha minuciosa do local onde o parque é instalado, assim como o cuidado na disposição, no tamanho, e no número de turbinas, são fatores importantes para a redução do impacto sobre as aves, nesse sentido, as populações identificadas com maior vulnerabilidade devem ser foco de futuros estudos de monitoramento na região do complexo eólico.

## REFERÊNCIAS

- ALEIXO, A.; VIELLIARD, J. M. E. Composição e dinâmica da avifauna da mata de Santa Genebra, Campinas, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12, n. 3, p. 493–511, 1995.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2014.
- ASCHWANDEN, J.; STARK, H.; PETER, D.; STEURI, T.; SCHMID, B.; LIECHTI, F. Bird collisions at wind turbines in a mountainous area related to bird movement intensities measured by radar. **Biological Conservation**, v. 220, n. 6, p. 228–236, 2018.
- BARRIENTOS, R.; MARTINS, R. C.; ASCENSÃO, F.; D'AMICO, M.; MOREIRA, F.; BORDA-DE-ÁGUA, L. A review of searcher efficiency and carcass persistence in infrastructure-driven mortality assessment studies. **Biological Conservation**, v. 222, n. 1, p. 146–153, 2018.
- BARRIOS, L.; RODRIGUEZ, A. Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines. **Journal of Applied Ecology**, v. 41, n. 1, p. 72–81, 2004.
- BENNUN, L.; VAN BOCHOVE, J.; NG, C.; FLETCHER, C.; WILSON, D.; PHAIR, N.; CARBONE, G. **Mitigating biodiversity impacts associated with solar and wind energy development. Guidelines for project developers**. Gland, Switzerland: IUCN and Cambridge, UK: The Biodiversity Consultancy, 2021. 229 p.
- BIBBY, C. J.; BURGESS, N. D.; HILL, D. A. **Birds census techniques**. London: Academic Press, 1992. 257 p.
- BORKENHAGEN, K.; CORMAN, A. M.; GARTHE, S. Estimating flight heights of seabirds using optical rangefinders and GPS data loggers: a methodological comparison. **Marine Biology**, v. 165, n. 1, p. 2012–2018, 2018.
- IBAMA. Instituto brasileiro de meio ambiente e dos recursos naturais renováveis. **Instrução Normativa nº 146, de 10 de janeiro de 2007**. Disponível em: [http://www.icmbio.gov.br/sisbio/images/stories/instrucoes\\_normativas/IN146\\_2007\\_Empreendimentos.pdf](http://www.icmbio.gov.br/sisbio/images/stories/instrucoes_normativas/IN146_2007_Empreendimentos.pdf). Acesso em: 18 mar. 2022.
- CABRERA-CRUZ, S. A.; CERVANTES-PASQUALLI, J.; FRANQUESA-SOLER, M.; MUÑOZ-JIMÉNEZ, Ó.; RODRÍGUEZ-AGUILAR, G.; VILLEGAS-PATRACA, R.

Estimates of aerial vertebrate mortality at wind farms in a bird migration corridor and bat diversity hotspot. **Global Ecology and Conservation**, v. 22, n. 1, p. 1–13, 2020.

CARRETE, M. et al. Large scale risk assessment of wind farms on population viability of a globally endangered long lived raptor. **Biological Conservation**, v. 142, p. 2954–2961, 2009.

CASTRO, A. C. L.; PIORSKI, N. M. **Plano de Manejo do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, 2002**. Disponível em:

<https://www.icmbio.gov.br/parnalencoismaranhenses/planos-de-manejo.html>. Acesso em: 7 ago. 2020.

CEMAVE. Centro nacional de pesquisa e conservação de aves silvestres. **Relatório anual de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil, 2020**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br>. Acesso em: 15 jan. 2020.

COSTANTINI, L. Avifauna composition and distribution at Salvador International Airport , fauna risk management under focus. **Revista Conexão Sipaer**, v. 10, n. 3, p. 39–54, 2019.

DESHOLM, M. Avian sensitivity to mortality: prioritising migratory bird species for assessment at proposed wind farms. **Journal of Environmental Management**, v. 90, n. 8, p. 2672–2679, 2009.

DESHOLM, M.; KAHLERT, J. Avian collision risk at an offshore wind farm. **Biology Letters**, v. 1, n. 3, p. 296–298, 2005.

DREWITT, A. L.; LANGSTON, H. W. Collision effects of wind-power generators and other obstacles on birds. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1134, n. 1, p. 233–266, 2008.

DUNNING, J. B. **Handbook of avian body masses**. 2nd ed ed. Boca Raton: CRC Press, 2008.

FALAVIGNA, T. J.; PEREIRA, D.; RIPPEL, M. L.; PETRY, M. V. Changes in bird species composition after a wind farm installation: A case study in South America. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 83, n. 1, p. 1–7, 2020.

FARFÁN, M. Á.; DUARTE, J.; FA, J. E.; REAL, R.; VARGAS, J. M. Testing for errors in estimating bird mortality rates at wind farms and power lines. **Bird Conservation International**, v. 27, n. 3, p. 431–439, 2017.

GÓMEZ-CATASÚS, J.; GARZA, V.; TRABA, J. Wind farms affect the occurrence, abundance and population trends of small passerine birds: the case of the Dupont's lark. **Journal of Applied Ecology**, v. 55, n. 1, p. 2033–2042, 2018.

GRAFF, B. J.; JENKS, J. A.; STAFFORD, J. D.; JENSEN, K. C.; GROVENBURG, T. W. Assessing spring direct mortality to avifauna from wind energy facilities in the Dakotas. **Journal of Wildlife Management**, v. 80, n. 4, p. 736–745, 2016.

HARRINGTON, B.; MORRISON, R. Semipalmated sandpiper migration in North America. **Studies in Avian Biology**, v. 2, p. 83–100, 1979.

HEUCK, C.; HERRMANN, C.; LEVERS, C.; LEITÃO, P. J.; KRONE, O.; BRANDL, R.;

ALBRECHT, J. Wind turbines in high quality habitat cause disproportionate increases in collision mortality of the white-tailed eagle. **Biological Conservation**, v. 236, n. 1, p. 44–51, 2019.

ICMBIO. Instituto chico mendes de conservação da biodiversidade. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume III - Aves. *In*: Instituto chico mendes de conservação da biodiversidade (org.). **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. 1. ed. Brasília, DF: ICMBio/MMA, 2018. p. 709. *E-book*. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-de-especies.html>.

ICMBIO. Instituto chico mendes de conservação da biodiversidade. **Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, 2020**. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/parnalencoismaranhenses/planos-de-manejo.html>. Acesso em: 30 abr. 2022.

IUCN. União internacional para conservação da natureza. **The IUCN Red List of Threatened Species. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). Version 2021-1**. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 27 jun. 2021.

KHOSRAVIFARD, S.; SKIDMORE, A. K.; NAIMI, B.; VENUS, V.; MUÑOZ, A. R.; TOXOPEUS, A. G. Identifying birds' collision risk with wind turbines using a multidimensional utilization distribution method. **Wildlife Society Bulletin**, v. 44, n. 1, p. 191–199, 2020.

LUCAS, M.; FERRER, M.; BECHARD, M. J.; MUÑOZ, A. R. Griffon vulture mortality at wind farms in southern Spain: distribution of fatalities and active mitigation measures. **Biological Conservation**, v. 147, n. 1, p. 184– 189., 2012.

LUIGI, G.; FONSECA, V. s.; MOURA, F. H.; IOB, A. Metodologia de controle e redução da incidência de aves em aeroportos no Brasil. *In*: MATTER, S. Vom; STRAUBE, F. C.; ACCORDI, I. A.; PIACENTINI, V. de Q.; CÂNDIDO-JR, J. F. (orgs.). **Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento**. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010. p. 443–456.

MARQUES, A. T.; BATALHA, H.; RODRIGUES, S.; COSTA, H.; PEREIRA, M. J. R.; FONSECA, C.; MASCARENHAS, M.; BERNARDINO, J. Understanding bird collisions at wind farms: An updated review on the causes and possible mitigation strategies. **Biological Conservation**, v. 179, n. 1, p. 40–52, 2014.

MARQUES, A. T.; SANTOS, C. D.; HANSSEN, F.; MUÑOZ, A.; ONRUBIA, A.; WIKELSKI, M.; MOREIRA, F.; PALMEIRIM, J. M.; SILVA, J. P. Wind turbines cause functional habitat loss for migratory soaring birds. **Journal of Animal Ecology**, v. 1, n. 89, p. 93- 103, 2019.

MATZNER, S.; WARFEL, T.; HULL, R. ThermalTracker-3D: A thermal stereo vision system for quantifying bird and bat activity at offshore wind energy sites. **Ecological Informatics**, v. 57, n. 1, p. 1–12, 2020.

MAY, R.; REITAN, O.; BEVANGER, K.; LORENTSEN, S. H.; NYGÅRD, T. Mitigating wind-turbine induced avian mortality: Sensory, aerodynamic and cognitive constraints and options. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 42, n. 1, p. 170–181, 2015.

MIRANDA, J. P.; COSTA, J. C. L.; ROCHA, C. F. D. Reptiles from Lençóis Maranhenses National Park, Maranhão, northeastern Brazil. **ZooKeys**, v. 246, p. 51–68, 2012.

MORRISON, R. I. G.; ROSS, R. K. **Atlas of nearctic shorebirds on the coast of South America**. Ottawa: Canadian Wildlife Service, 1989.

MOTTA-JUNIOR, J. C. Estrutura trófica e composição das avifaunas de três habitats terrestres na região central do estado de São Paulo. **Ararajuba**, v. 1, n. 1, p. 65–71, 1990.

NEIMA, S. G.; HAMILTON, D. J.; GRATTO-TREVOR, C. L.; PAQUET, J. Intra-and interannual regional fidelity of semipalmated sandpipers (*Calidris pusilla*) during migratory stopover in the upper Bay of Fundy, Canada. **Avian Conservation and Ecology**, v. 15, n. 1, p. 1–17, 2020.

OLIVEIRA, M. F.; MATTOS, P. P. de; GARRASTAZU, M. C.; BRAZ, E. M.; FIGUEIREDO FILHO, A.; ROSOT, N. C. Horizontal structure analysis by Kernel density as basis to forest management in Amazonia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 41, n. 1, p. 1–14, 2021.

ORLOFF, S.; FLANERRY, A. **Wind turbines effects on avian activity, habitat use, and mortality in Altamont Pass and Solano County Wind Resource Areas 1989- 1991 – Final Report**. Santa Cruz, California: BioSystems Analysis, Inc, 1992. 70 p.

PACHECO, J. F. *et al.* Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee—second edition. **Ornithology Research**, v. 29, n. 2, p. 94–105, 2021 a.

PALACÍN, C.; ALONSO, J. C.; MARTÍN, C. A.; ALONSO, J. A. Changes in bird-migration patterns associated with human-induced mortality. **Conservation Biology**, v. 31, n. 1, p. 106–115, 2017.

PANWAR, N. L.; KAUSHIK, S. C.; KOTHARI, S. Role of renewable energy sources in environmental protection : A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 3, p. 1513–1524, 2011.

PEARCE-HIGGINS, J. W.; GREEN, R. E. **Birds and climate change: impacts and conservation responses**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2014. 467 p.

PLONCZKIER, P.; SIMMS, I. C. Radar monitoring of migrating pink-footed geese: behavioural responses to offshore wind farm development. **Journal of Applied Ecology**, v. 49, p. 1187–1194, 2012.

PUTRA, C. A.; PERWITASARI-FARAJALLAH, D.; MULYANI, Y. A. Habitat Use of migratory shorebirds on the coastline of Deli Serdang Regency, North Sumatra Province. **HAYATI Journal of Biosciences**, v. 24, n. 1, p. 16–21, 2017.

RIDGELY, R. S.; TUDOR, G. **The birds of South America**. Oxford: University Press, 1994. 940 p.

RODRIGUES, A. A. F.; LOPES, A. T. L.; GONÇALVES, E. C.; SCHNEIDER, M. P. C. Spring migration of semipalmated sandpiper *Calidris pusilla* in the Amazonian coast of Brazil. **Ornithologia**, v. 8, n. 1, p. 11–16, 2015.

- RODRIGUES, M. L.; MOTA, N. F. de O.; VIANA, P. L.; KOCH, A. K.; SECCO, R. de S. Vascular flora of Lençóis Maranhenses National Park, Maranhão State, Brazil: checklist, floristic affinities and phytophysiognomies of restingas in the municipality of Barreirinhas. **Acta Botanica Brasilica**, v. 33, n. 3, p. 498–516, 2019.
- RODRIGUES, M.; MICHELIN, V. B. Riqueza e diversidade de aves aquáticas de uma lagoa natural no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 4, p. 928–935, 2005.
- RUBENSTAHL, T. G. et al. Nesting success of scissor-tailed flycatchers (*Tyrannus forficatus*) at a wind farm in northern Texas. **Southwestern Naturalist**, v. 57, n. 2, p. 189–194, 2012.
- SICK, H. **Ornitologia brasileira**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. 862 p.
- SIGRIST, T. **Avifauna brasileira: The avis brasilis field guide to the birds of Brazil**. São Paulo, Brazil: Editora Avis Brasilis, 2009. 305 p.
- SILVA, J. M. C.; SOUZA, M. A.; BIEBER, D.; CARLOS, C. J. Aves da Caatinga: status, uso do habitat e sensibilidade. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (orgs.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife, PE: Edufpe, 2003. p. 237–273.
- SILVA, L. de M. R.; RODRIGUES, A. A. F. Densidade e distribuição espacial de aves limícolas em habitats de forrageio na costa amazônica brasileira. **Ornithologia**, v. 8, n. 1, p. 17–21, 2015.
- SMALLWOOD, K. S.; THELANDER, C. Bird mortality in the altamont pass wind resource area, California. **The Journal of Wildlife Management**, v. 72, n. 1, p. 215–223, 2008.
- SOARES, R. K. P.; RODRIGUES, A. A. F. Distribuição espacial e temporal da avifauna aquática no Lago de Santo Amaro, Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 17, n. 3–4, p. 173–182, 2009.
- SOMENZARI, M. *et al.* An overview of migratory birds in Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 58, n. 1, p. 1–66, 2018.
- STOTZ, D. F.; FITZPATRICK, J. W.; PARKER III, T. A.; MOSKOVITS, D. K. **Neotropical birds: ecology and conservation**. 1. ed. Chigago: university of chicago press, 1996.
- THELANDER, C. G.; SMALWOOD, K. S.; RUGGE, L. **Bird risk behaviors and fatalities at the Altamont Pass Wind Resource Area**. Ojai, Califórnia: NREL, 2003. 83 p.
- VASILAKIS, D. P.; WHITFIELD, D. P.; KATI, V. A balanced solution to the cumulative threat of industrialized wind farm development on cinereous vultures (*Aegypius monachus*) in south-eastern Europe. **PLoS ONE**, v. 12, n. 2, p. 1–17, 2017.
- VIELLIARD, J. M. E.; SILVA, W. R. Nova metodologia de levantamento quantitativo da avifauna e primeiros resultados no interior do Estado de São Paulo, Brasil. In: AZEVEDO, S. M. J. (org.). **Anais. IV Encontro Nacional de Anilhadores de Aves** Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 1990. p. 51–171.
- WANG, X.; CLARKE, J. A. The evolution of avian wing shape and previously unrecognized trends in covert feathering. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 282,

n. 1816, p. 1–9, 2015.

WELCKER, J.; LIESENJOHANN, M.; BLEW, J.; NEHLS, G.; GRÜNKORN, T. Nocturnal migrants do not incur higher collision risk at wind turbines than diurnally active species. **Ibis**, v. 159, n. 2, p. 366–373, 2017.

WILLIS, E. O. The composition of avian communities in remanescent woodlots in Southern Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 33, n. 1, p. 1–25, 1979.

ZHAO, S.; XU, H.; ZHONG, S.; SONG, N.; LIU, N.; WANG, Z.; LI, B.; WANG, T. Risk evaluation of onshore wind farms in relation to wild duck (Anatidae) movements in the Yangtze River Mouth, China. **IET Renewable Power Generation**, v. 16, n. 3, p. 470–477, 2022.

**5 ARTIGO 3: PERCEPÇÃO DOS IMPACTOS DE PARQUES EÓLICOS SOBRE O ECOTURISMO DE OBSERVAÇÃO DOS GUARÁS, *EUDOCIMUS RUBER* (LINNAEUS, 1758) NOS PEQUENOS LENÇÓIS MARANHENSES, NE, BRASIL**

**Artigo publicado**

**Periódico: Boletim Goiano de Geografia**

**ISSN: 1884-8501**

**Qualis A1**



**Percepção dos impactos de parques eólicos sobre o ecoturismo de observação dos guarás, *Eudocimus ruber* (Linnaeus, 1758) nos Pequenos Lençóis Maranhenses, NE, Brasil**

**Perception about wind farm-related impacts on birdwatching ecotourism focused on scarlet ibis species *Eudocimus ruber* (Linnaeus, 1758) in *Pequenos Lençóis Maranhenses*, NE, Brazil**

**Percepción de los impactos de los parques eólicos en el ecoturismo de observación de guarás, *Eudocimus ruber* (Linnaeus, 1758) en los Pequenos Lençóis Maranhenses, NE, Brasil**

Francisco das Chagas Vieira Santos<sup>1</sup>, Roseli Farias Melo de Barros<sup>2</sup> e Anderson Guzzi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil. E-mail: fcovieira2@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil. E-mail: rbarros@ufpi.edu.br

<sup>3</sup> Universidade Federal do Delta do Parnaíba, Parnaíba, Brasil. E-mail: guzzi@ufpi.edu.br

**Resumo.** Este trabalho teve como objetivo registrar, por meio de percepções dos condutores locais de turismo, os impactos dos parques eólicos sobre populações de *E. ruber* e a importância dessa espécie para o ecoturismo na região dos Pequenos Lençóis Maranhenses (PLM). O estudo foi realizado nos municípios de Paulino Neves e Barreirinhas/MA, entre junho e julho de 2019. O método *Rapport* foi utilizado para viabilizar a familiarização e a confiança dos entrevistados. Entrevistas semiestruturadas com 35 condutores locais foram realizadas posteriormente, sendo que 46% dos condutores responderam que tanto a instalação quanto a operação dos parques eólicos não causaram impactos negativos nos guarás e 23% deles relataram que o soterramento de lagoas é um dos principais problemas gerados pelo empreendimento. No que tange a importância dos guarás para o ecoturismo local, quatro categorias foram analisadas e 60% dos entrevistados responderam que a revoada desses animais incentiva o turismo na região e, conseqüentemente, impacta positivamente sua fonte de renda. Os respondentes citaram 13 atrativos turísticos com potencial de observação da espécie. As localidades mais citadas foram Lagoa do Alazão (n = 27), Caburé (n = 25) e Praia da Assembleia (n = 13). A maioria dos condutores não relatou impactos negativos de parques eólicos nos guarás, e demonstraram conhecer a importância, o comportamento e a distribuição dessa espécie na região. A não percepção dos impactos não significa que eles não ocorram - fato que pode comprometer o potencial da região para a observação de aves.

**Palavras-chave:** avifauna; condutores de turismo; conservação; Maranhão.

**Abstract.** The aim of the current study is to record the impact of wind farms on *E. ruber* populations and the importance of this species for ecotourism in the PLM region based on the perception of local tour drivers. The study was conducted in Paulino Neves and Barreirinhas counties / Maranhão State, from June to July 2019. The *Rapport* method was used for familiarization and trust purposes; it was followed by semi-structured interviews with 35 local drivers. In total, 46% of drivers have said that wind farm implementation and operation processes did not have negative impact on scarlet ibis; however, 23% of interviewees reported that buried ponds were one of the main issues generated by the venture. Four categories were analyzed to assess the importance of scarlet ibis to local ecotourism; however, 60% of interviewees has stated that the flock of these birds encourages tourism in the region and,

consequently, it helps improving income sources. Interviewees have mentioned 13 tourist attractions with potential for scarlet ibis birdwatching. Alazão Pond (n = 27) was the most cited location; it was followed by Caburé (n = 25) and Assembleia Beach (n = 13). Most tour drivers did not perceive negative impacts of wind farms on scarlet ibis populations. In addition, they acknowledged the importance, behavior and distribution of the species in the region. The fact that impacts have not been perceived does not mean that they are not occurring a fact that can compromise the region's potential for bird watching.

**Keywords:** avifauna; tour drivers; conservation; Maranhão.

**Resumen.** Nuestro objetivo fue registrar, a través de percepciones de los impulsores del turismo local, los impactos de los parques eólicos en las poblaciones de *E. ruber* y la importancia de la especie para el ecoturismo en la región PLM. El estudio se desarrolló en los municipios de Paulino Neves y Barreirinhas-MA, de junio a julio de 2019. Para posibilitar la familiarización y confianza de los entrevistados, se utilizó el método *Rapport* y, posteriormente, entrevistas semiestructuradas a 35 conductores locales. El 46% de los conductores respondió que la instalación y operación de los parques eólicos no causó impactos negativos en los guarás, sin embargo, el 23% informó que el sepultamiento de lagunas es uno de los principales problemas generados por el proyecto. Fueron analizadas cuatro categorías respecto a la importancia de los guarás para el ecoturismo local, de las cuales, 60% respondió que el revuelo de los guarás incentiva el turismo en la región y, consecuentemente, representa una mejoría en las fuentes de ingresos. Los informantes citaron 13 atracciones turísticas con potencial para la observación de la especie. La localidad más citada fue Lagoa do Alazão (n =27), seguida de Caburé (n = 25) y Praia da Assembleia (n = 13). La mayoría de los conductores no notan impactos negativos de los parques eólicos en los guarás, además, muestran conocer la importancia, el comportamiento y su distribución en la región. El hecho de que los impactos no se perciban no significa que no se estén produciendo, lo que puede comprometer el potencial de la región para la observación de aves.

**Palabras clave:** avifauna; conductores de turismo; conservación; Maranhão.

## INTRODUÇÃO

O Brasil, país reconhecido por ter a maior diversidade biológica do mundo, ocupa o segundo lugar (atrás apenas da Colômbia) em riqueza de aves, com 1.971 espécies - número que corresponde a aproximadamente 20% de toda avifauna do planeta (PACHECO *et al.*, 2021, p. 97). Além disso, nosso país é o primeiro das Américas em número de aves endêmicas, com 189 espécies - ou seja, quase 10% do total da diversidade biológica é composto por espécies exclusivamente brasileiras (PIACENTINI *et al.*, 2015, p. 94). Essa diversidade de aves e seus endemismos são recursos incomparáveis que podem alavancar o ecoturismo e a economia nacional (FARIAS, 2006, p. 474).

A observação de aves como atividade turística vem sendo praticada há décadas em vários países do Hemisfério Norte (PINHEIRO, 2019, p. 401). Estimativas atuais indicam mais de 100 milhões de praticantes de observação de aves no mundo inteiro, sendo que quase

a metade deste número – 45 milhões – está concentrada nos Estados Unidos e Inglaterra (LAMAS *et al.*, 2018, p. 8). No Brasil, esta atividade ainda é considerada relativamente nova, com referência à década de 1980 e à criação dos primeiros clubes de observadores em todo o país. Apesar do grande impulso inicial para a prática da modalidade na década de 1990, seguiu-se uma fase de relativa estagnação (CARVALHO; HINGST-ZAHER, 2019, p. 10).

Mais recentemente, estados como São Paulo e Mato Grosso do Sul têm se destacado na observação de aves. A cidade de Campo Grande (MS), por exemplo, vem sendo reconhecida como a capital do turismo de observação de aves - através da valorização da biodiversidade urbana e da incorporação dessa atividade às práticas culturais locais (MAMEDE; BENITES, 2020, p. 410). Além disso, essa modalidade pode impulsionar o potencial do ecoturismo de outras regiões. A Área de Proteção Ambiental (APA) Delta do Rio Parnaíba e a região dos lençóis maranhenses (Nordeste), apesar de terem o turismo consolidado, e a riqueza da avifauna ser um estimulante para atividade de observação, ainda são pouco exploradas - com exceção da revoada dos guarás, considerada uma das maiores atrações da região (SANTOS *et al.*, 2019, p. 861).

As políticas públicas de turismo, especificamente no estado do Maranhão (NE), têm como marco iniciativas alavancadas pelo Programa Regional de Desenvolvimento do Turismo (PRODETUR) I e II, com início em 1991, a saber: implantação da Rota das Emoções, em 2005, o Plano Popular de Desenvolvimento Regional do Estado do Maranhão – PPDR e/ou o Plano Maior, em 2008, os quais buscavam a integração entre organizações civis e sociais para impulsionar o desenvolvimento regional sustentável por meio do turismo (MATOS; ARAÚJO, 2013, p. 39). Porém, essas ações foram mais relacionadas ao Turismo de Sol e Praia; portanto, o Ecoturismo ainda ocupa uma posição secundária nas políticas públicas de turismo locais.

A região dos Pequenos Lençóis Maranhenses (PLM) faz parte da Rota das Emoções, que tornou-se uma política pública após o estabelecimento da parceria entre o Ministério do Turismo e o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE (ARAÚJO *et al.*, 2020). Conseqüentemente, os ambientes com atratividade ecoturística precisam ser localmente reconhecidos e ter planos de desenvolvimento a fim de incentivar o envolvimento comunitário e a conservação dos ambientes naturais locais (CARVALHO *et al.*, 2020; SÁNCHEZ-RIVERO; SÁNCHEZ-MARTÍN; RANGEL, 2020).

Adotamos a definição de ecoturismo que o considera um segmento da atividade turística voltada ao uso sustentável do patrimônio natural e cultural, ao incentivar sua conservação e buscar a formação de uma consciência ambientalista (BRASIL, 2006). Nesse

sentido, compreende-se como relevante a investigação, em pareceria com os residentes locais, dos fatores que impactam negativa ou positivamente o desenvolvimento do turismo (SANTANA; NASCIMENTO; MARQUES-JUNIOR, 2020, p. 158).

A riqueza de espécies e a paisagem natural da região dos Pequenos Lençóis Maranhenses propicia a atividade de observação de aves, (CARVALHO, 2015; SOARES; RODRIGUES, 2009). O guará (*E. ruber*), ave de exuberante beleza, faz parte dessa avifauna, seus representantes habitam regiões costeiras, mas também são encontrados nos manguezais da América do Sul, em parte da Colômbia, Venezuela, Trinidad Tobago, Suriname, Guiana, Guiana Francesa e no Brasil (OLMOS; SILVA E SILVA, 2003; SICK, 1997). No entanto, vários parques eólicos foram instalados na região dos PLM e fazem parte do roteiro onde as atividades turísticas são realizadas. Em regiões litorâneas, o planejamento de grandes empreendimentos como os parques eólicos, bem como a atividade turística, devem considerar que essas são áreas ambientalmente sensíveis, caracterizadas por ecossistemas diferenciados, constituindo um dos espaços mais impactados pela ação antrópica (SOARES; MARQUES JÚNIOR; CHAGAS, 2018, p. 200).

A instalação de parques eólicos na região dos Pequenos Lençóis Maranhenses (PLM) pode impactar diretamente o ecoturismo de observação de aves, principalmente no que se refere à revoada dos guarás (*E. ruber*), a qual é utilizada pela comunidade local como importante fonte de recurso turístico. Nesse sentido, este estudo teve como objetivo registrar, através das percepções dos condutores locais de turismo, os impactos dos parques eólicos sobre as populações de *E. ruber* e a importância da espécie para o ecoturismo na região dos PLM.

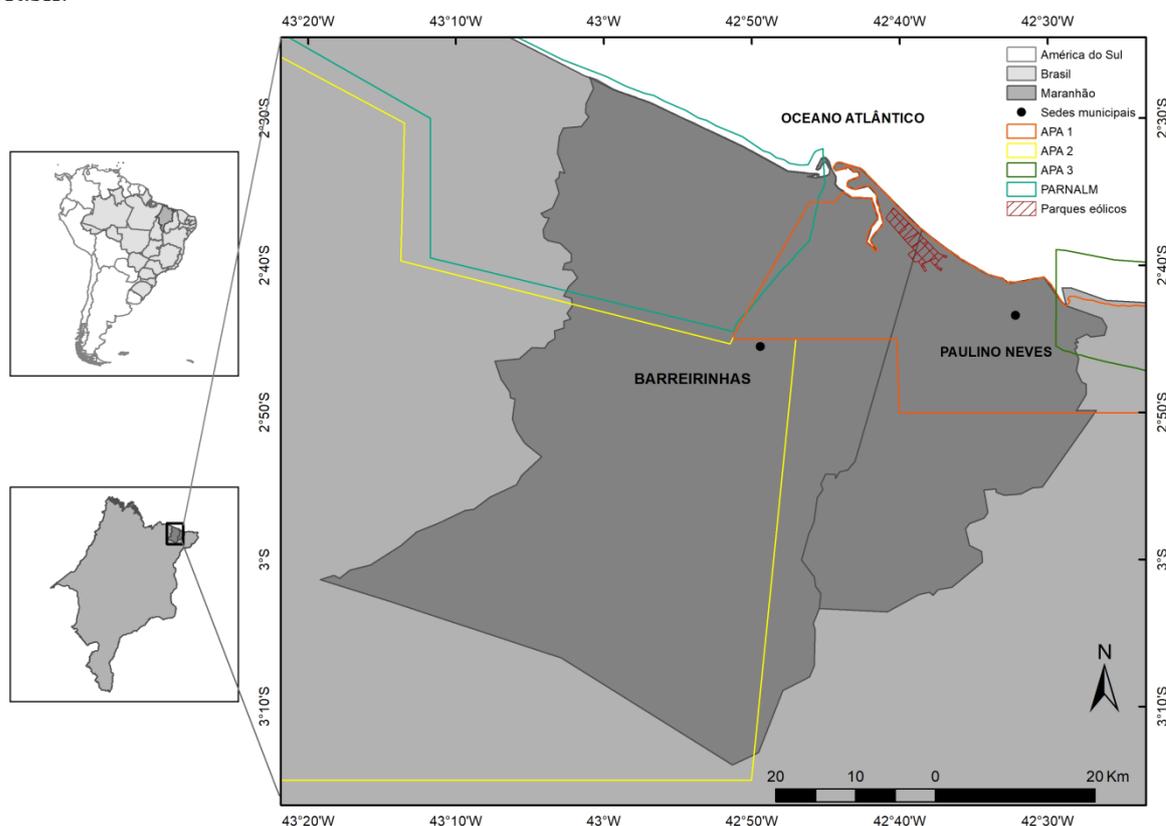
## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Delimitação e caracterização da área de estudo**

O estudo foi realizado no litoral dos municípios de Paulino Neves e Barreirinhas, estado do Maranhão, na região dos Pequenos Lençóis Maranhenses (PLM), zona de amortecimento do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (PNLM), o qual foi criado por meio do Decreto nº 86.060, de 02/06/1981 (ICMBIO, 2020). Os municípios supracitados abrangem três Áreas de Proteção Ambiental (APAs), a saber: uma de instância federal - Delta do Parnaíba - e duas de instância estadual - Upaon-Açu/Miritiba/Alto Preguiças e a Foz do Rio Preguiças/Pequenos Lençóis/Região Lagunar Adjacente (CASTRO; PIORSKI, 2002; ICMBIO, 2018). O complexo eólico está localizado a aproximadamente 35 km da sede do município de Barreirinhas e cerca de 3 km da sede municipal de Paulino Neves

(2°38'16.99"S/ 42°38'58.14"O) (Figura 1). A população estimada para o ano de 2019 no município de Paulino Neves foi de 16.035 habitantes e de Barreirinhas, 62.528 (IBGE, 2019). O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Tropical Quente e Úmido (As), com alto índice de pluviosidade devido à influência da massa Equatorial Atlântica entre os meses de janeiro a junho (ALVARES *et al.*, 2014). Durante o verão, as lagoas evaporam e voltam a se formar, entre as dunas, no inverno (CARVALHO, 2015). A região é constituída por dunas livres, lagoas interdunais e uma vegetação específica, que é composta por um mosaico de fitofisionomias dominadas, geralmente, por ecossistemas costeiros como restingas e manguezais (MIRANDA; COSTA; ROCHA, 2012; RODRIGUES *et al.*, 2019, p. 55).

Figura 1. Localização dos municípios de Barreirinhas e Paulino Neves, Maranhão, Nordeste, Brasil.



Fonte: IBGE (2010), modificado por Santos (2020). Legenda. APA1: Área de Proteção Ambiental Foz do Rio Preguiças/Pequenos Lençóis/Região Lagunar Adjacente. APA2: Área de Proteção Ambiental Upaon-açu/Miritiba/Alto Preguiças. APA3: Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba. PARNALM: Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.

### Coletas de dados

A presente pesquisa foi cadastrada no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen) sob número A5462DF, obtida pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO (número 47565-6), e

aprovada e consubstanciada pelo Comitê de Ética em Pesquisa Humana (CEP) da Universidade Federal do Piauí – UFPI (número 3.221.565). As entrevistas foram realizadas no período de maio a julho de 2019. O método de *Rapport* foi utilizado para viabilizar a familiarização e a confiança dos entrevistados. Posteriormente, foram realizadas entrevistas semiestruturadas (BERNARD, 2017) com 35 condutores locais, maiores de 18 anos de idade e com fonte de renda vinda do turismo ecológico na região. O formulário abrangeu questões como: aspectos socioeconômicos dos entrevistados, conhecimento e importância das populações de *E. ruber* para o ecoturismo regional, assim como a percepção dos impactos da operação do complexo eólico sobre a espécie (Apêndice B). A escolha dos respondentes foi feita através da técnica bola-de-neve (BAYLEY, 1982), a qual consiste em localizar os entrevistados alvos da pesquisa a partir da indicação do primeiro participante. A natureza da pesquisa e os objetivos dela foram informados a cada um dos respondentes antes de cada entrevista, além da permissão do registro das informações de cada participante. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) em duas vias foi entregue aos que concordaram em participar. Além disso, foi realizada coleta de coordenadas geográficas por meio do Sistema de Posicionamento Global (GPS), almejando a elaboração espacial dos atrativos turísticos para observação de aves citados pelos informantes.

### **Análise dos dados**

Dados coletados no formulário de entrevistas foram organizados em planilha eletrônica (MS EXCEL© 2016). Os gráficos foram elaborados em alta resolução (300 dpi) no MS EXCEL© 2016, com auxílio da ferramenta opensource *add-in* DANIEL's XL TOOLBOX versão 6.60 (KRAUS, 2014). A distribuição espacial dos atrativos turísticos para observação dos guarás foi organizada em três etapas principais: a primeira, consistiu na inserção das coordenadas geográficas dos locais citados pelos informantes; a segunda, deu origem à criação do *layout* sob base cartográfica georreferenciada (Folha SA-23-Z-B-II e SA-23-Z-B-V) dos municípios estudados (IMESC, 2020) e; a terceira, foi pautada na interpretação dos dados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando o *Software* ArcGIS versão 10.3., transformando dados em informação espacial ou geográfica (ESRI, 2019).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Aspectos socioeconômicos**

No tocante ao perfil socioeconômico, foi possível observar que todos os informantes eram do gênero masculino e com faixa etária predominante entre 30 e 39 anos (29%). O maior grupo, composto por 29% dos entrevistados, possui entre um e dois anos de experiência profissional. É importante ressaltar que 17% dos respondentes nesse grupo estão na categoria de 10 a 20 anos na condução de turistas. A maioria dos participantes tem ensino médio completo (63%). A renda mensal familiar variou de um a quatro salários mínimos, com destaque para 49% dos entrevistados que ganhavam, em média, até dois salários mínimos (Tabela 1).

Tabela 1. Perfil socioeconômico dos condutores de turismo da região dos Pequenos Lençóis Maranhenses (PLM), Nordeste, Brasil.

<b>Perfil</b>	<b><i>n</i></b>	<b>%</b>
<b>Gênero</b>		
Feminino	-	-
Masculino	35	100%
<b>Idade</b>		
20 - 29 anos	8	23%
30 - 39 anos	10	29%
40 - 49 anos	7	20%
50 - 59 anos	7	20%
> 60 anos	2	6%
Não informaram idade	1	3%
<b>Experiência profissional</b>		
1 - 2 anos	10	29%
3 - 4 anos	8	23%
5 - 6 anos	6	17%
7 - 8 anos	2	6%
9 - 10 anos	3	9%
10 - 20 anos	6	17%
<b>Escolaridade</b>		
Não alfabetizado	3	9%
Ensino fundamental	8	23%
Ensino médio	22	63%
Ensino superior completo	2	6%

<b>Perfil</b>	<b><i>n</i></b>	<b>%</b>
<b>Renda familiar (mensal)</b>		
< 1 salário mínimo	4	11%
1 salários mínimos	5	14%
2 salários mínimos	17	49%
3 salários mínimo	8	23%
4 salários mínimos	1	3%

Fonte: os autores (2021).

Parte da população economicamente ativa da região dos lençóis Maranhenses dedica-se à agricultura, pecuária, silvicultura e exploração vegetal (IBGE, 2019). Essa é uma região rica em plantações de buritizais, os quais são usados na construção de móveis, casas, barcos e, também, como recursos alimentícios, mas, principalmente, no extrativismo destinado, exclusivamente, à produção dos artesanatos turísticos (VIEIRA *et al.*, 2019, p. 8). A pesca ainda é uma atividade importante na economia, especialmente para a subsistência das comunidades mais pobres. No entanto, o cultivo da castanha do caju é um dos produtos agrícolas mais importantes do lugar (SALDANHA *et al.*, 2017, p. 473).

Embora a atividade agrícola seja espacialmente predominante no território, o setor de serviços - incluindo o turismo -, tem se desenvolvido na região e é hoje o principal setor da economia local (IBGE, 2019). O destaque regional é o município de Barreirinhas, o qual teve um fluxo turístico crescente nas últimas décadas (GRAÇA, 2010; PINHO, DANTAS; SANTOS, 2019). Esse fenômeno promove uma nova dinâmica socioeconômica e espacial, dada, em grande parte, à proximidade ao PNLM, o que ampliou a visibilidade turística da região (PINHO; DANTAS; SANTOS, 2019, p. 545). Cabe destacar que o PNLM é o 10º Parque Nacional mais visitado do Brasil (ICMBio, 2020).

O desafio de melhorar a própria qualidade de vida, seja na zona urbana ou na rural, tem incentivado muitas comunidades a buscar atividades econômicas alternativas, que possam gerar renda e desenvolvimento em seu território. Em 2010, o percentual de pessoas empregadas na faixa etária de 18 anos, ou mais, no setor agrícola, era de 47,72%, enquanto no setor de serviços, tal percentual era de 27,61% (ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO DO BRASIL, 2019). As riquezas geradas no mesmo período foram mais significativas no setor de serviços: R\$ 149.036 milhões, do que no setor agropecuário: R\$ 30.397 milhões (IBGE, 2020). Dessa forma, o turismo tem sido uma saída para essas comunidades (OLIVEIRA; PEREIRA, 2019). Partindo dessa premissa, a observação de aves

em seu meio natural é uma atividade ecoturística de recreação ao ar livre, educativa e alinhada com a preservação ambiental (FARIAS, 2007; PINHEIRO, 2019).

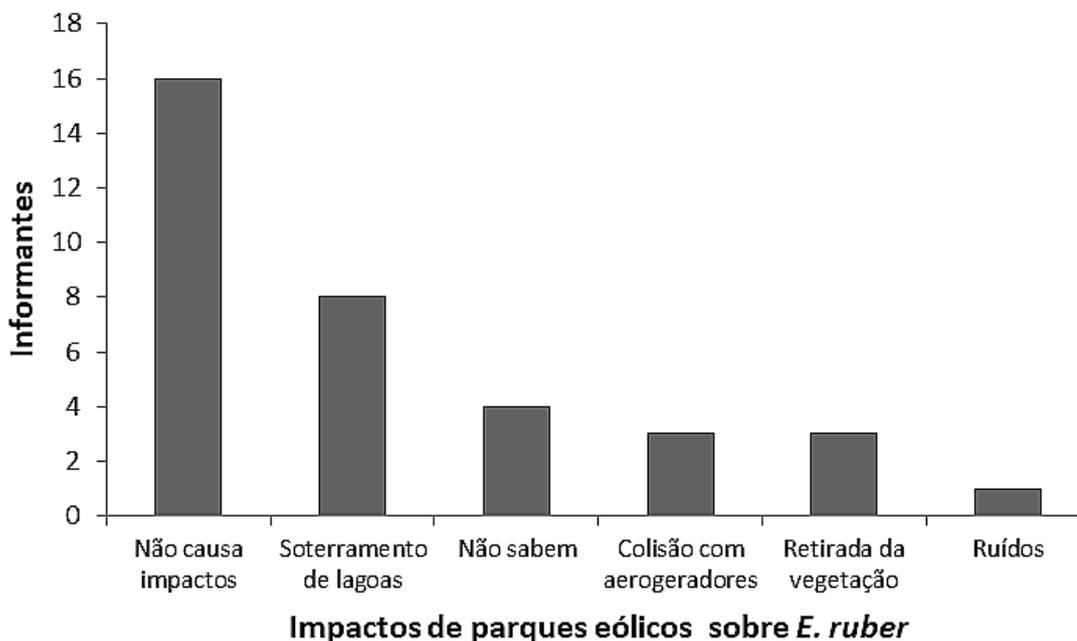
A região dos PLM está inserida entre quatro Unidades de Conservação (UCs), uma delas é de proteção integral e um dos Parques Nacionais mais visitados do Brasil (PNLM), as demais são Áreas de Proteção Ambiental (APAs) de uso sustentável (CASTRO; PIORSKI, 2002; ICMBIO, 2018). O PNLM é o décimo parque mais visitado do Brasil e recebeu, em 2019, 151.786 visitantes. O fluxo e a estrutura existentes para a recepção de turistas motivou o Ministério do Meio Ambiente (MMA) a incluir o Parque no Programa Nacional de Desestatização (PND) do Governo Federal, Decreto nº 10.147, de 2 de dezembro de 2019.

Inicialmente, três Parques Nacionais foram incluídos no programa: o dos Lençóis Maranhenses, o de Jericoacoara e o de Foz do Iguaçu. A visitação no PNLM vem crescendo exponencialmente nos últimos anos, e praticamente dobrou entre os anos de 2013 (42.000 visitantes) e 2017 (89.540 visitantes). Entre os anos 2017 e 2019, houve um aumento de 69,5% (ICMBIO, 2020).

### **Impactos de parques eólicos sobre *E. ruber***

Dos informantes selecionados, 57% costumam visualizar bandos entre 50 e 100 indivíduos de *E. ruber* nas intermediações do complexo eólico durante um roteiro de turismo, eles foram seguidos de 26% da categoria que visualiza bandos entre 5 e 50, e 17% foram aqueles que visualizam bandos com mais de 100 indivíduos. Aliado a isso, os meses de junho e maio tiveram destaque entre os respondentes como períodos em que a espécie é mais avistada: 31% e 23%, respectivamente. Um terceiro grupo citou os meses de janeiro, julho e novembro (9% cada), que foram seguidos por fevereiro, março e agosto (6% cada), 3% não souberam responder. Dentre as categorias analisadas, 46% dos condutores acreditam que a instalação e a operação dos parques eólicos não causaram impactos negativos nos guarás; mas vale destacar que 23% relataram que o soterramento de lagoas é um dos principais problemas gerados por esse tipo de empreendimento, além disso, 11% não souberam responder (Figura 2).

Figura 2. Atividades realizadas pelos parques eólicos que geram impactos para *Eudocimus ruber*.



Fonte. Os autores (2021).

Poucos estudos são encontrados na literatura sobre comportamento e distribuição da espécie no Maranhão. No entanto, em monitoramentos de aves em parques eólicos na região dos PNL, 30.831 contatos com indivíduos pertencentes a 70 espécies distribuídas em 27 famílias foram registrados. Nesses monitoramentos, 1.190 indivíduos de *E. ruber* foram identificados entre os anos de 2017 e 2020 (*in prep.*). No ano de 1991, uma colônia de aproximadamente 2.500 indivíduos foi registrada em área de mangue na Ilha do Cajual. Eles podem ser observados, em maior número nos meses de maio e junho (RODRIGUES, 1995). Esse resultado é semelhante aos dados coletados por meio dos informantes no presente estudo. Posteriormente, em 1994, uma pesquisa sobre a distribuição espacial e reprodutiva dos guarás na ilha foi realizada, ela possibilitou registrar cerca de 3.500 indivíduos (HASS; MATOS; MARCONDES-MACHADO, 1999).

A presença de manguezais em áreas adjacentes aos parques eólicos justifica, em grande parte, a visualização de *E. ruber* ao longo de um roteiro turístico. Considerando que o Maranhão é o estado brasileiro que possui maior área ocupada por mangues (505 mil ha), a conservação desses ecossistemas é de fundamental importância, pois abriga alta diversidade biológica de aves residentes e migratórias (ICMBIO, 2018). Em estudo sobre a percepção da conservação de áreas de mangues, foi possível observar que grande parte dos informantes identificou a necessidade de políticas de conservação mais ativas nesses ecossistemas, fato

que pode favorecer vários serviços ambientais como, por exemplo, a proteção de *habitat* (LEWIS; GRANEK; NIELSEN-PINCUS, 2019) e a disponibilidade de recursos alimentares específicos para *E. ruber*, como os caranguejos dos gêneros *Uca* e *Ucides* (MARTÍNEZ, 2004).

Um estudo sobre os impactos dos parques eólicos *onshore* em uma área rural do Reino Unido demonstrou que 63% dos entrevistados (residentes e turistas) afirmaram que esses empreendimentos não causam impactos negativos nas atividades de turismo e são considerados geradores de energia limpa, com poucos danos ao meio ambiente (HARALDSSON *et al.*, 2020). Todavia, mesmo que haja benefícios na geração de energia eólica, os aerogeradores podem causar impactos negativos sobre a fauna, principalmente, mortalidade de aves e morcegos (EVERAERT; STIENEN, 2007; FALAVIGNA *et al.*, 2020; FARFÁN *et al.*, 2017, p. 7).

Sobre o impacto provocado pelo soterramento de lagoas, cabe ressaltar que esses *habitats*, na Área Diretamente Afetada (ADA) e na Área de Influência Indireta (AII) do complexo eólico, funcionam como uma importante ponte de conexão e refúgio para aves (Figuras 3C e 3D), não só como local de abrigo para espécies residentes, mas, também, como sítio de alimentação, reprodução e repouso para uma grande quantidade de aves migratórias (SILVA, 2020). Tais ambientes podem ter influenciado positivamente a diferença de números de espécies registrada em parques eólicos no Delta do Parnaíba (PEREIRA *et al.*, 2019). Ainda nessa região, em estudo de percepção ambiental, vários impactos foram registrados por meio de informantes locais, dentre eles: a modificação da paisagem do litoral; a poluição sonora; o soterramento de lagoas e a retirada da vegetação (BEZERRA *et al.*, 2017).

Figura 3. Registros de *E. ruber* na região dos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil.



Fonte: Pesquisa direta (2021).

O estudo da percepção ambiental trata de conhecer as causas da realidade de determinada questão ambiental e de compreender a relação do homem com o meio ambiente, a fim de utilizá-la ou transformá-la a favor da resolução de problemas (OLIVEIRA, 2009). Nesse contexto, a percepção ambiental, oriunda do conhecimento local, pode ser um instrumento de participação pública, positivo no processo de licenciamento de parques eólicos, e resultar na identificação de impactos negativos e de seus indicadores, os quais são considerados importantes para tomadas de decisão (NUNES *et al.*, 2019).

### **Importância de *E. ruber* para o ecoturismo de observação de aves nos PLM**

Quatro categorias foram analisadas no que se refere à importância dos guarás para a atividade de ecoturismo: 60% dos condutores responderam que a revoada dos guarás (Figuras 3A e 3B) incentiva o turismo na região e, conseqüentemente, gera uma melhoria na fonte de

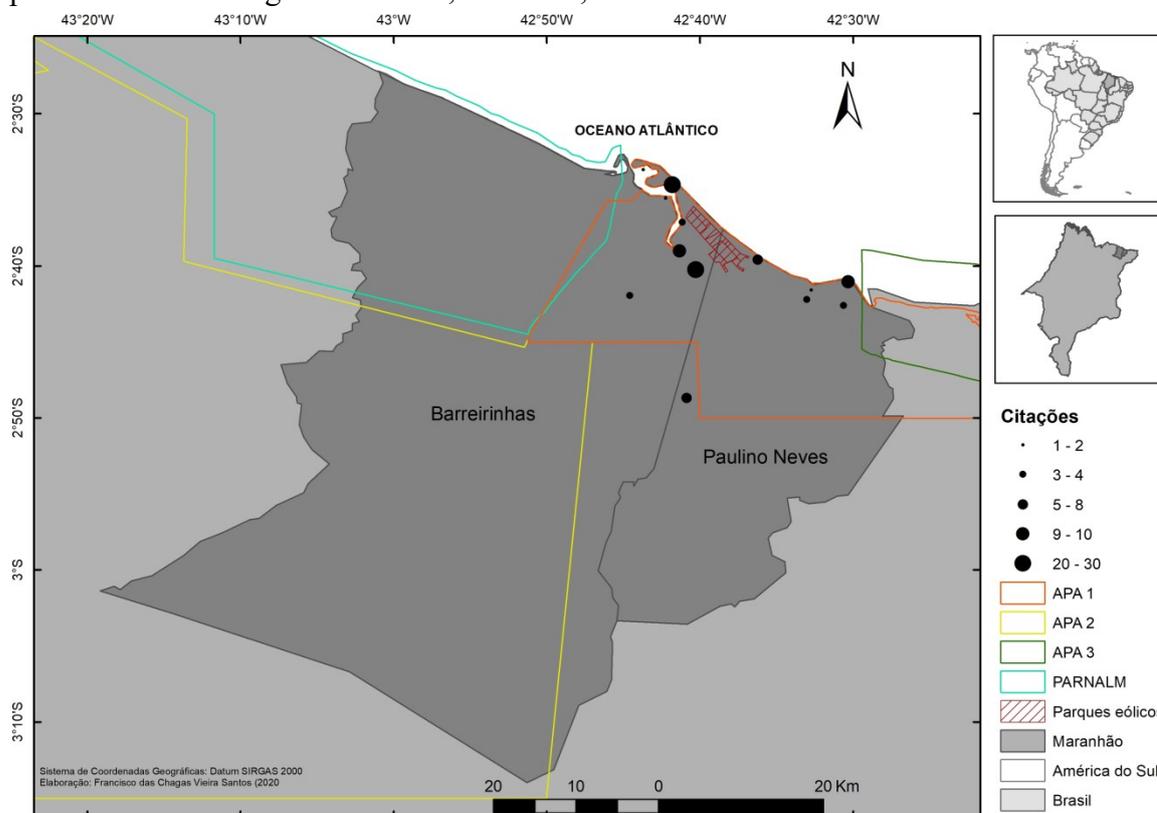
renda; 30% consideraram a espécie como símbolo dos PLM; 11% destacaram a beleza da ave, uma característica fundamental para a atividade de turismo; ao passo que 9% não souberam responder.

Na região da APA do Delta do Parnaíba, a “revoada dos guarás” é um dos maiores atrativos durante roteiros ecoturísticos na Rota das Emoções. Além disso, essa é considerada uma espécie símbolo, o que fortalece o incentivo ao turismo de observação de ave na APA (SANTOS *et al.*, 2019). Para comunidades ribeirinhas de Guaratuba (PR), o guará, além de ser um dos principais símbolos da cidade, representa vários atributos positivos, como a beleza da baía, da praia, da floresta e de outros pontos locais (SCHERER; BALDIN, 2014). Dessa forma, a observação dos guarás se configura como uma opção de geração de renda para a população local (ALEXANDRINO; QUEIROZ; MASSARUTTO, 2012, p. 30).

A avifauna residente e migratória da Ilha do Cajual oferece um dos mais belos fenômenos da vida silvestre do norte maranhense. Os maçaricos migratórios que frequentam as praias lamosas da ilha alguns meses por ano, fugindo do rigoroso inverno do Canadá (RODRIGUES, 2000), e os ninhais de garças, guarás e taquiris, nos luxuriantes manguezais do norte da ilha (MARTINEZ; RODRIGUES, 1999; RODRIGUES, 1995), são um poderoso atrativo para os turistas que visitam a região. As revoadas de milhares dessas aves que se dirigem para seus ninhos no final das tardes, vindas de pontos mais internos do Golfão Maranhense, onde passam o dia alimentando-se, são particularmente sensacionais (CASTRO; NORONHA; MEDEIROS, 2016).

Ao longo da pesquisa, observou-se um processo crescente de instalação de parques eólicos na região dos PLM. Foi possível registrar, por meio dos informantes, 13 atrativos turísticos com potencial para observação de *E. ruber* e/ou outras espécies de aves residentes e migratórias (Figura 4). As localidades mais citadas foram a Lagoa do Alazão (n = 27), Caburé (n = 25), Praia da Assembleia (n = 13) e comunidade Vassouras (n = 11).

Figura 4. Distribuição espacial dos principais pontos para observação de *E. ruber* e outras espécies de aves na região dos PLM, Nordeste, Brasil.



Fonte: IBGE (2010), modificado por Santos (2021). Legenda. APA1: Área de Proteção Ambiental Foz do Rio Preguiças/Pequenos Lençóis/Região Lagunar Adjacente. APA2: Área de Proteção Ambiental Upaon-açu/Miritiba/Alto Preguiças. APA3: Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba. PARNALM: Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.

A partir da identificação desses importantes sítios, ou áreas de observação de aves, torna-se mais fácil a elaboração de roteiros turísticos. O espaço, quando formalmente reconhecido como elemento da paisagem turística dentro de roteiros específicos, aumenta a qualidade de vida das populações residentes e torna os lugares mais atrativos à visitação (PINHEIRO, 2019). No entanto, quando trata-se de elementos da natureza e atrativos naturais vivos, algumas ações estratégicas multissetoriais para gestão, permanência, proteção e conservação deles são necessárias (MAMEDE; BENITES, 2020, p. 12).

Além de ampliar o ecoturismo para a região dos PLM, a observação de aves possui uma potencialidade considerável no que se refere à complementação de recursos para a comunidade local - nesse caso, para os condutores de turismo que ganham, em média, R\$ 300,00 por passeio. A atividade vem se destacando como alternativa de sustentabilidade e modelo de turismo que prioriza a interação com a natureza e o respeito aos ambientes naturais, e sua biodiversidade (MAMEDE; BENITES, 2020; PINHEIRO, 2019; SANTOS *et*

*al.*, 2019; SILVA, 2020). Outro aspecto positivo são os vários ciclos biológicos e padrões de migração das aves, permitindo que a observação de aves não sofra de um dos problemas mais comuns que afeta o turismo nacional: a sazonalidade (ALEXANDRINO; QUEIROZ; MASSARUTTO, 2012).

## CONCLUSÕES

O ecoturismo e as usinas eólicas, segundo a percepção dos condutores locais de turismo, não geram impactos nas populações de guarás. Ao considerar que ambas atividades econômicas - turismo e geração de energia - são importantes para o desenvolvimento econômico e social da região dos PLM, é necessário garantir que eles continuem acontecendo de maneira a não impactarem as populações de guarás. Tal objetivo pode ser alcançado por meio de futuros estudos acerca da capacidade de carga, para definir o limite da expansão das atividades citadas acima. Cabe ressaltar, que os dados encontrados pela pesquisa contrariam o senso comum, e até alguns estudos sobre a região, os quais consideram o turismo e os geradores eólicos grandes causadores de impactos ambientais sobre as aves.

As usinas eólicas ocupam grandes áreas e causam, ocasionalmente, a morte de aves por colisão, mas esse fato também não é percebido pelos condutores locais de turismo. Conforme relatos dos informantes, a maioria dos pontos de avistamento dos guarás da região dos PLM, estão localizados em APAs entre os municípios de Barreirinhas e Paulino Neves, porém sem controle e monitoramento de impacto sobre as aves. Por fim, cabe esclarecer que o fato de os impactos não serem percebidos, não significa que não estejam ocorrendo sobre a população de guarás. Esse quadro gera um alerta, pois se o impacto não é percebido, ele também não demanda ações de mitigação por parte das populações locais. Portanto, o potencial da região para a observação de aves pode ser comprometido antes mesmo de tornar-se uma alternativa para o ecoturismo nos PLM.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDRINO, E. R.; QUEIROZ, O. T. M. M.; MASSARUTTO, R. C. O potencial do município de Piracicaba (SP) para o turismo de observação de aves (Birdwatching). **Revista Brasileira de Ecoturismo**, v. 5, n. 1, p. 27–52, 2012.
- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2014.
- ARAÚJO, L. M. *et al.* Influência da roteirização em cenários turísticos brasileiros: Rota das Emoções- Parnaíba/Piauí (2005-2018). **Tourism and Hospitality International Journal**, v. 15, n. 1, p. 40–58, 2020.
- ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO DO BRASIL. **Barreirinhas, MA**. Disponível em: [http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil\\_m/barreirinhas\\_ma](http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/barreirinhas_ma). Acesso: 20 maio 2019.
- BAYLEY, K. D. **Methods and of social research**. New York: Free Press, 1982.
- BERNARD, H. R. **Research methods in anthropology: qualitative and quantitative approaches**. 6. ed. Newbury Park, CA: Rowman & Littlefield Publishers, 2017.
- BEZERRA, M. B. C. *et al.* Percepção dos impactos socioambientais decorrentes da implantação do complexo eólico Delta do Parnaíba. **Gaia Scientia**, v. 11, n. 1, p. 17–31, 2017.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO TURISMO. **Segmentação do Turismo: marcos conceituais**. Brasília: Ministério do Turismo, 2006.
- CARVALHO, G.; HINGST-ZAHER, E. **Observação de aves : torres, abrigos e mobiliário de apoio**. São Paulo: Tjrd Editora, 2019.
- CARVALHO, J. C. A. Turismo e Desenvolvimento Sustentável nos Lençóis Maranhenses. **Revista CEDS**, v. 1, n. 3, p. 1–20, 2015.
- CARVALHO, V. C. *et al.* A percepção autóctone sobre os ambientes naturais com potencial ecoturístico em Luminárias (MG): dinâmica e consequências. **Revista Brasileira de Ecoturismo (RBEcotur)**, v. 13, n. 1, p. 49–68, 2020.
- CASTRO, A. C. L.; PIORSKI, N. M. **Plano de Manejo do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, 2002**. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/parnalencoismaranhenses/planos-de-manejo.html>>. Acesso em: 7 ago. 2020.
- CASTRO, L. L. C.; NORONHA, G. S.; MEDEIROS, M. A. A. Ecoturismo como alternativa de Desenvolvimento Socioeconômico na Ilha do Cajual , Alcântara ( MA ). **Revista Brasileira de Ecoturismo**, v. 9, n. 3, p. 418–432, 2016.
- ESRI. Environmental Systems Research Institute. **ArcGIS Professional GIS for the desktop, versão 10.5**, 2019.
- EVERAERT, J.; STIENEN, E. W. M. Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). **Biodiversity and Conservation**, v. 16, n. 12, p. 103–117, 2007.

- FALAVIGNA, T. J. *et al.* Changes in bird species composition after a wind farm installation: A case study in South America. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 83, n. 1, p. 1–7, 2020.
- FARFÁN, M. Á. *et al.* Testing for errors in estimating bird mortality rates at wind farms and power lines. **Bird Conservation International**, v. 27, n. 3, p. 431–439, 2017.
- FARIAS, G. B. A observação de aves como possibilidade ecoturística. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 15, n. 3, p. 474–477, 2006.
- GRAÇA, I. M. **Barreirinhas em tempo de mudança: reconstrução de identidades nas rotas do turismo**. 2010. Tese de Doutorado - Universidade de Aveiro, Portugal, 2010, 371 f.
- HARALDSSON, M. *et al.* How to model social-ecological systems? – A case study on the effects of a future offshore wind farm on the local society and ecosystem, and whether social compensation matters. **Marine Policy**, v. 119, n. 1, p. 1–13, 2020.
- HASS, A.; MATOS, R. H. R.; MARCONDES-MACHADO, L. O. Ecologia reprodutiva e distribuição espacial da colônia de *Eudocimus ruber* (Ciconiiformes: Threskiornithidae) na Ilha do Cajual, Maranhão. **Ararajuba**, v. 7, n. 1, p. 41–44, 1999.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativa da população 2019 dos municípios de Paulino Neves e Barreirinhas – MA**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/> . Acesso em: 12 ago. 2020.
- ICMBIO. INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018.
- ICMBIO. INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, 2020**. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/parnalencoismaranhenses/planos-de-manejo.html>. Acesso em: 30 abr. 2020.
- IMESC. INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS. **Bases cartográficas municipais, 2020**. Disponível em: <http://www.zee.ma.gov.br/subsidio/html/cart1.html>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- KRAUS, D. Consolidated data analysis and presentation using an open-source add-in for the Microsoft Excel® spreadsheet software. **Medical Writing**, v. 23, n. 1, p. 25–28, 2014.
- LAMAS, I. R. *et al.* **Observação de Aves na Costa do Descobrimento: educação, conservação e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Conservação Internacional, 2018.
- LEWIS, C. L.; GRANEK, E. F.; NIELSEN-PINCUS, M. Assessing local attitudes and perceptions of non-native species to inform management of novel ecosystems. **Biological Invasions**, v. 21, n. 3, p. 961–982, 2019.
- MAMEDE, S.; BENITES, M. Identification and mapping of hotspots for observation of birds based on social and environmental indicators: tourism routing fo Campo Grande, MS. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, v. 13, n. 2, p. 409–434, 2020.

- MARTÍNEZ, C. Food and Niche Overlap of the Scarlet Ibis and the Yellow-crowned Night Heron in a Tropical Mangrove Swamp. **Waterbirds**, v. 27, n. 1, p. 1–8, 2004.
- MARTINEZ, C.; RODRIGUES, A. A. F. Breeding Biology of the Scarlat Ibis on Cajual Island, northern Brazil. **Journal of Ornithology**, v. 70, n. 4, p. 555–666, 1999.
- MATOS, F. O.; ARAÚJO, L. L. B. Considerações sobre a regionalização do turismo no “meio-norte” brasileiro. **Caminhos de Geografia**, v. 14, n. 46, p. 38–49, 2013.
- MIRANDA, J. P.; COSTA, J. C. L.; ROCHA, C. F. D. Reptiles from Lençóis Maranhenses National Park, Maranhão, northeastern Brazil. **ZooKeys**, v. 246, p. 51–68, 2012.
- NUNES, A. C. DE P. *et al.* Percepção ambiental na proposição de indicadores para avaliação de impactos ambientais de parques eólicos. **Confins**, v. 41, n. 1, p. 1–45, 2019.
- OLIVEIRA, A. P.; PEREIRA, B. Turismo de base comunitária na Amazônia Legal brasileira : organização da atividade ou estratégia de marketing ? **Revista Brasileira de Ecoturismo**, v. 12, n. 4, p. 488–505, 2019.
- OLIVEIRA, L. Percepção ambiental. **Revista Geografia e Pesquisa**, v. 6, n. 2, p. 56–72, 2009.
- OLMOS, F.; SILVA E SILVA, R. **Guará: ambiente, flora e fauna dos manguezais de Santos-Cubatão Brasil**. São Paulo: Empresa das Artes, 2003.
- PACHECO, J. F. *et al.* Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee – Second Edition. **Ornithology Research**, v. 1, n. 29, p. 94–105, 2021.
- PEREIRA, O. A. *et al.* Diversidade de aves em parques eólicos na apa Delta do parnaíba, nordeste, brasil. **Gaia Scientia**, v. 13, n. 4, p. 109–129, 2019.
- PIACENTINI, V. Q. *et al.* Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 23, n. 2, p. 91–298, 2015.
- PINHEIRO, R. T. Birdwatching tourism in the Protected Area of the Ilha do Bananal , Cantão Region ( TO , Brazil ). **Revista Brasileira de Ecoturismo**, v. 12, n. 4, p. 400–433, 2019.
- PINHO, T. R. R.; DANTAS, E. W. C.; SANTOS, J. DE O. Turismo e sustentabilidade em comunidades costeiras: reflexões sobre mudanças socioambientais em Jericoacoara (CE) e Barreirinhas (MA). **Revista Brasileira de Ecoturismo**, v. 12, n. 4, p. 531–562, 2019.
- RODRIGUES, A. A. F. Ocorrência da reprodução de *Eudocimus ruber* na ilha do Cajual, Maranhão, Brasil (Ciconiiformes, Threskiornithidae). **Ararajuba**, v. 3, n. 1, p. 67–68, 1995.
- RODRIGUES, A. A. F. Seasonal abundance of Neartic Shorebird in the Gulf of Maranhão, Brazil. **Journal of Field Ornithology**, v. 71, n. 1, p. 665–675, 2000.
- RODRIGUES, M. L. *et al.* Vascular flora of lençóis maranhenses national park, maranhão state, brazil: Checklist, floristic affinities and phytophysiognomies of restingas in the municipality of Barreirinhas. **Acta Botanica Brasilica**, v. 33, n. 3, p. 498–516, 2019.

SALDANHA, M. A. *et al.* Diagnóstico do emprego turístico gerado na cidade de Barreirinhas (MA). **Revista Brasileira de Ecoturismo**, v. 10, n. 2, p. 466–497, 2017.

SÁNCHEZ-RIVERO, M.; SÁNCHEZ-MARTÍN, J. M.; RANGEL, M. C. R. Characterization of birdwatching demand using a logit approach: Comparative analysis of source markets (National vs Foreign). **Animals**, v. 10, n. 6, p. 1–19, 2020.

SANTANA, C. S. C. DE M.; NASCIMENTO, M. A. L.; MARQUES-JUNIOR, S. Fatores que afetam o apoio dos residentes ao desenvolvimento do turismo em áreas naturais protegidas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, v. 14, n. 2, p. 156–172, 2020.

SANTOS, F. C. V. *et al.* O Potencial do Birdwatching na Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba (Piauí, Brasil). **Revista Brasileira de Ecoturismo**, v. 12, n. 5, p. 854–865, 2019.

SCHERER, F. A. S.; BALDIN, N. A representação social do Guará (*Eudocimus ruber*) nas falas e percepções das comunidades ribeirinhas de Guaratuba (PR): a educação ambiental necessária. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 31, n. 1, p. 61–75, 2014.

SICK, H. **Ornitologia brasileira**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

SILVA, J. A. D. DA. Birdwatching como uma proposta de valorização do espaço ecoturístico da Lagoa Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro (RJ). **Revista Brasileira de Ecoturismo**, v. 13, n. 3, p. 587–599, 2020.

SOARES, A. M. C.; MARQUES JÚNIOR, S.; CHAGAS, M. M. DAS. Fatores que afetam o comportamento ambiental de residentes em destinos turísticos costeiros. **Revista Turismo em Análise**, v. 29, n. 2, p. 196–215, 2018.

SOARES, R. K. P.; RODRIGUES, A. A. F. Distribuição espacial e temporal da avifauna aquática no Lago de Santo Amaro, Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 17, n. 3–4, p. 173–182, 2009.

VIEIRA, I. R. *et al.* Percepção de extrativistas sobre os buritizais na região dos Lençóis Maranhenses, Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 31, n. 1, p. 1–15, 2019.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da descaracterização do ambiente natural para a instalação de um complexo eólico na região dos Pequenos Lençóis Maranhenses, uma rica avifauna ainda pode ser observada na área de estudo. Não houve diferença de riqueza de aves estimadas entre os pontos internos do complexo eólico e áreas controle. O maior número de espécies (formado principalmente por aves aquáticas e limícolas) foi registrado nos pontos internos do complexo eólico e nas áreas controle com presença de estuários. *C. pusilla*, *C. canutus*, *C. wilsonia* e *L. griseus* estão presentes nas listas de espécies ameaçadas de extinção, sendo que as duas primeiras estão ameaçadas tanto nacionalmente, como globalmente.

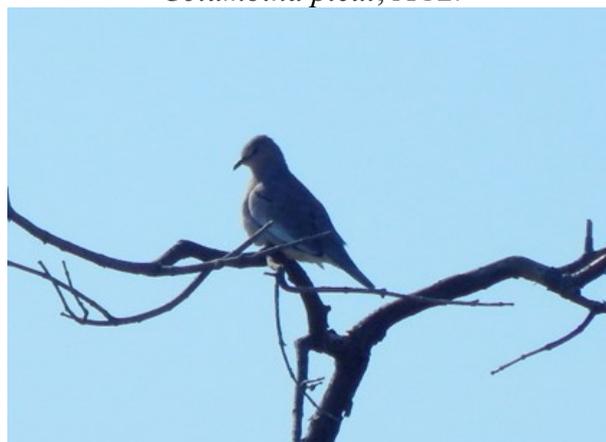
Além disso, a área do complexo eólico é um importante refúgio para espécies migratórias e composta principalmente por aves que se alimentam de invertebrados aquáticos, onívoras e insetívoras. A estimativa de densidade de abundância apontou pontos estratégicos para a aplicação de medidas mitigadoras futuras. Quanto aos critérios de risco à colisão, percebeu-se que a maioria das espécies mais vulneráveis pertence às famílias Scolopacidae, Anatidae, Ardeidae, Accipitridae, Cathartidae e Falconidae; ademais, outras características da avifauna contribuíram para uma classificação de alto risco à colisão como asas do tipo “alta ascensão” e as classificadas como de “grande porte”. As espécies com maior prevalência de fatalidades são abundantes, comuns e fazem uso habitual da área do complexo eólico para alimentação, nidificação e descanso.

Os dados coletados corroboram o mais recente relatório de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil, defendendo que a escolha minuciosa do local onde o parque é instalado, assim como o cuidado na disposição, no tamanho, e no número de turbinas, são fatores importantes para a redução do impacto sobre as aves. Nesse sentido, as populações identificadas com maior vulnerabilidade devem ser foco de futuros estudos de monitoramento na região do complexo eólico.

O ecoturismo e as usinas eólicas, segundo a percepção dos condutores locais de turismo, não geram impactos nas populações de guarás. Ao considerar que ambas atividades econômicas - turismo e geração de energia - são importantes para o desenvolvimento econômico e social da região dos PLM, é necessário garantir que eles continuem acontecendo de maneira a não impactarem as populações de guarás. Tal objetivo pode ser alcançado por meio de futuros estudos acerca da capacidade de carga, para definir o limite da expansão das atividades citadas acima. Cabe ressaltar, que os dados encontrados, relativos a percepção dos condutores nesta pesquisa, contrariam o senso comum, e até alguns estudos sobre a região, os quais consideram o turismo e os geradores eólicos grandes causadores de impactos ambientais

sobre as aves. É possível que a percepção de impacto ambiental tenha sido influenciada pelo retorno econômico que as atividades geram na comunidade estudada.

As usinas eólicas ocupam grandes áreas e causam, ocasionalmente, a morte de aves por colisão, mas esse fato também não é percebido pelos condutores locais de turismo. Conforme relatos dos informantes, a maioria dos pontos de avistamento dos guarás da região dos PLM, estão localizados em APAs entre os municípios de Barreirinhas e Paulino Neves, porém, sem controle e monitoramento de impacto sobre as aves. Por fim, cabe esclarecer que o fato de os impactos não serem percebidos, não significa que não estejam ocorrendo sobre a população de guarás. Esse quadro gera um alerta, pois se o impacto não é percebido, ele também não demanda ações de mitigação por parte das populações locais. Portanto, o potencial da região para a observação de aves pode ser comprometido antes mesmo de tornar-se uma alternativa para o ecoturismo nos PLM.

**APÊNDICES****APÊNDICE – A. Registro fotográfico da avifauna durante o monitoramento da fase de operação do Complexo eólico nos Pequenos Lençóis Maranhenses - MA, Brasil.***Chroicocephalus cirrocephalus*, P1.*Gelochelidon nilotica*, P2.*Tringa flavipes*, P3.*Columbina picui*, AC2.*Pluvialis squatarola* – AC 1.*Cyclarhis gujanensis*, AC2.

*Calidris canutus*, P7.



*Calidris canutus* e *Pluvialis squatarola*, P6.



*Calidris alba*, AC1.



*Limnodromus griseus*, AC2.



*Platalea ajaja*, P8.



*Dendrocygna autumnalis*, P10.



*Podilymbus podiceps*, P9.



Bando misto, P6.



*Butorides striata*, P6.



Bando de *Calidris canutus*, AC1.



*Numenius hudsonicus*, P6.



*Heterospizias meridionalis*, P12.



*Himantopus mexicanus*, P8.



*Charadrius collaris*, P1.



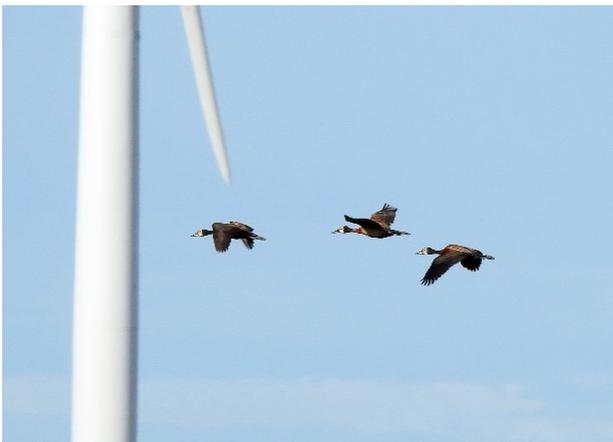
*Bando misto*, P11.



*Coragyps atratus*, P8.



*Dendrocygna viduata*, P5.



. *Bando misto*, AC2.



*Nyctanassa violácea*, P6.



*Rynchops niger*, P2.



*Haematopus palliatus*, P6.



*Megaceryle torquata*, P7.



*Milvago chimachima*, P2.



*Pitangus sulphuratus*, P1.



*Arenaria interpres*, P5.



*Phaetusa simplex*, P4.



*Egretta tricolor*, AC1.



*Tringa semipalmata*, AC2.



*Actitis macularius*, AC2.



*Charadrius semipalmatus*, P7.



Bando misto, P7.

*Netta erythrophthalma*, P9.*Limnodromus griseus*, AC1.*Bubulcus ibis*, P10.*Ardea alba*, P11.*Egretta thula*, P6.

*Theristicus caudatus*, P6.



*Tringa melanoleuca*, P1



*Calidris pusilla*, P1



*Circus buffoni*, AC3.



*Athene cunicularia*, AC3.



*T. flavipes* e *T. melanoleuca*, P4.



*Dendrocygna viduata*, P7.



*Anas bahamensis*, P4.



*Calidris minutilla*, P3.



*Rostrhamus sociabilis*, P5.



*Vanellus chilensis*, P8.



*Eudocimus ruber*, P6.



Bando misto, P6.



Bando misto, P4.

*Egretta caerulea*, AC2.*Egretta tricolor*, AC1.*Nannopterum brasilianus*, P10.*Rupornis magnirostris*, P6.

*Anthus lutescens*, R1.



*Tringa flavipes*, R2.



*Calidris pusilla*, R1.



*Arenaria interpres*, R1.



*Calidris minutilla*, R1



*Calidris alba*, R1.



*Charadrius collaris*, R1.*Charadrius semipalmatus*, R1.*Anthus lutescens*, R1.*Calidris alba*, R2*Calidris pusilla*, R2.*Vanellus chilensis*, R2.

Fonte: os autores (2020). Legenda: P1 a P12: Pontos de escuta para avifauna; R1-R2: redes de neblina; AC1: Área controle 1; AC2: Área controle 2; AC3: Área controle 3.

**APÊNDICE – B. Formulário para avaliação Percepção dos impactos de parques eólicos sobre o ecoturismo de observação dos guarás, *Eudocimus ruber* (Linnaeus, 1758) nos Pequenos Lençóis Maranhenses, NE, Brasil.**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
 PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
**CURSO DE DOUTORADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**  
 ASSOCIAÇÃO PLENA EM REDE: UFPI-UFC-UFRN-UFPB-UFPE-UFS-UESC-UFERSA  
 Avenida Universitária, nº1310 – Fone (86) 3215-5566 / E-mail: prodemadr@ufpi.edu.br

Número: \_\_\_\_\_

Data da aplicação: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Localidade: \_\_\_\_\_

**1. Gênero:** ( ) masculino ( ) feminino

**2. Idade:** \_\_\_\_\_

**3. Escolaridade:**

Não-alfabetizado ( ) Ensino fundamental: ( ) incompleto ( ) completo Ensino médio: ( ) incompleto ( ) completo Ensino superior: ( ) incompleto ( ) completo

Pós graduação ( )

**4. Renda familiar**

- ( ) Menor que 01 salário mínimo.  
 ( ) Entre 01 e 02 salários mínimos.  
 ( ) 02 a 03 salários mínimos.  
 ( ) 03 a 04 salários mínimos.  
 ( ) Maior que 04 salários mínimos.

**5. Há quanto tempo você trabalha como guia de turismo na região?**

- ( ) menos de 01 ano  
 ( ) Entre 01 e 02 anos  
 ( ) 02 a 03 anos  
 ( ) 03 a 04 anos  
 ( ) Mais que 04 anos

**6. Quais as principais atividades turísticas desenvolvidas na região?**

---



---



---



---

**7. Quais as principais aves observadas na atividade de turismo?**

---



---



---



---

**8. Você conhece a ave guará na região dos Lençóis maranhenses?**

Sim       Não

**9. Quando o guará é visualizado em uma atividade turística, estão em pequenos ou grandes bandos? Quantos indivíduos em média por bando?**

5 a 50 indivíduos       51 a 100 indivíduos       101 ou mais

**10. Em que mês do ano a ave é mais visualizada?**

Janeiro  Fevereiro  Março  Abril  Maio  Junho  Julho  Agosto  
 Setembro  Outubro  Novembro  Dezembro

**11. Os guarás possuem alguma importância para o ecoturismo? Se sim, qual?**

Sim       Não

---

---

---

**12. Você notou alguma diminuição dos guarás durante atividade turística e / ou após a instalação de parques eólicos na região?**

Sim  Não

**13. Que tipo de atividade realizada pelos parques eólicos oferece impacto para os guarás?**

Retirada da vegetação  Colisões com as hélices  Soterramento de lagoas  Ruídos  Não sabe  outros \_\_\_\_\_.

## ANEXOS

**ANEXO – A. Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa Humana – CEP da Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro Petrônio Portela.**



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Influência da operação de parques eólicos sobre a avifauna e o turismo ecológico na região dos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil

**Pesquisador:** ANDERSON GUZZI

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 09442819.0.0000.5214

**Instituição Proponente:** Universidade Federal do Piauí - UFPI

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 3.221.565

**Apresentação do Projeto:**

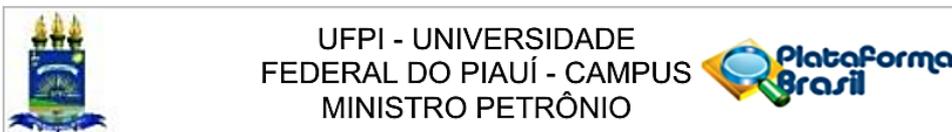
Energia eólica se destaca como promissora fonte de energia renovável, no entanto, produz efeitos ambientais como ruído, invasão visual e acidentes com aves. Nesse contexto, o objetivo do estudo é investigar o conhecimento dos guias de turismo sobre a influência de parques eólicos nas populações de *Eudocimus ruber* na região dos Pequenos Lençóis Maranhenses. A pesquisa será realizada nos municípios de Paulino Neves e Barreirinhas/MA. Os dados serão coletados de forma semelhante a outros estudos, com auxílio de formulário semiestruturado que será aplicado nos meses de junho e julho de 2019. A escolha dos participantes será por meio da técnica bola-de-neve, que consiste em localizar os demais entrevistados alvos da pesquisa a partir da indicação dos primeiros. Como resultado da pesquisa, espera-se a elaboração de uma lista de espécies de aves residentes e migratórias para a região dos Pequenos Lençóis Maranhenses; identificação da importância de *Eudocimus ruber* no ecoturismo local e identificação de mudanças na abundância da espécie a partir da implantação e operação de parques eólicos.

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário:

Investigar o conhecimento dos guias de turismo sobre a influência de parques eólicos nas populações de *Eudocimus ruber* na região dos Pequenos

**Endereço:** Campus Universitário Ministro Petrônio Portela.  
**Bairro:** Ininga **CEP:** 64.049-550  
**UF:** PI **Município:** TERESINA  
**Telefone:** (86)3237-2332 **Fax:** (86)3237-2332 **E-mail:** cep.ufpi@ufpi.edu.br



Continuação do Parecer: 3.221.565

Lençóis Maranhenses.

Objetivo Secundário:

1. Registra inventário das espécies de aves que ocorrem na área do complexo eólico; 2. Registrar por meio de percepções dos guias de turismo, a importância da população de *Eudocimus ruber* para o turismo ecológico na região dos Pequenos Lençóis Maranhenses. 3. Identificar mudanças na abundância da espécie a partir da implantação e operação dos aerogeradores.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Benefícios:** o estudo visa contribuir na diminuição de impactos na avifauna causados pela inserção de parques eólicos na região dos Pequenos Lençóis Maranhenses; resgatar os saberes locais, tornando-se uma ferramenta útil para o desenvolvimento de medidas sustentáveis e de conservação, assim como proporcionar uma atividade de retorno às comunidades, através de palestras e educação ambiental.

**Riscos:** O preenchimento deste formulário não representará qualquer risco de ordem física ou judicial para você. Não há implicações legais para você e seus familiares, pois em todo o momento garantiremos o seu anonimato e de seus familiares. Seu nome e de seus parentes não serão divulgados em resultados da pesquisa ou fornecidos para terceiros. Todos os dados coletados com a sua participação serão organizados e armazenados em total sigilo de modo a proteger a sua identidade. O único risco existente poderá ser o de constrangimento de sua pessoa durante o preenchimento do formulário de entrevista, que será minimizado e contornados por meio de uma postura responsável e ética do entrevistador, que lhe concederá tempo necessário para decisão de resposta e continuidade da entrevista, esclarecendo todas as dúvidas existentes respeitando seu tempo e direito de decisão.

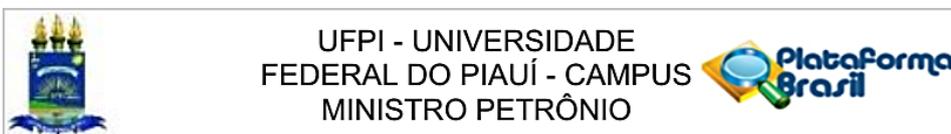
**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Pesquisa relevante

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os autores pedem dispensa sobre o termo de anuência por motivo da pesquisa não ser realizada em instituição e sim nas comunidades de Paulino Neve e Barreirinhas do Maranhão (MA), a autorização será dada através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE.

**Endereço:** Campus Universitário Ministro Petrônio Portella.  
**Bairro:** Ininga **CEP:** 64.049-550  
**UF:** PI **Município:** TERESINA  
**Telefone:** (86)3237-2332 **Fax:** (86)3237-2332 **E-mail:** cep.ufpi@ufpi.edu.br



Continuação do Parecer: 3.221.565

#### Recomendações:

Solicita-se que no TCLE a explicitação da garantia ao participante de ressarcimento e a descrição das formas de cobertura das despesas realizadas pelo participante decorrentes da pesquisa, quando houver.

#### Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

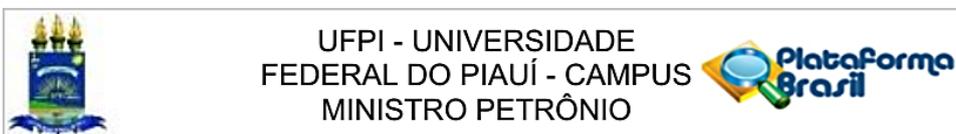
Parecer favorável. Solicita-se que seja enviado ao CEP/UFPI/CMPP o relatório parcial e o relatório final desta pesquisa. Os modelos encontram-se disponíveis no site: <http://ufpi.br/cep>

#### Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1297649.pdf	13/03/2019 15:30:39		Aceito
Outros	Formulario_de_entrevista.docx	13/03/2019 15:12:27	FRANCISCO DAS CHAGAS VIEIRA SANTOS	Aceito
Outros	Curriculo_pesquisador_assistente.pdf	13/03/2019 15:11:57	FRANCISCO DAS CHAGAS VIEIRA SANTOS	Aceito
Outros	Curriculo_pesquisador_responsavel.pdf	13/03/2019 15:11:09	FRANCISCO DAS CHAGAS VIEIRA SANTOS	Aceito
Outros	Autorizacao_institucional.doc	13/03/2019 15:04:49	FRANCISCO DAS CHAGAS VIEIRA SANTOS	Aceito
Orçamento	Orcamento_detalhado.docx	13/03/2019 15:02:13	FRANCISCO DAS CHAGAS VIEIRA SANTOS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projedo_de_Pesquisa.docx	13/03/2019 15:02:00	FRANCISCO DAS CHAGAS VIEIRA SANTOS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	13/03/2019 15:01:26	FRANCISCO DAS CHAGAS VIEIRA SANTOS	Aceito
Outros	Termo_de_confidencialidade.pdf	09/03/2019	FRANCISCO DAS	Aceito

Endereço: Campus Universitário Ministro Petrônio Portella.  
 Bairro: Ininga CEP: 64.049-550  
 UF: PI Município: TERESINA  
 Telefone: (86)3237-2332 Fax: (86)3237-2332 E-mail: [cep.ufpi@ufpi.edu.br](mailto:cep.ufpi@ufpi.edu.br)



Continuação do Parecer: 3.221.565

Outros	Termo_de_confidencialidade.pdf	00:16:40	CHAGAS VIEIRA SANTOS	Aceito
Outros	Carta_de_encaminhamento.pdf	09/03/2019 00:13:18	FRANCISCO DAS CHAGAS VIEIRA SANTOS	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaraca_do_pesquisador.pdf	09/03/2019 00:05:10	FRANCISCO DAS CHAGAS VIEIRA SANTOS	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	09/03/2019 00:04:13	FRANCISCO DAS CHAGAS VIEIRA SANTOS	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	09/03/2019 00:03:39	FRANCISCO DAS CHAGAS VIEIRA SANTOS	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

TERESINA, 25 de Março de 2019

Assinado por:

**Maria do Socorro Ferreira dos Santos  
(Coordenador(a))**

Endereço: Campus Universitário Ministro Petrônio Portella.  
 Bairro: Ininga CEP: 64.049-550  
 UF: PI Município: TERESINA  
 Telefone: (86)3237-2332 Fax: (86)3237-2332 E-mail: cep.ufpi@ufpi.edu.br

## ANEXO – B. Parecer consubstanciado do Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado – SisGen (cadastro 1).



**Ministério do Meio Ambiente**  
**CONSELHO DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO**  
SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL ASSOCIADO

**Certidão**  
**Cadastro nº A5462DF**

Declaramos, nos termos do art. 41 do Decreto nº 8.772/2016, que o cadastro de acesso ao patrimônio genético ou conhecimento tradicional associado, abaixo identificado e resumido, no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado foi submetido ao procedimento administrativo de verificação e não foi objeto de requerimentos admitidos de verificação de indícios de irregularidades ou, caso tenha sido, o requerimento de verificação não foi acatado pelo CGen.

Número do cadastro: **A5462DF**  
 Usuário: **Universidade Federal do Piauí**  
 CPF/CNPJ: **06.517.387/0001-34**  
 Objeto do Acesso: **Conhecimento Tradicional Associado**  
 Finalidade do Acesso: **Pesquisa**

#### Espécie

**Eudocimus ruber (Linnaeus, 1758)**

#### Fonte do CTA

**CTA de origem identificável diretamente com provedor**

#### Provedor

**Franquismar Rodrigues Castanheda**

Título da Atividade: **Influência de parques eólicos sobre as populações de Eudocimus ruber (Linnaeus, 1758) no ecoturismo dos Pequenos Lençóis Maranhenses, Nordeste, Brasil**

#### Equipe

<b>Anderson Guzzi</b>	<b>Universidade Federal do Piauí - UFPI</b>
<b>Francisco das Chagas Vieira Santos</b>	<b>Universidade Federal do Piauí - UFPI</b>
<b>Roseli Farias Melo de Barros</b>	<b>Universidade Federal do Piauí - UFPI</b>

#### Resultados Obtidos

**Divulgação de resultados em meios científicos ou de comunicação**

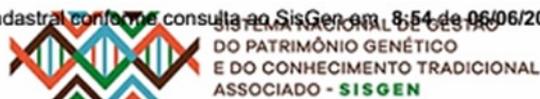
Identificação do meio onde foi divulgado: **Universidade Federal do Piauí-UFPI e junto à cc**

Data do Cadastro: **25/09/2019 21:21:30**

Situação do Cadastro: **Concluído**

Conselho de Gestão do Patrimônio Genético

Situação cadastral conforme consulta ao SisGen em: 8/54 de 06/06/2021.



## ANEXO – C. Parecer consubstanciado do Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado – SisGen (cadastro 2).



**Ministério do Meio Ambiente**  
**CONSELHO DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO**  
 SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL ASSOCIADO

**Certidão**  
**Cadastro nº A82CA37**

Declaramos, nos termos do art. 41 do Decreto nº 8.772/2016, que o cadastro de acesso ao patrimônio genético ou conhecimento tradicional associado, abaixo identificado e resumido, no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado foi submetido ao procedimento administrativo de verificação e não foi objeto de requerimentos admitidos de verificação de indícios de irregularidades ou, caso tenha sido, o requerimento de verificação não foi acatado pelo CGen.

Número do cadastro:	<b>A82CA37</b>
Usuário:	<b>Universidade Federal do Piauí</b>
CPF/CNPJ:	<b>06.517.387/0001-34</b>
Objeto do Acesso:	<b>Patrimônio Genético</b>
Finalidade do Acesso:	<b>Pesquisa</b>

### Espécie

**Crypturellus undulatus**  
**Crypturellus tataupa**  
**Crypturellus parvirostris**  
**Nothura maculosa**  
**Dendrocygna viduata**  
**Amazonetta brasiliensis**  
**Anas bahamensis**  
**Penelope superciliaris**  
**Penelope jacucaca**  
**Ortalis superciliaris**  
**Tachybaptus dominicus**  
**Podilymbus podiceps**  
**Fregata magnificens**  
**Nannopterum brasilianus**  
**Zebrilus undulatus**  
**Nyctanassa violacea**  
**Tigrisoma lineatum**  
**Butorides striata**  
**Nycticorax nycticorax**  
**Bubulcus ibis**  
**Ardea alba**  
**Ardea cocoi**  
**Egretta tricolor**

*Egretta thula*  
*Botaurus pinnatus*  
*Theristicus caudatus*  
*Eudocimus ruber*  
*Cathartes aura*  
*Cathartes burrovianus*  
*Coragyps atratus*  
*Pandion haliaetus*  
*Gampsonyx swainsonii*  
*Elanus leucurus*  
*Chondrohierax uncinatus*  
*Rostrhamus sociabilis*  
*Geranospiza caerulescens*  
*Buteogallus aequinoctialis*  
*Heterospizias meridionalis*  
*Urubitinga urubitinga*  
*Rupornis magnirostris*  
*Buteo brachyurus*  
*Aramus guarauna*  
*Aramides mangle*  
*Aramides cajanea*  
*Laterallus melanophaius*  
*Gallinula galeata*  
*Porphyrio martinicus*  
*Vanellus chilensis*  
*Pluvialis squatarola*  
*Pluvialis dominica*  
*Charadrius semipalmatus*  
*Charadrius wilsonia*  
*Charadrius collaris*  
*Haematopus palliatus*  
*Himantopus mexicanus*  
*Numenius phaeopus*  
*Numenius Hudsonicus*  
*Gallinago paraguaiae*  
*Limnodromus griseus*  
*Actitis macularius*  
*Tringa solitaria*  
*Tringa melanoleuca*  
*Tringa flavipes*  
*Tringa semipalmata*  
*Arenaria interpres*  
*Calidris canutus*  
*Calidris alba*

*Calidris pusilla*  
*Calidris minutilla*  
*Calidris fuscicollis*  
*Calidris bairdii*  
*Jacana jacana*  
*Chroicocephalus cirrocephalus*  
*Leucophaeus atricilla*  
*Sternula antillarum*  
*Sternula superciliaris*  
*Phaetusa simplex*  
*Sterna hirundo*  
*Gelochelidon nilotica*  
*Rynchops niger*  
*Columbina talpacoti*  
*Columbina squammata*  
*Columbina picui*  
*Columbina passerina*  
*Columbina minuta*  
*Columba livia*  
*Leptotila verreauxi*  
*Zenaida auriculata*  
*Leptotila rufaxilla*  
*Patagioenas picazuro*  
*Piaya cayana*  
*Coccyzus minor*  
*Coccyzus melacoryphus*  
*Coccyzus americanus*  
*Coccyzus euleri*  
*Crotophaga major*  
*Crotophaga ani*  
*Guira guira*  
*Tapera naevia*  
*Tyto furcata*  
*Megascops choliba*  
*Glaucidium brasilianum*  
*Athene cunicularia*  
*Nyctibius griseus*  
*Antrostomus rufus*  
*Nyctidromus albicollis*  
*Hydropsalis parvula*  
*Hydropsalis torquata*  
*Nannochordeiles pusillus*  
*Chordeiles acutipennis*  
*Podager nacunda*

Tachornis squamata  
Anopetia gounellei  
Phaethornis pretrei  
Anthracothorax nigricollis  
Campylopterus largipennis  
Eupetomena macroura  
Chrysolampis mosquitos  
Chlorostilbon lucidus  
Thalurania furcata  
Amazilia leucogaster  
Amazilia fimbriata  
Amazilia versicolor  
Trogon curucui  
Megaceryle torquata  
Chloroceryle amazona  
Chloroceryle americana  
Nystalus maculatus  
Picumnus albosquamatus  
Picumnus pygmaeus  
Melanerpes candidus  
Veniliornis passerinus  
Colaptes melanochloros  
Piculus chrysochloros  
Celeus ochraceus  
Celeus flavescens  
Campephilus melanoleucos  
Dryocopus lineatus  
Caracara plancus  
Milvago chimachima  
Herpetotheres cachinnans  
Falco sparverius  
Falco ruficularis  
Falco deiroleucus  
Falco femoralis  
Falco peregrinus  
Brotogeris cyanoptera  
Thectocercus acuticaudatus  
Aratinga jandaya  
Eupsittula aurea  
Eupsittula cactorum  
Forpus xanthopterygius  
Formicivora grisea  
Formicivora melanogaster  
Herpsilochmus atricapillus

*Thamnophilus doliatus*  
*Thamnophilus pelzelni*  
*Thamnophilus capistratus*  
*Taraba major*  
*Dendroplex picus*  
*Dendrocolaptes platyrostris*  
*Xiphocolaptes falcirostris*  
*Furnarius rufus*  
*Furnarius figulus*  
*Pseudoseisura cristata*  
*Certhiaxis cinnamomeus*  
*Synallaxis frontalis*  
*Synallaxis albescens*  
*Pachyrhamphus polychopterus*  
*Xenopsaris albinucha*  
*Tolmomyias flaviventris*  
*Tolmomyias sulphurescens*  
*Todirostrum cinereum*  
*Hemitriccus striaticollis*  
*Hemitriccus margaritaceiventer*  
*Euscarthmus meloryphus*  
*Camptostoma obsoletum*  
*Elaenia flavogaster*  
*Elaenia spectabilis*  
*Elaenia mesoleuca*  
*Elaenia cristata*  
*Suiriri suiriri*  
*Phaeomyias murina*  
*Phyllomyias fasciatus*  
*Myiarchus ferox*  
*Myiarchus tyrannulus*  
*Myiarchus swainsoni*  
*Casiornis fuscus*  
*Pitangus sulphuratus*  
*Philohydor lictor*  
*Machetornis rixosa*  
*Myiodynastes maculatus*  
*Megarynchus pitangua*  
*Myiozetetes cayanensis*  
*Myiozetetes similis*  
*Tyrannus melancholicus*  
*Fluvicola albiventer*  
*Fluvicola nengeta*  
*Arundinicola leucocephala*

*Cnemotriccus fuscatus*  
*Cyclarhis gujanensis*  
*Hylophilus amaurocephalus*  
*Hylophilus pectoralis*  
*Cyanocorax cyanopogon*  
*Tachycineta albiventer*  
*Progne tapera*  
*Progne chalybea*  
*Hirundo rustica*  
*Troglodytes musculus*  
*Cantorchilus leucotis*  
*Cantorchilus longirostris*  
*Pheugopedius genibarbis*  
*Polioptila plumbea*  
*Turdus rufiventris*  
*Turdus leucomelas*  
*Turdus amaurochalinus*  
*Mimus saturninus*  
*Mimus gilvus*  
*Anthus lutescens*  
*Zonotrichia capensis*  
*Ammodramus humeralis*  
*Basileuterus culicivorus*  
*Myiothlypis flaveola*  
*Psarocolius decumanus*  
*Procacicus solitarius*  
*Icterus pyrrhopterus*  
*Icterus jamacaii*  
*Icterus cayanensis*  
*Chrysomus ruficapillus*  
*Agelaioides fringillarius*  
*Molothrus bonariensis*  
*Gnorimopsar chopi*  
*Cacicus cela*  
*Sturnella superciliaris*  
*Coereba flaveola*  
*Saltatricula atricollis*  
*Compsotheraupis loricata*  
*Tachyphonus rufus*  
*Coryphospingus pileatus*  
*Tangara sayaca*  
*Tangara palmarum*  
*Paroaria dominicana*  
*Hemithraupis guira*

**Sicalis flaveola**  
**Volatinia jacarina**  
**Sporophila lineola**  
**Sporophila nigricollis**  
**Sporophila caerulescens**  
**Schistochlamys melanopis**  
**Cyanoloxia brissonii**  
**Euphonia chlorotica**  
**Euphonia violacea**  
**Passer domesticus**  
Titulo da Atividade:

**Levantamento de aves do Delta do Parnaíba**

Data do Cadastro: **05/11/2018 19:03:56**

Situação do Cadastro: **Concluído**

Conselho de Gestão do Patrimônio Genético  
Situação cadastral conforme consulta ao SisGen em **9:01** de **06/06/2021**.



SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO  
DO PATRIMÔNIO GENÉTICO  
E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL  
ASSOCIADO - **SISGEN**