

Composição e dinâmica da avifauna da usina eólica da praia da Pedra do Sal, Delta do Parnaíba, Piauí, Brasil

Anderson Guzzi¹, Deimes N. Gomes¹, Antonio G. S. dos Santos¹, Mario A. Favretto²,
Leonardo M. S. Soares³ & Rafael A. V. Carvalho¹

1. Departamento de Ciências do Mar, Campus Parnaíba, Universidade Federal do Piauí, Av. São Sebastião, 2819, 64202-020, Parnaíba, PI, Brasil. (guzzi@ufpi.edu.br)

2. Setor de Ciências Biológicas, ACF Centro Politécnico, Universidade Federal do Paraná, Jardim das Américas, 81531-980, Curitiba, PR, Brasil.

3. Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901 Terra firme, 66077-530, Belém, PA, Brasil.

ABSTRACT. Composition and dynamics of birds of the wind farm of the beach of the Pedra do Sal, Delta do Parnaíba, Piauí, Brazil. The impact of wind farms on birds is one of the least studied themes in Brazil, which contrasts with the importance of this new source of renewable energy. The present study aimed to characterize the composition and ecological dynamics of species of resident and migratory birds present in the area of Wind farm of the Pedra do Sal, in Parnaíba, state of Piauí. The study was developed through thirty-three samples distributed in two complete seasonal cycles (September 2011 to August 2013), by the method of point counts disposed at the base of each wind turbine. We recorded 6,843 contacts of birds belonging to 67 species in 22 families and 13 orders, and the species with the highest number of contacts was the *Charadrius collaris* Vieillot, 1818. The predominant trophic categories were the insectivorous birds (18 species) followed by birds that feed on aquatic invertebrates (17 species). The majority of birds recorded is from aquatic environments. During the development of this study, no collisions between birds and wind turbines were recorded.

KEYWORDS. Abundance, ecology, migration, seasonal abundance, shorebirds.

RESUMO. O impacto dos parques eólicos sobre as aves é um dos temas menos estudados no Brasil, o que contrasta com a importância dessa nova fonte de energia renovável. O presente estudo buscou caracterizar a composição e dinâmica ecológica das espécies de aves residentes e migratórias presentes na área da Usina Eólica da Pedra do Sal, em Parnaíba, Estado do Piauí. O estudo foi desenvolvido por meio de trinta e três amostragens distribuídas em dois ciclos sazonais completos (setembro de 2011 a agosto de 2013), através do método do ponto de escuta, dispostos na base de cada um dos aerogeradores. Foram registrados 6.843 contatos de aves pertencentes a 67 espécies distribuídas em 22 famílias e 13 ordens, e a espécie com maior número de contatos foi a batuíra-de-coleira (*Charadrius collaris*). As categorias tróficas predominantes foram as das aves insetívoras, representadas por 18 espécies, seguidas pelas aves que se alimentam de invertebrados aquáticos (17 espécies). A maioria das aves registradas é de ambiente aquático. Durante o desenvolvimento desse estudo não foram registradas colisões entre as aves e os aerogeradores.

PALAVRAS-CHAVE. Abundância, ecologia, migração, abundância sazonal, aves marinhas.

Os parques eólicos são projetos industriais que apresentam condições adequadas para se alcançar uma boa integração ambiental, respeitando as taxas de renovação dos recursos naturais, sendo identificados como instalações limpas, não poluentes, sem graves consequências sobre o ambiente e são independentes de combustíveis fósseis para produzir energia elétrica (SAIDUR *et al.*, 2011).

O tamanho, a posição e a velocidade de rotação dos aerogeradores são fatores que podem aumentar o impacto dos parques eólicos sobre as aves (THELANDER *et al.*, 2003). Além das aves de grande porte, as espécies de hábitos noturnos ou que voam nas primeiras e últimas horas do dia possuem maior risco de colisão contra os aerogeradores (NWCC, 2000; HUNT, 2002; LARSEN & CLAUSEN, 2002; LANGSTON & PULLAN, 2002; BARRIOS & RODRIGUEZ, 2004). Aliado a isso, é de relevante importância considerar os impactos cumulativos causados pela presença de vários parques eólicos numa mesma região (LANGSTON & PULLAN, 2002), e aqueles oriundos da perda de habitat natural decorrente da implantação das estradas de acesso e linhas de transmissão (SAIDUR *et al.*, 2011).

A Usina Eólica da Pedra do Sal conta atualmente com vinte aerogeradores instalados em uma área litorânea, e as regiões litorâneas tropicais são áreas utilizadas por

diversas espécies migratórias de aves (SICK, 1983), que saem do hemisfério norte no período próximo ao inverno boreal (LARRAZÁBAL *et al.*, 2002). Estas aves vêm em busca de locais para hibernar com oferta de alimento para completarem seu ciclo biológico (TELINO-JUNIOR *et al.*, 2003).

No hemisfério Norte, verificou-se que algumas espécies de aves diminuem seu ritmo de reprodução após a instalação e operação de parques eólicos (LANGSTON & PULLAN, 2002), e muitas podem ter suas rotas alteradas ao se depararem com as perturbações sonoras e visuais causadas pelas pás e motores, o que pode ser intensificado pelo efeito de barreira causado pelos aerogeradores (DREWITT & LANGSTON, 2006).

Dentro desse quadro é importante concentrar as pesquisas científicas nas espécies mais sensíveis, buscando identificar as aves que tem maior risco de serem afetadas pelos parques eólicos (DESHOLM, 2009). Considerando que este é um dos temas menos estudados no Brasil (LUCAS *et al.*, 2004), o objetivo deste estudo foi caracterizar a composição e dinâmica das espécies de aves residentes e migratórias presentes na área da Usina Eólica da Pedra do Sal, no Município de Parnaíba, PI.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo. A Usina Eólica da Pedra do Sal está situada no litoral do Município de Parnaíba, PI (2°49'22,48" S; 41°42'49,43"W), a cerca de 350 km da capital Teresina (Fig. 1). O clima da região é do tipo Aw pela classificação de Koeppen, com estação úmida nos meses de janeiro a junho e estação seca de julho a dezembro (BASTOS, 2011). Está situada a cerca de 5,54 km do rio Igarçu, um braço do rio Parnaíba e a 7,7 km de sua foz, no litoral do Município de Luis Correia.

Dentro da usina existe uma vegetação herbácea arbustiva, que suporta alagamento. Atualmente delimita-se ao sul com a área urbana de Parnaíba, com o rio Igarçu (um dos braços do rio Parnaíba) e com vegetação secundária de restinga com palmeiras-tucum (*Astrocarium vulgare* Mart), cajueiros (*Anacardium occidentale* Linnaeus) e carnaúbas (*Copernicia prunifera* Miller). Ao norte a usina delimita-se com o Oceano Atlântico, ao oeste com a praia da Pedra do Sal e a leste com a foz do rio Igarçu, no município de Luís Correia. Próximo à foz do rio Igarçu ocorrem manguezais dominados pelo mangue-vermelho (*Rhizophora mangle* Linnaeus).

Amostragem. O método utilizado no levantamento da avifauna foi o dos pontos de amostragem, de acordo com BIBBY *et al.* (1992), onde as aves vistas e/ou ouvidas foram registradas com o auxílio de um gravador profissional (Panasonic RR US 45) acoplado a um microfone direcional

multiamplificado (Yoga), binóculos (Tasco 8-17X25mm e Nikon 8x40) e câmera fotográfica (Nikon D3000) com teleobjetiva (Nikon 200 mm).

Na área da usina foram distribuídos 20 pontos de escuta, localizados o mais próximo possível de cada base das torres dos aerogeradores, e 10 pontos no entorno da mesma, totalizando 30 pontos amostrais, procurando cobrir todos os ambientes. Buscou-se, com isso, o total aproveitamento das áreas na procura de espécies de aves menos conspícuas, ou de difícil visualização. Foram realizadas 31 amostragens quinzenais, entre setembro de 2011 a agosto de 2013, com duração de um dia cada amostragem (dois ciclos sazonais completos). As amostragens ocorreram das 5:30 h as 8:30 h e das 16:00 h as 18:00 h, totalizando 155 horas durante o período amostral.

A nomenclatura das espécies e a ordenação sistemática segue o CBRO (2014), assim como os seus nomes populares. As dietas predominantes foram determinadas através de registros de campo e bibliografia (WILLIS, 1979; SICK, 1997). As categorias tróficas seguem MOTTA-JÚNIOR (1990) com pequenas adaptações, principalmente relativas às aves limícolas: insetívoros (INSET), com $\frac{3}{4}$ ou mais de insetos e outros artrópodes na dieta; onívoros (ONIV), com mais de $\frac{3}{4}$ de insetos, outros artrópodes e frutos, em proporções similares; invertebrados aquáticos (INVAQ), dieta com mais de $\frac{3}{4}$ de invertebrados aquáticos; granívoros (GRAN), com $\frac{3}{4}$ ou mais de grãos; carnívoros (CARN) e necrófagos (NECRO), vertebrados vivos e mortos,

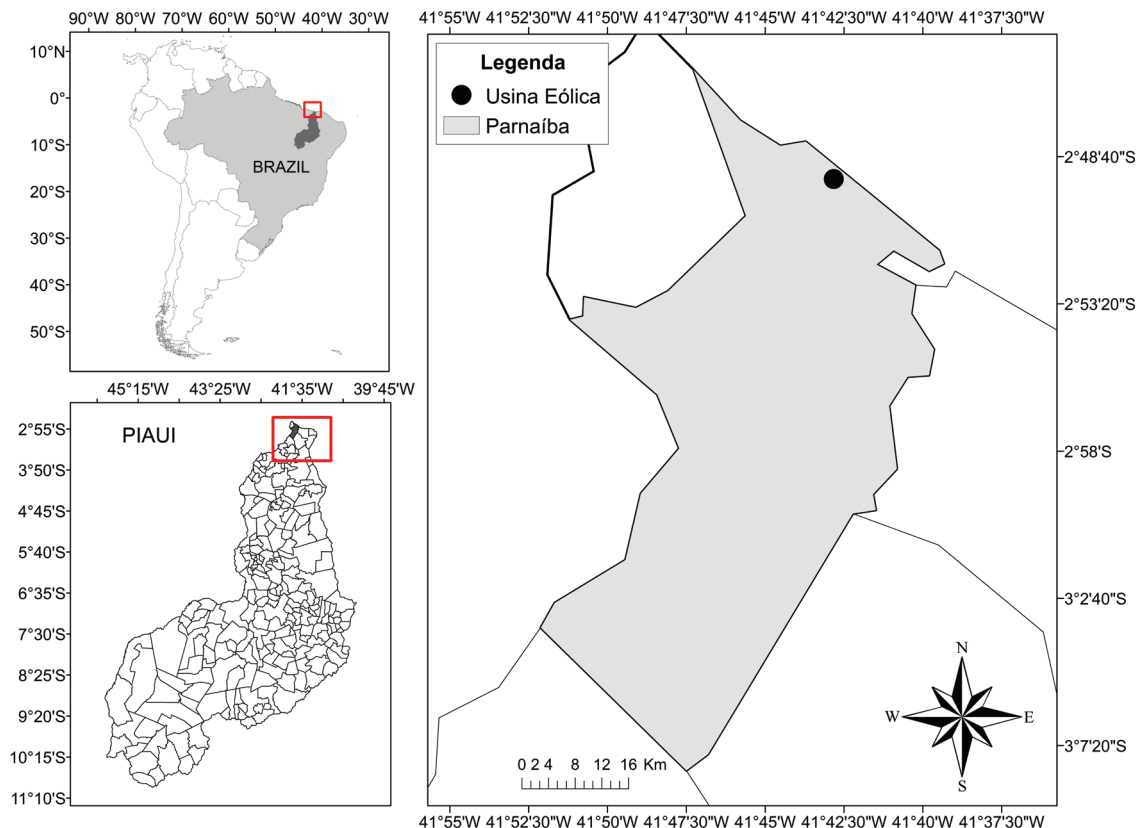


Fig. 1. Localização da Usina Eólica da Pedra do Sal, Delta do Parnaíba, Piauí, Brasil.

respectivamente, ao menos em $\frac{3}{4}$ da dieta; malacófagos (MAL), com $\frac{3}{4}$ ou mais de moluscos; piscívoros (PISC), com $\frac{3}{4}$ ou mais de peixes.

Para a determinação do habitat preferencial e status (migração/endemismo) de cada espécie foram utilizados os trabalhos de CHESSEY (1994), STOTZ *et al.* (1996) e SICK (1997), sendo: AAQ, aves de ambientes estuarino/marinho; IND, aves independentes de ambiente florestal, SEM, aves semidependentes de ambiente florestal e LRB, aves que ocorrem em lagos, rios e banhados. As aves de ambientes de rios, lagos e banhados foram separadas das demais aves aquáticas pois essas aves não utilizam áreas de litoral, como beira-mar, para se alimentarem ou como refúgio. As aves consideradas como “migrantes austrais” (MA), se reproduzem na América do Sul continental e temperada, mas migram para o norte no inverno austral (CHESSEY, 1994); “migrantes neárticos” (MN), não se reproduzem nos trópicos; “migrantes neárticos parciais” (MNP), migram para sul no inverno, porém somente para lugares em que há populações estabelecidas que lá se reproduzam (STOTZ *et al.*, 1996).

Análises estatísticas. Para verificar a variação sazonal ao longo das amostragens da comunidade de aves foi utilizado o índice de diversidade de Shannon (BEGON *et*

al., 2007). A curva de acumulação de espécies foi gerada a partir dos dados observados e estimados (COLWELL, 2013), através dos estimadores Jackknife, *Chao1* e *Chao2* (CHAO, 1984, 1987; PALMER, 1991; COLWELL, 2013).

A análise de correspondência canônica (CCA) foi utilizada para verificar a influência de fatores abióticos sobre a avifauna. Esta análise permite que padrões na comunidade biológica sejam examinados em relação às variáveis ambientais (BEGON *et al.*, 2007). Para a obtenção dos dados meteorológicos utilizados nesta análise foi consultado o Sistema Integrado de Dados Ambientais do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). O índice de Shannon e a análise de correspondência canônica (CCA) foram determinados por meio do *Software Past*, versão 2.16, utilizando 350 permutações.

RESULTADOS

Composição da avifauna. Foram registrados 6.843 contatos de aves pertencentes a 67 espécies distribuídas em 27 famílias e 16 ordens (Tab. I). A maioria das espécies registradas é composta por espécies residentes (Fig. 2), com contundente demarcação territorial, e com predomínio das pertencentes a ordem Charadriiformes.

Tab. I. Lista das aves registradas na Usina Eólica da Pedra do Sal Delta do Parnaíba, Piauí, Brasil (AR%, abundância relativa; FO%, frequência de ocorrência. Status: E, Endêmica; MN, migrante neártica; MA, migrante austral; MNP, migrante neártica parcial; R, residente. Guilda: CARN, carnívoras; GRAN, granívoras; INSET, insetívoras; INVAQ, aves que se alimentam de invertebrados aquáticos; MAL, malacófagos; NECRO, necrófagos; ONIV, onívoras; PISC, piscívoras. Habitat: AAQ, aves de ambiente estuarino/marinho; IND, aves independentes de ambiente florestal; LRB, aves que ocorrem em lagos, rios e banhados; SEM, aves semidependentes de ambiente florestal.

| Nome do Táxon | Nome popular | GUILDA | HABITAT | STATUS | CODIGO | FO% | AR% |
|--|--------------------------|--------|---------|--------|--------|-------|------|
| SULIFORMES | | | | | | | |
| Fregatidae | | | | | | | |
| <i>Fregata magnificens</i> Mathews, 1914 | tesourão | PISC | AAQ | R | Fre | 3,22 | 0,12 |
| Phalacrocoracidae | | | | | | | |
| <i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Gmelin, 1789) | biguá | PISC | AAQ | R | Pha | 12,90 | 1,18 |
| PELECANIFORMES | | | | | | | |
| Ardeidae | | | | | | | |
| <i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758) | socozinho | ONIV | LRB | R | But | 9,67 | 0,04 |
| <i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758 | garça-branca-grande | ONIV | LRB | R | Ard | 22,58 | 3,28 |
| <i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758) | garça-vaqueira | INSET | LRB | R | Bub | 38,70 | 0,84 |
| <i>Egretta thula</i> (Molina, 1782) | garça-branca-pequena | ONIV | LRB | R | Egr | 22,58 | 0,75 |
| Threskiornithidae | | | | | | | |
| <i>Theristicus caudatus</i> (Boddaert, 1783) | curicaca | INVAQ | IND | R | The | 54,83 | 0,74 |
| CATHARTIFORMES | | | | | | | |
| Cathartidae | | | | | | | |
| <i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758) | urubu-de-cabeça-vermelha | NECRO | SEM | MNP | Cau | 22,58 | 0,32 |
| <i>Cathartes burrovianus</i> Cassin, 1845 | urubu-de-cabeça-amarela | NECRO | SEM | R | Cbu | 22,58 | 0,20 |
| <i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793) | urubu-de-cabeça-preta | NECRO | IND | R | Cat | 87,09 | 7,41 |
| ACCIPITRIFORMES | | | | | | | |
| Accipitridae | | | | | | | |
| <i>Rostrhamus sociabilis</i> (Vieillot, 1817) | gavião-caramujeiro | MAL | LRB | R | Ros | 41,93 | 0,35 |
| <i>Heterospizias meridionalis</i> (Latham, 1790) | gavião-caboclo | CARN | IND | R | Hme | 22,58 | 0,15 |
| <i>Urubitinga urubitinga</i> (Gmelin, 1788) | gavião-preto | CARN | SEM | R | Urub | 9,677 | 0,04 |
| <i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788) | gavião-carijó | CARN | SEM | R | Rup | 25,80 | 0,15 |
| GRUIFORMES | | | | | | | |
| Aramidae | | | | | | | |
| <i>Aramus guarauna</i> (Linnaeus, 1766) | carão | MAL | LRB | R | Agu | 9,67 | 0,10 |
| CHARADRIIFORMES | | | | | | | |
| Charadriidae | | | | | | | |
| <i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782) | quero-quero | INVAQ | IND | MA | Vch | 100 | 9,33 |
| <i>Pluvialis dominica</i> (Statius Muller, 1776) | batuiraçu | INVAQ | AAQ | MN | Pld | 9,67 | 0,21 |

Tab. I. Cont.

| Nome do Táxon | Nome popular | GUILDA | HABITAT | STATUS | CODIGO | FO% | AR% |
|--|----------------------------------|--------|---------|--------|--------|-------|-------|
| <i>Phuivialis squatarola</i> (Linnaeus, 1758) | batuiriçu-de-axila-preta | INVAQ | AAQ | MN | Psq | 45,16 | 3,17 |
| <i>Charadrius semipalmatus</i> Bonaparte, 1825 | batuira-de-bando | INVAQ | AAQ | MN | Cse | 90,32 | 11,07 |
| <i>Charadrius collaris</i> Vieillot, 1818 | batuira-de-coleira | INVAQ | AAQ | R | Cco | 100 | 18,46 |
| Recurvirostridae | | | | | | | |
| <i>Himantopus melanurus</i> Vieillot, 1817 | pernilongo-de-costas-brancas | INVAQ | AAQ | R | Him | 32,25 | 1,91 |
| Scolopacidae | | | | | | | |
| <i>Numenius phaeopus</i> (Linnaeus, 1758) | maçarico-galego | INVAQ | AAQ | MN | Nph | 16,12 | 0,58 |
| <i>Actitis macularius</i> (Linnaeus, 1766) | maçarico-pintado | INVAQ | AAQ | MN | Ama | 41,93 | 2,42 |
| <i>Tringa solitaria</i> Wilson, 1813 | maçarico-solitário | INVAQ | AAQ | MN | Tso | 61,29 | 2,46 |
| <i>Tringa melanoleuca</i> (Gmelin, 1789) | maçarico-grande-de-perna-amarela | INVAQ | AAQ | MN | Tme | 58,06 | 2,19 |
| <i>Tringa semipalmata</i> (Gmelin, 1789) | maçarico-de-asa-branca | INVAQ | AAQ | MN | Tse | 12,90 | 0,72 |
| <i>Tringa flavipes</i> (Gmelin, 1789) | maçarico-de-perna-amarela | INVAQ | AAQ | MN | Tfl | 32,25 | 0,53 |
| <i>Arenaria interpres</i> (Linnaeus, 1758) | vira-pedras | INSET | AAQ | MN | Ain | 58,06 | 2,34 |
| <i>Calidris canutus</i> (Linnaeus, 1758) | maçarico-de-papo-vermelho | INVAQ | AAQ | MN | Cca | 6,45 | 0,06 |
| <i>Calidris alba</i> (Pallas, 1764) | maçarico-branco | INVAQ | AAQ | MN | Cal | 16,12 | 0,57 |
| <i>Calidris pusilla</i> (Linnaeus, 1766) | maçarico-rasteirinho | INVAQ | AAQ | MN | Cpu | 64,51 | 5,18 |
| <i>Calidris minutilla</i> (Vieillot, 1819) | maçariquinho | INVAQ | AAQ | MN | Cmi | 12,90 | 0,50 |
| Sternidae | | | | | | | |
| <i>Sternula superciliaris</i> (Vieillot, 1819) | trinta-réis-anão | PISC | AAQ | R | Ssu | 16,12 | 0,13 |
| <i>Phaetusa simplex</i> (Gmelin, 1789) | trinta-réis-grande | PISC | AAQ | R | Psi | 77,41 | 1,58 |
| <i>Gelochelidon nilotica</i> (Gmelin, 1789) | trinta-réis-de-bico-preto | PISC | AAQ | R | Gni | 3,22 | 0,03 |
| <i>Sterna hirundo</i> Linnaeus, 1758 | trinta-réis-boreal | PISC | AAQ | MN | Shi | 12,90 | 0,16 |
| Rynchopidae | | | | | | | |
| <i>Rynchops niger</i> Linnaeus, 1758 | talha-mar | PISC | AAQ | R | Rni | 12,90 | 0,18 |
| COLUMBIFORMES | | | | | | | |
| Columbidae | | | | | | | |
| <i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1811) | rolinha-roxa | GRAN | IND | R | Cta | 19,35 | 0,20 |
| <i>Columbina picui</i> (Temminck, 1813) | rolinha-picui | GRAN | IND | R | Cpi | 12,90 | 0,20 |
| <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789 | pombo-doméstico | GRAN | IND | R | Cli | 12,90 | 0,60 |
| CUCULIFORMES | | | | | | | |
| Cuculidae | | | | | | | |
| <i>Crotophaga major</i> Gmelin, 1788 | anu-coroca | INSET | SEM | R | Cma | 3,22 | 0,12 |
| <i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758 | anu-preto | INSET | IND | R | Can | 19,35 | 0,38 |
| <i>Gura gura</i> (Gmelin, 1788) | anu-branco | INSET | IND | R | Ggu | 64,51 | 3,65 |
| STRIGIFORMES | | | | | | | |
| Strigidae | | | | | | | |
| <i>Athene cunicularia</i> (Molina, 1782) | coruja-buraqueira | INSET | IND | R | Acu | 96,77 | 4,76 |
| CAPRIMULGIFORMES | | | | | | | |
| Caprimulgidae | | | | | | | |
| <i>Chordeiles nacunda</i> (Vieillot, 1817) | coruçã | INSET | SEM | R | Pna | 9,677 | 0,09 |
| <i>Chordeiles pusillus</i> Gould, 1861 | bacurauzinho | INSET | SEM | R | Cho | 6,45 | 0,03 |
| CORACIIFORMES | | | | | | | |
| Alcedinidae | | | | | | | |
| <i>Megasceryle torquata</i> (Linnaeus, 1766) | martim-pescador-grande | PISC | LRB | R | Mto | 32,25 | 0,30 |
| <i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790) | martim-pescador-verde | PISC | LRB | R | Cam | 16,12 | 0,10 |
| GALBULIFORMES | | | | | | | |
| Bucconidae | | | | | | | |
| <i>Nystalus maculatus</i> (Gmelin, 1788) | rapazinho-dos-velhos | INSET | SEM | R | Nma | 6,45 | 0,03 |
| PICIFORMES | | | | | | | |
| Picidae | | | | | | | |
| <i>Colaptes melanochloros</i> (Gmelin, 1788) | pica-pau-verde-barrado | INSET | SEM | R | Cme | 9,67 | 0,04 |
| FALCONIFORMES | | | | | | | |
| Falconidae | | | | | | | |
| <i>Caracara cheriway</i> (Jacquin, 1784) | caracará-do-norte | ONIV | IND | R | Cch | 38,70 | 0,23 |
| <i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777) | caracará | ONIV | IND | R | Cap | 77,41 | 2,40 |
| <i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816) | carrapateiro | ONIV | SEM | R | Mil | 16,12 | 0,21 |
| <i>Falco sparverius</i> Linnaeus, 1758 | quiriquiri | CARN | IND | R | Fsp | 16,12 | 0,15 |
| <i>Falco rufigularis</i> Daudin, 1800 | cauré | CARN | SEM | R | Fru | 3,22 | 0,01 |
| <i>Falco deiroleucus</i> Temminck, 1825 | falcão-de-peito-laranja | CARN | IND | R | Fde | 19,35 | 0,12 |
| <i>Falco femoralis</i> Temminck, 1822 | falcão-de-coleira | CARN | IND | R | Ffe | 12,90 | 0,07 |
| PSITTACIFORMES Wagler, 1830 | | | | | | | |
| Psittacidae | | | | | | | |
| <i>Eupsittula cactorum</i> (Kuhl, 1820) | periquito-da-caatinga | GRAN | SEM | RE | Aca | 12,90 | 1,32 |
| PASSERIFORMES | | | | | | | |
| Tyrannidae | | | | | | | |

Tab. I. Cont.

| Nome do Táxon | Nome popular | GUILDA | HABITAT | STATUS | CODIGO | FO% | AR% |
|--|---------------------|--------|---------|--------|--------|-------|------|
| <i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766) | bem-te-vi | INSET | IND | MA | Psu | 38,70 | 0,69 |
| <i>Myiarchus ferox</i> (Gmelin, 1789) | maria-cavaleira | INSET | SEM | R | Mfe | 6,45 | 0,04 |
| Hirundinidae | | | | | | | |
| <i>Progne tapera</i> (Vieillot, 1817) | andorinha-do-campo | INSET | IND | MA | Pta | 12,90 | 0,16 |
| <i>Tachycineta albiventer</i> (Boddaert, 1783) | andorinha-do-rio | INSET | LRB | R | Tal | 9,67 | 0,18 |
| <i>Hirundo rustica</i> Linnaeus, 1758 | andorinha-de-bando | INSET | IND | MN | Hru | 29,03 | 1,21 |
| Mimidae | | | | | | | |
| <i>Mimus gilvus</i> (Vieillot, 1807) | sabiá-da-praia | INSET | IND | R | Mgi | 32,25 | 0,46 |
| Motacillidae | | | | | | | |
| <i>Anthus lutescens</i> Pucheran, 1855 | caminheiro-zumbidor | INSET | SEM | R | Alu | 83,87 | 1,95 |
| Icteridae | | | | | | | |
| <i>Icterus jamacaii</i> (Gmelin, 1788) | corrupião | INSET | SEM | RE | Ija | 6,45 | 0,06 |
| Passeridae | | | | | | | |
| <i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758) | pardal | ONIV | IND | R | Pdo | 12,90 | 0,46 |

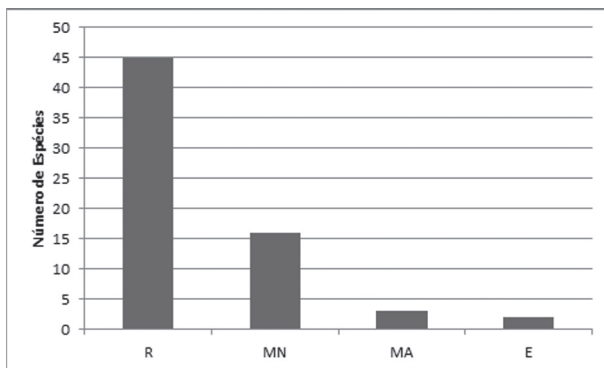


Fig. 2. Relação de aves migratórias e residentes registradas na Usina Eólica da Pedra do Sal, Delta do Parnaíba, Piauí, Brasil (Status: E, endêmica; MN, migrante neártica; MA, migrante austral; MNP, migrante neártica parcial; R, residente).

A estimativa de riqueza geral estimada pelo Jackknife de Primeira Ordem foi de 71 espécies (94%), e pelo Jackknife de Segunda Ordem 70 espécies (96%). A riqueza geral esperada por *Chao1* foi de 67 espécies (100%) e por *Chao2* 68 espécies (98%) (Fig. 3).

A maior diversidade de Shannon-Wiener foi registrada em 21 de fevereiro de 2013, $H' = 3,270$, seguida de 15 de novembro de 2012 $H' = 2,826$ e 15 de outubro de 2011 $H' = 2,655$ (Tab. II, Fig. 4).

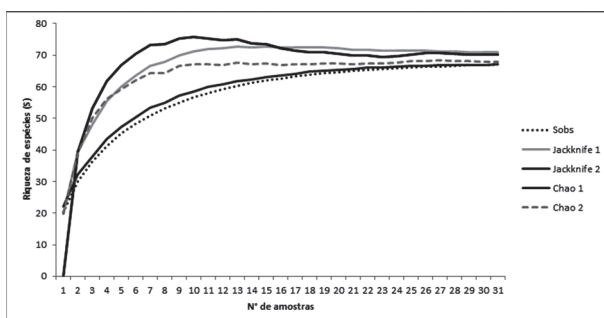


Fig. 3. Curva de rarefação de espécies registradas na Usina Eólica da praia da Pedra do Sal, Delta do Parnaíba, Piauí, Brasil, baseada nas espécies observadas (S_{obs}) e estimadas segundo os estimadores Jackknife de Primeira e de Segunda Ordem, Chao 1 e Chao 2, ao longo do período amostral.

Tab. II. Diversidade de Shannon-Wiener de cada campanha amostral em ordem decrescente, da avifauna da Usina Eólica da praia da Pedra do Sal, Delta do Parnaíba, Piauí, Brasil.

| Data Amostral | Diversidade (H') |
|---------------|----------------------|
| 21/02/2013 | 3,270 |
| 15/11/2012 | 2,826 |
| 15/10/2011 | 2,655 |
| 20/03/2013 | 2,593 |
| 30/12/2011 | 2,581 |
| 20/01/2013 | 2,557 |
| 19/06/2013 | 2,552 |
| 19/12/2012 | 2,501 |
| 17/12/2011 | 2,475 |
| 29/10/2011 | 2,470 |
| 26/05/2012 | 2,462 |
| 19/04/2013 | 2,456 |
| 29/02/2012 | 2,451 |
| 18/05/2013 | 2,451 |
| 29/04/2012 | 2,411 |
| 14/01/2012 | 2,352 |
| 14/07/2013 | 2,350 |
| 14/08/2013 | 2,348 |
| 28/01/2012 | 2,327 |
| 05/04/2012 | 2,326 |
| 26/11/2011 | 2,315 |
| 08/04/2012 | 2,296 |
| 13/09/2012 | 2,196 |
| 14/06/2012 | 2,129 |
| 18/10/2012 | 2,089 |
| 23/04/2012 | 2,081 |
| 12/11/2011 | 2,033 |
| 10/07/2012 | 1,965 |
| 13/09/2011 | 1,858 |
| 28/09/2011 | 1,799 |
| 29/07/2012 | 1,749 |

O número de espécies que ocorreu em apenas uma amostra (Uniques, $n=4$) e o que foi registrado em apenas duas amostras (Duplicates, $n=5$) foi superior ao número de Singletons (1) e Doubletons (3), isto é, aquelas que apresentam apenas um indivíduo nas amostras e aqueles que apresentam dois indivíduos nas amostras, respectivamente. As espécies segundo essa classificação foram: Uniques (*Fregata magnificens*, *Falco rufigularius*, *Gelochelidon nilotica* e *Crotophaga major*), Duplicates (*Calidris canutus*, *Chordeiles pusillus*, *Nystalus maculatus*, *Myiarchus*

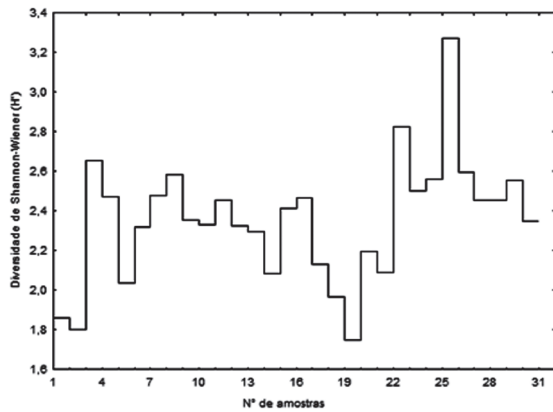


Fig. 4. Variação do índice de diversidade de Shannon-Wiener ao longo das campanhas amostrais da avifauna da Usina Eólica da praia da Pedra do Sal, Delta do Parnaíba, Piauí, Brasil (os dias de amostragens são apresentados na Tab. II).

ferox e *Icterus jamacaii*), Singletons (*Falco ruficularis*) e Doubletons (*Gelochelidon nilotica*, *Chordeiles pusillus* e *Nystalus maculatus*).

Influências abióticas. A ordenação dos dados na análise de correspondência canônica (CCA) demonstrou que o eixo um explicou 57,42% da variação populacional da avifauna e o eixo dois 25,65% (Tab. III), sendo que os fatores abióticos que mais influenciaram foram: umidade relativa do ar máxima, pressão barométrica mínima e máxima, seguidos por velocidade do vento e precipitação acumulada (Tab. III, Fig. 5).

Estrutura trófica. As categorias tróficas predominantes registradas foram a das aves insetívoras, representadas por 18 espécies, seguidas pelas aves que se alimentam de invertebrados aquáticos (17 espécies). A terceira categoria mais rica foi a das aves piscívoras (PISC), com nove espécies. As onívoras (ONIV) e carnívoras (CARN) compuseram a quarta categoria mais representativa, com sete espécies registradas cada (Fig. 6).

As aves registradas que se alimentam preferencialmente de invertebrados aquáticos pertencem, em sua maioria, às famílias Charadriidae, Recurvirostridae, Scolopacidae e Threskiornithidae e foram avistadas forrageando em lagoas intermitentes próximas a usina e em beira mar, além de áreas alagadas que secavam ao término do período chuvoso.

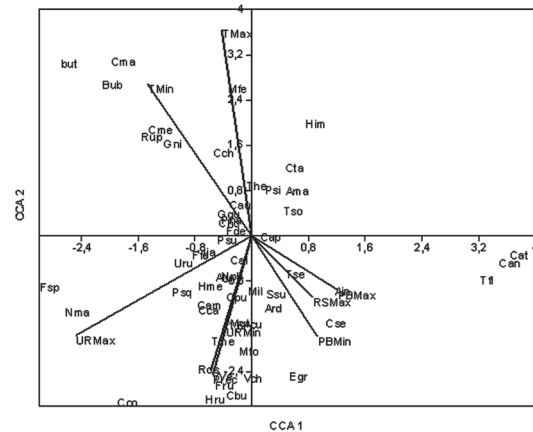


Fig. 5. Diagrama de dispersão da Análise de Correspondência Canônica (CCA) para as assembleias de aves da Usina Eólica da Pedra do Sal, Delta do Parnaíba, Piauí, Brasil (PBMáx, pressão barométrica máxima; PBMín, pressão barométrica mínima; RSMáx, radiação solar acumulada; Tmax, temperatura máxima; Tmin, temperatura mínima; URMax, umidade relativa do ar máxima; URMin, umidade relativa do ar mínima). Para legenda das espécies, vide Tab. III.

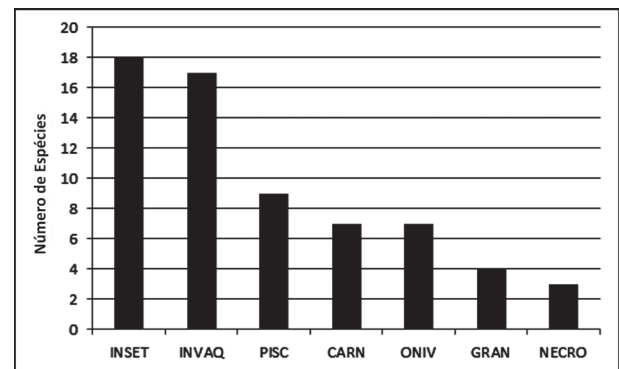


Fig. 6. Dieta predominante da avifauna registrada na Usina Eólica da Pedra do Sal, Delta do Parnaíba, Piauí, Brasil. (CARN, carnívoras; GRAN, granívoras; INSET, insetívoras; INVAQ, aves que se alimentam de invertebrados aquáticos; MAL, malacófagas; NECRO, necrófagas; ONIV, onívoras; PISC, piscívoras).

Habitat preferencial. A maioria das espécies de aves registradas (23 espécies) tem como habitat preferencial o ambiente estuarino/marinho, seguida pelas aves independentes de ambiente florestal, semidependentes de ambiente florestal e que ocorrem em lagos, rios e banhados (Fig. 7).

Tab. III. Valores das variáveis abióticas aferidas ao longo dos meses amostrais de acordo com os eixos da CCA (Análise de Correspondência Canônica) com a probabilidade de ocorrência de cada variável, da avifauna da Usina Eólica da Pedra do Sal, Delta do Parnaíba, Piauí, Brasil.

| Descritores ambientais | CCA1 | CCA2 | p-valor |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|
| Pressão barométrica mínima (PBMín) | 0,185028 | -0,35589 | 0,09402 |
| Pressão barométrica máxima (PBMáx) | 0,242906 | -0,19113 | 0,02279 |
| Radiação solar acumulada (RSMáx) | 0,172403 | -0,21788 | 0,4587 |
| Temperatura mínima (Tmin) | -0,29403 | 0,536904 | 0,4444 |
| Temperatura máxima (Tmax) | -0,08492 | 0,730178 | 0,3191 |
| Umidade relativa do ar mínima (URMin) | -0,07463 | -0,32535 | 0,07977 |
| Umidade relativa do ar máxima (URMax) | -0,49741 | -0,35281 | 0,005698 |
| Velocidade do vento (Vve) | -0,11545 | -0,47664 | 0,008547 |
| Precipitação acumulada (Prec) | -0,10966 | -0,49128 | 0,0114 |
| % da Variância explicada | 57,42 | 25,65 | - |

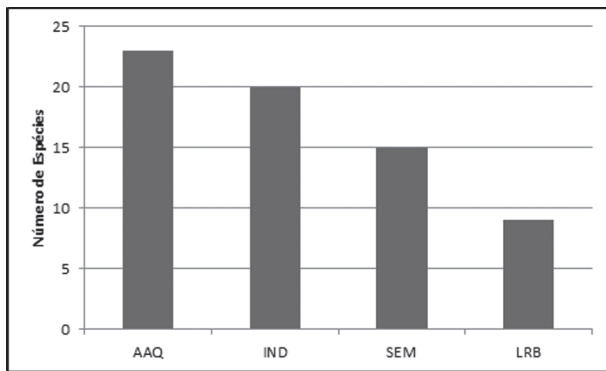


Fig. 7. Habitat preferencial das aves registradas na Usina Eólica da Pedra do Sal, Delta do Parnaíba, Piauí, Brasil (AAQ, aves de ambiente estuarino/marinho; IND, aves independentes de ambiente florestal; LRB, aves que ocorrem em lagos, rios e banhados; SEM, aves semidependentes de ambiente florestal).

As espécies consideradas por este estudo como habitantes de rios, lagos e banhados integram as famílias Ardeidae (*Butorides striata*, *Ardea alba*, *Bubulcus ibis* e *Egretta thula*), Aramidae (*Aramus guarauna*), Alcedinidae (*Megaceryle torquata*), Hirundinidae (*Tachycineta albiventer*) e Accipitridae (*Rostrhamus sociabilis*). Estas aves foram observadas em pequenas lagoas, no mangue e no rio Igaracú (braço do rio Parnaíba) e *Bubulcus ibis* próximo ao gado criado no entorno da linha de aerogeradores.

Risco de colisão com os aerogeradores. Durante o período amostral não foram observadas colisões de aves com os aerogeradores, mas é importante ressaltar que muitas espécies migratórias foram observadas voando paralelamente a linha de implantação da Usina Eólica, e muitos indivíduos localmente residentes foram observados utilizando as lagoas intermitentes dentro e próximas ao empreendimento no período de alimentação, com voos mais altos ou abaixo da linha das pás, visíveis às aves.

DISCUSSÃO

Composição da avifauna. Com base na estimativa de riqueza obtida pelo Jackknife primeira ordem, Jackknife de segunda ordem, Chao 1 e Chao 2, é possível afirmar que mais de 94% das espécies estimadas para a área foram registradas, o que reforça a idéia que as assembleias de aves foram suscetíveis ao método empregado; no entanto, ao observar a curva de acumulação de espécies, principalmente em relação às espécies observadas (S_{obs}), fica evidente que não houve estabilização da mesma, o que poderia ocorrer, segundo os estimadores utilizados, se fossem realizadas mais três amostragens.

No Brasil ocorrem 41 espécies de aves limícolas migratórias CBRO (2014). Destas, 33 se reproduzem no hemisfério norte (neártico) e migram para a América do Sul durante o inverno boreal. Dentre as aves migratórias neárticas, as aves das famílias Charadriidae e Scolopacidae encontram-se entre as espécies que realizam as maiores migrações (AZEVEDO-JUNIOR, 1998), corroborando os dados

levantados. Deste total, 16 espécies foram registradas no local em estudo. Por esta ser uma região litorânea, a maioria das espécies observadas pertence a Charadriiformes.

Das espécies migratórias mencionadas por SANTOS (2011) e GIRÃO & ALBANO (2011) no litoral do Piauí, somente *Callidris fuscicollis* (maçarico-de-sobre-branco) não foi observada no presente estudo, ao passo que foram registrados indivíduos de Charadriidae (*Pluvialis squatarola*), Scolopacidae (*Numenius phaeopus* e *Tringa solitaria*), Sternidae (*Sterna hirundo*) e Hirundinidae (*Hirundo rustica*), não registradas pelos referidos autores.

No trabalho de CAMPOS *et al.* (2008), que realizaram censo das aves migratórias na porção norte da Baía Amazônica, litoral do Amapá, foram observadas Charadriidae (*Pluvialis dominica* e *Charadrius semipalmatus*) e Scolopacidae (*Calidris pusilla*, *Calidris minutilla* e *Tringa solitaria*). No presente estudo tais espécies também foram frequentemente registradas no período de setembro de 2011 a janeiro de 2012, estando ausentes ou com populações extremamente reduzidas em outros meses do ano. Segundo SICK (1997), no período de maio a julho é que se dá a reprodução destas aves no Hemisfério Norte.

RODRIGUES (2007) propôs um mapa de ocorrência das aves residentes e migratórias da região da costa amazônica através de censos realizados entre 1998 e 2005 em 44 localidades. Na ocasião, foram registradas diversas espécies de aves migratórias e algumas residentes, muitas das quais também observadas no presente trabalho, como *Numenius phaeopus*, *Calidris canutus*, *Calidris pusilla* e *Calidris alba*.

A maioria das espécies observadas é composta por espécies residentes, com contudente demarcação territorial. Diversos trabalhos sobre aves migratórias realizados no nordeste do Brasil (AZEVEDO-JUNIOR, 1998; AZEVEDO-JUNIOR *et al.*, 2001; LARRAZÁBAL *et al.*, 2002; TELINO-JUNIOR *et al.*, 2003; CABRAL *et al.*, 2006; CARVALHO & RODRIGUES, 2011) foram executados cumprindo um ou mais ciclos sazonais, ou seja, um ano ou mais de amostragem, iniciando quase sempre em setembro e terminando em agosto do ano seguinte. Este período do ano é o momento em que as aves migratórias neárticas vêm em busca de locais de invernada na costa leste da América do Sul utilizando o litoral norte do Brasil como porta de entrada (CAMPOS *et al.*, 2008), o que coincide com os períodos de maior diversidade aqui registrados. *Pluvialis squatarola*, *Arenaria interpres*, *Tringa melanoleuca*, *Calidris pusilla*, *Calidris alba*, *Charadrius semipalmatus*, *Charadrius collaris*, *Numenius phaeopus*, *Actitis macularius* e *Calidris minutilla* são espécies registradas nesta contribuição e observadas pelos autores acima citados.

Dentre as espécies mais observadas destaca-se *Charadrius collaris*, pouco mencionada em outros trabalhos sobre aves migratórias do norte. Ao passo que *Sterna hirundo* foi identificada apenas duas vezes durante os meses de setembro e outubro de 2011. Segundo SICK (1997), *S. hirundo* chega ao litoral norte do Brasil aproximadamente

no fim do mês de setembro, no mesmo período em que foi avistada, o que permite inferir que além do litoral norte, também pode estar utilizando o litoral nordestino como rota migratória.

Além das 16 espécies visitantes do norte (indivíduos de Charadriidae e Scolopaciidae), também foram registrados biguás (*Phalacrocorax brasilianus*) se alimentando nas lagoas residuais na área amostral. Após a reprodução, essa espécie torna-se localmente migratória, voando em formação triangular aberta em grandes bandos (SIGRIST, 2009). Somente no dia 13 de setembro de 2011 foram registrados 25 indivíduos durante o período de observação. A andorinha-de-bando (*Hirundo rustica*) também ocorre na área amostrada, podendo ser observada de setembro a março.

Influências abióticas. Os fatores abióticos que mais influenciaram a avifauna foram a umidade relativa do ar máxima, a pressão barométrica mínima e máxima, seguidos por velocidade do vento e precipitação acumulada. Estes dados corroboram a literatura, pois por percorrerem grandes distâncias, a capacidade de voo das aves migratórias sofre contundente influência das variáveis atmosféricas (PANUCCIO *et al.*, 2010). Nestes ambientes a velocidade do vento, a pressão barométrica e a temperatura estão relacionadas com o desgaste sofrido pelo organismo da ave durante o voo, tornando mais custoso ou facilitado, dependendo da capacidade de migração de cada espécie (KREITHEN & KEETON, 1974; BERGER, 1974; BARTHELD & GIANESSI, 2011).

As condições climáticas como a temperatura também são responsáveis por influenciar os níveis de corticosterona nas aves, modulando o acúmulo de gordura e o mecanismo de regulação da glicose, importantes fatores para sua sobrevivência (ROMERO *et al.*, 2000; BEN-HAMO *et al.*, 2013). Apesar da temperatura (máxima e mínima) e irradiação solar estarem visualmente correlacionadas às espécies do segundo e quarto quadrantes da Fig. 5, estas pouco influenciaram as análises, o que pode ser corroborado através do teste de permutação de Monte-Carlo ($p=0,4444$; $p=0,3191$; $p=0,4587$, nesta ordem).

A dependência destas variáveis tem sérias implicações devido aos efeitos gerados por suas modificações decorrentes das mudanças climáticas que alteram os micro habitats utilizados por diversas espécies, alterando a forma como elas coexistem e interagem em um mesmo território, alterando processos de nidificação, competição, sucesso reprodutivo e migração (LOMHOLT, 1976; MARTIN, 2001; MARRA *et al.*, 2005). A forte correlação do fator precipitação pluviométrica sobre as populações de aves na usina eólica da Pedra do Sal, provavelmente, está relacionada a corpos d'água formados a partir do acúmulo de precipitação no local, visto que o terreno, por ser irregular, apresenta regiões mais baixas que permitem a retenção de água por um longo período, servindo para atração e manutenção da avifauna.

Estrutura trófica. O deslocamento das aves insetívoras e carnívoras na área de estudo pode estar

relacionado à oferta de alimento nas lagoas intermitentes, como insetos, anfíbios, serpentes e lagartos. O mesmo padrão foi observado por RODRIGUES *et al.* (2007) na Área de Proteção Ambiental de Guadalupe (Pernambuco).

As únicas aves malacófagas registradas foram *Rosthramus sociabilis* e *Aramus guarauna*. Indivíduos de *R. sociabilis* foram avistados próximos às lagoas capturando moluscos que compõem a base de sua dieta alimentar (SICK, 1997; SIGRIST, 2009), enquanto que *A. guarauna* foi avistado sobrevoando as lagoas que começavam a surgir novamente devido ao retorno do período chuvoso.

Outras aves como *Megaceryle torquata*, *Phaetusa simplex* e *Sternula superciliaris* são exemplos de aves piscívoras registradas na área amostral. Quando as lagoas secavam, *Megaceryle torquata* buscava seu alimento sobrevoando a região do mangue próximo à usina, enquanto que *P. simplex* buscava seu alimento no mar.

Habitat preferencial. A maior riqueza de aves registrada é pertencente ao habitat estuarino/marinho, o que pode estar relacionado aos manguezais e praias na área de estudo. As espécies independentes de ambiente florestal compõem o segundo grupo mais abundante, o que pode ser devido ao tipo de ambiente (Restinga, com elementos de Cerrado e Caatinga) aliado ao desmatamento decorrente da implantação da Usina Eólica, pois de acordo com STOTZ *et al.* (1996), a maioria das aves que ocorrem na vegetação arbustiva seca é relativamente tolerante à perturbação do ambiente. Aliado a isso, durante o período de estudo ocorreram grandes mudanças sazonais na região, pois de julho a dezembro o clima tornou-se árido e a maioria das áreas que se encontravam alagadas secaram, ocorrendo a perda de folhas de parte da vegetação. Com a chuva de janeiro a junho, áreas extensas foram alagadas, tanto no entorno quanto no interior da usina, o que possibilitou as condições necessárias para a manutenção e permanência das aves consideradas por este estudo como de lagos, rios e banhados, que visitam a área a procura de alimento.

Risco de colisão com os aerogeradores. A ausência de colisões de aves com aerogeradores na Usina Eólica da Pedra do Sal corrobora os estudos de DREWITT & LANGSTON (2006), no Reino Unido, que comentam que as usinas eólicas têm um potencial mínimo de impacto sobre a avifauna.

Muitas das aves observadas próximas às torres eólicas se mostraram adaptadas às condições as quais estão agora inseridas, como *Cathartes aura*, *Caracara plancus* e muitas espécies de Charadriiformes que sobrevoaram paralelamente à linha dos aerogeradores, e quando atravessavam-na perpendicularmente, ou faziam voando alto, ou abaixo das paletas das torres, o que pode justificar o baixo impacto direto da usina eólica.

TRAVASSOS *et al.* (2005) ressaltaram que a localização de uma usina eólica é um dos fatores que podem causar impactos sobre a avifauna, como as que estão inseridas em rotas migratórias, e um exemplo disso são as usinas eólicas implantadas no sudeste da Espanha (MARTINEZ *et al.*, 2010). Na Usina Eólica da Pedra do Sal foram observadas

aves migratórias em período de invernada e alimentação, e a diversidade e a riqueza das espécies permite inferir o baixo impacto indireto causado por esse empreendimento.

Por se tratar de um estudo com apenas dois anos de amostragem, os táxons registrados ainda não refletem a biodiversidade que se espera encontrar na região, e à medida que o esforço amostral aumente, é possível que mais espécies de aves sejam registradas. Aliado a isso, 2012 foi um ano de poucas chuvas na região, o que pode ter influenciado tanto na diversidade, quanto na riqueza de aves.

Diante disso, faz-se necessária a continuidade dos estudos, tanto para aumentar o número de espécies de aves, quanto para realizar o monitoramento da atividade da avifauna a longo prazo, podendo, dessa forma, mensurar com maior segurança a influência da presença dos aerogeradores em sua dinâmica ecológica.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO-JUNIOR, S. M. 1998. As aves do canal de Santa Cruz, Pernambuco, Brasil. **Caderno Ômega da Universidade Federal Rural de Pernambuco**, Série Ciências Aquáticas 5:35-50.
- AZEVEDO-JUNIOR, S. M.; DIAS, M. M.; LARRAZABAL, M. E.; TELINO-JUNIOR, W. R.; LYRA-NEVES, R. M. & FERNANDES, C. J. G. 2001. Recapturas e recuperações de aves migratórias no litoral de Pernambuco, Brasil. **Ararajuba** 9(1):33-42.
- BARRIOS, L. & RODRIGUEZ, A. 2004. Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality aton-shore wind turbines. **Journal of Applied Ecology** 41:72-81.
- BARTHELD, C. S. & GIANNESI, F. 2011. The paratympanic organ: a barometer and altimeter in the middle ear of birds. **Journal of Experimental Zoology B: Molecular and Developmental Evolution** 316(6):402-408.
- BASTOS, E. A. 2011. **Boletim agrometeorológico de 2010 para o município da Parnaíba, Piauí**. Teresina, Embrapa Meio-Norte. 32p.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R. & HARPER, J. L. 2007. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. Porto Alegre, Artmed. 752p.
- BEN-HAMO, M.; MCCUE, M. D.; KHOZIN-GOLDBERG, I.; MCWILLIAMS, S. R. & PINSHOW, B. 2013. Ambient temperature and nutritional stress influence fatty acid composition of structural and fuel lipids in Japanese quail (*Coturnix japonica*) tissues. **Comparative Biochemistry and Physiology** 166(2):244-250.
- BERGER, M. 1974. Oxygen consumption and power of hovering Hummingbirds at varying barometric and oxygen pressures. **Naturwissenschaften** 61(9):407.
- BIBBY, C. J.; BURGESS, N. D. & HILL, D. A. 1992. **Birds census techniques**. London, Academic Press. 257p.
- CABRAL, S. A. S.; AZEVEDO JUNIOR, S. M. & LARRAZABAL, M. E. 2006. Abundância sazonal de aves migratórias na Área de Proteção Ambiental de Piaçabuçu, Alagoas, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 23(3):865-869.
- CAMPOS, C. E. C.; NAIFF, R. H. & ARAUJO, A. S. 2008. Censo das aves migratórias (Charadriidae e Scolopacidae) da Porção Norte da Bacia Amazônica, Macapá, Amapá, Brasil. **Ornithologia** 3(1):38-46.
- CARVALHO, D. L. & RODRIGUES, A. A. F. 2011. Spatial and temporal distribution of migrant shorebirds (Charadriiformes) on Caranguejos Island in the Gulf of Maranhão, Brazil. **Revista Brasileira de Ornithologia** 19(4):486-492.
- CBRO - COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS. 2014. **Lista das aves do Brasil**. Disponível em: <<http://www.cbro.org.br/CBRO/listabr.htm>>. Acesso em: 20.02.2014.
- CHAO, A. 1984. Non-parametric estimation of the number of classes in a population. **Scandinavian Journal of Statistics** 11:265-270.
- _____. 1987. Estimating the Population Size for Capture-Recapture Data with Unequal Catchability. **Biometrics** 43:783-791.
- CHESSER, R. T. 1994. Migration in South America: an overview of the austral system. **Bird Conservation International** 4:91-107.
- COLWELL, R. K. 2013. **EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples**. Version 9.1.0. User's Guide and application. Disponível em: <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>>. Acesso em: 20.03.2014.
- DESHOLM, M. 2009. Avian sensitivity to mortality: Prioritising migratory bird species for assessment at proposed wind farms. **Journal of Environmental Management** 90(8):2672-2679.
- DREWITT, A. L. & LANGSTON, R. H. W. 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. **Ibis** 148(1):29-42.
- GIRÃO, W. & ALBANO, C. 2011. Ilha Grande. In: VALENTE, R.; SILVA, J. M. C.; STRAUBE, F. C. & NASCIMENTO, J. L. X. eds. **Conservação de Aves Migratórias Neárticas no Brasil**. Belém, Conservação Internacional, p.129-132.
- HUNT, G. 2002. **Golden eagles in a perilous landscape: predicting the effects of mitigation for wind turbineblade-strike mortality**. Consultant Report. California Energy Commission. Disponível em: <http://www.energy.ca.gov/reports/2002-11-04_500-02-043F.PDF>. Acesso em: 20.03.2014.
- KREITHEN, M. L. & KEETON, W. T. 1974. Detection of changes in atmospheric pressure by the homing pigeon, *Columba livia*. **Journal of Comparative Physiology** 89(1):73-82.
- LANGSTON, R. H. W. & PULLAN, J. D. 2002. **Windfarms and birds: an analysis of the effects of wind farms on birds, guidance on environmental assessment criteria and site selection issues**. Report by BirdLifeInternational on Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. Disponível em <http://www.eolien-biodiversite.com/uploaded/fichier/sc22-inf30erev_1238514752.pdf>. Acesso em: 11.04.2014.
- LARRAZÁBAL, M. E.; AZEVEDO JUNIOR, S. M. & PENA, O. 2002. Monitoramento de aves limícolas na Salina Diamante Branco, Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 19(4):1081-1089.
- LARSEN, J. K. & CLAUSEN, P. 2002. Potential wind park impact on whooper swans in winter: the risk of collision. **Waterbirds Special Publication** 25(1):327-330.
- LOMHOLT, J. P. 1976. Relationship of weight loss to ambient humidity of birds eggs during incubation. **Journal of Comparative Physiology** 105(2):189-196.
- LUCAS, M.; JANSS, G. F. E. & FERRER, M. 2004. The effects of a wind farm on birds in a migration point: the Strait of Gibraltar. **Biodiversity and Conservation** 13(2):395-407.
- MARRA, P. P.; FRANCIS, C. M.; MULVIHILL, R. S. & MOORE, F. R. 2005. The influence of climate on the timing and rate of spring bird migration. **Oecologia** 142(2):307-315.
- MARTIN, T. E. 2001. Abiotic vs. biotic influences on habitat selection of coexisting species: climate change impacts. **Ecology** 82(1):175-188.
- MARTINEZ, J. E.; CALVO, J. F.; MARTINEZ, J. A.; ZUBERGOITIA, I.; CEREZO, E.; MANRIQUE, J.; GÓMEZ, G. J.; NEVADO, J. C.; SÁNCHEZ, M.; SÁNCHEZ, R.; BAYO, J.; PALLARÉS, A.; GONZALÉZ, C.; GÓMEZ, J. M.; PÉREZ, P. & MOTOS, J. 2010. Potential impact of wind farms on territories of large eagles in southeastern Spain. **Biodiversity and Conservation** 19(13):3757-3767.
- MOTTA-JÚNIOR, J. C. 1990. Estrutura trófica e composição das avifaunas de três habitats terrestres na região central do estado de São Paulo. **Ararajuba** 1(6):65-71.
- NWCC - NATIONAL WIND COORDINATING COMMITTEE. 2000. **National Avian-Power Planning Meeting IV, Carmel, CA, May 2000: Meeting Summary**. Disponível em: <http://nationalwind.org/wp-content/uploads/assets/research_meetings/Research_Meeting_IV_Proceedings.pdf>. Acesso em: 20.02.2014.
- PALMER, M. W. 1991. Estimating species richness: The second-order jackknife reconsidered. **Ecology** 72(4):1512-1513.
- PANUCCIO, M.; AGOSTINI, N.; LUCIA, G.; MELLONE, U.; WILSON, S.; ASHTON-BOOTH, J.; CHIATANTE, G. & TODISCO, S. 2010. Local weather conditions affect migration strategies of adult Western Honey Buzzards *Pernis apivorus* through an Isthmus Area. **Zoological Studies** 49(5):651-656.
- RODRIGUES, A. A. F. 2007. Priority Areas for Conservation of Migratory and Resident Waterbirds on the Coast of Brazilian Amazonia. **Revista Brasileira de Ornithologia** 15(2):209-218.

- RODRIGUES, R. C.; ARAUJO, H. F. P.; LYRA-NEVES, R. M.; TELINO-JUNIOR, W. R. & BOTELHO, M. C. N. 2007. Caracterização da avifauna na Área de Proteção Ambiental de Guadalupe, Pernambuco, Brasil. **Ornithologia** 2(1):47-61.
- ROMERO, L. M.; REED, J. M. & WINGFIELD, J. C. 2000. Effects of weather on corticosterone responses in wild free-living passerine birds. **General and Comparative Endocrinology** 118:113-122.
- SAIDUR, R.; RAHIM, N. A.; ISLAM, M. R. & SOLANGI, K. H. 2011. Environmental impact of wind energy. **Renewable and Sustainable Energy Reviews** 15:2423-2430.
- SANTOS, M. P. D. 2011. Cajueiro da Praia. In: VALENTE, R.; SILVA, J. M. C.; STRAUBE, F. C. & NASCIMENTO, J. L. X. eds. **Conservação de Aves Migratórias Neárticas no Brasil**. Belém, Conservação Internacional, p.125-128.
- SICK, H. 1983. **Migrações de aves na América do Sul Continental**. Brasília, Publicação Técnica CEMAVE – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. 395p.
- _____. 1997. **Ornitologia brasileira**. Rio de Janeiro, Nova Fronteira. 912p.
- SIGRIST, T. 2009. **Guia de Campo Avifauna Brasileira: Descrição das espécies**. Vinhedo, Avis Brasilis. 600p.
- STOTZ, D. F.; FITZPATRICK, J. W.; PARKER III, T. A. & MOSKOVITS, D. K. 1996. **Neotropical birds: ecology and conservation**. Chicago, University of Chicago Press. 502p.
- TELINO-JUNIOR, W. R.; AZEVEDO-JUNIOR, S. M. & LYRA-NEVES, R. M. 2003. Censo de aves migratórias (Charadriidae, Scolopacidae e Laridae) na Coroa do Avião, Igarassu, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 20(3):451-456.
- THELANDER, C. G.; SMALWOOD, K. S. & RUGGE, L. 2003. **Bird Risk Behaviors and Fatalities at the Altamont Pass Wind Resource Area**. Ojai, NREL. 83p.
- TRAVASSOS, P.; COSTA, H. M.; SARAIVA, T.; TOMÉ, R.; ARMELIN, M.; RAMIREZ, F. I. & NEVES, J. 2005. **A energia eólica e a conservação da avifauna em Portugal**. Lisboa, Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves (SPEA). 29p.
- WILLIS, E. O. 1979. The composition of Avian Communities in Remanescent woodlots in Southern Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia** 33:1-25.