



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO
AMBIENTE (PRODEMA)
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE (MDMA)
SUBPROGRAMA PRODEMA/PRPG/UFPI

CLEITON OLIVEIRA CARDOSO

AVIFAUNA MIGRATÓRIA DO LITORAL PIAUIENSE: INFLUÊNCIAS
AMBIENTAIS NO CICLO ANUAL DE MIGRAÇÃO E GUIA DE CAMPO
ILUSTRADO

Teresina

2019

CLEITON OLIVEIRA CARDOSO

**AVIFAUNA MIGRATÓRIA DO LITORAL PIAUIENSE: INFLUÊNCIAS
AMBIENTAIS NO CICLO ANUAL DE MIGRAÇÃO E GUIA DE CAMPO
ILUSTRADO**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós- Graduação em
Desenvolvimento e Meio Ambiente da
Universidade Federal do Piauí
(PRODEMA/UFPI/TROPEN), como
requisito para obtenção do título de
mestre em Desenvolvimento e Meio
Ambiente.

Prof. Orientador: Dr. Anderson Guzzi

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco
Serviço de Processamento Técnico

C268a Cardoso, Cleiton Oliveira.
Avifauna migratória do litoral piauiense: influências ambientais no ciclo anual de migração e guia de campo ilustrado / Cleiton Oliveira Cardoso. – 2019.
100 f.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2019.

“Orientador: Prof. Dr. Anderson Guzzi”.

1. Migrantes. 2. Paradiático. 3. Variáveis Climáticas.
I. Título.

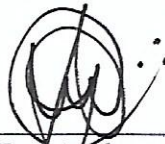
CDD 304.8

CLEITON OLIVEIRA CARDOSO

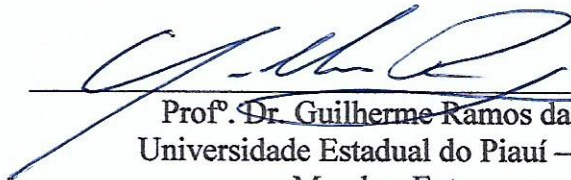
**AVIFAUNA MIGRATÓRIA DO LITORAL PIAUIENSE: INFLUÊNCIAS
AMBIENTAIS NO CICLO ANUAL DE MIGRAÇÃO E GUIA DE CAMPO
ILUSTRADO**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI/TROPEN), como requisito a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de Concentração: Desenvolvimento do Trópico Ecotonal do Nordeste. Linha de Pesquisa: Biodiversidade e Utilização Sustentável dos Recursos Naturais.

Aprovada em: 25 / 03 / 2019



Prof. Dr. Anderson Guzzi
Orientador
(PRODEMA/UFPI)



Prof. Dr. Guilherme Ramos da Silva
Universidade Estadual do Piauí – UESPI
Membro Externo



Prof. Dra. Elaine Aparecida da Silva
Universidade Federal do Piauí – (PRODEMA/UFPI)
Membro Interno

RESUMO

O Brasil é referência mundial em biodiversidade de aves por apresentar grande diversidade de ambientes. Além de favorecer a diversidade de espécies residentes, tais características também tornam o Brasil uma importante rota de migração para muitas espécies. São reconhecidas 1919 espécies de aves no território nacional, das quais 120 são visitantes e 66 têm ocorrência pontual ou mesmo acidental, sendo admitidas como vagantes. O objetivo geral foi comparar a composição da avifauna migratória em diferentes pontos do litoral do Piauí. As coletas de dados foram realizadas em 10 pontos do litoral do Piauí, sendo um ponto situado no município de Ilha Grande, sete pontos no município de Parnaíba e dois no município de Luis Correia. Foram realizados levantamentos quali-quantitativos das aves migratórias de abril de 2009 a fevereiro de 2016 a partir da observação com binóculos e captura em redes de neblina. O guia ilustrado para crianças foi elaborado a partir de desenhos feitos manualmente das espécies de aves migratórias do litoral piauiense. Foram registradas 82 espécies de aves migratórias pertencentes a 13 ordens e 28 famílias, sendo 41 migrantes intracontinentais, 26 espécies visitantes do Hemisfério Norte, 14 nômades e uma vagante. Observou-se diferença significativa na composição das espécies migratórias entre os diferentes pontos amostrais. As espécies migrantes intracontinentais apresentaram maior ocorrência entre os meses de janeiro a julho, as visitantes do Hemisfério Norte são mais abundantes no mês de novembro, diminuindo sua ocorrência a partir do mês de março. As espécies nômades foram constantes durante todos os meses do ano. O litoral piauiense é uma importante área para conservação de aves migratórias por apresentar diversos ambientes que favorecem a permanência tanto de espécies que realizam pequenos deslocamentos, como de espécies que realizam movimentos entre diferentes continentes. A conservação desses ambientes favorece a manutenção de populações viáveis das espécies migratórias e a perpetuação dos movimentos sazonais.

Palavras-chave: migrantes, paradidático, variáveis climáticas.

ABSTRACT

Brazil is a world reference in bird biodiversity because it presents a great variety of environments. In addition to favoring the diversity of resident species, such characteristics also make Brazil an important migration route for many species. 1919 species of birds are recognized in the national territory, of which 120 are visitors and 66 are occurring on time or even accidental, being admitted as vagrants. The general objective was to compare the composition of the migratory avifauna in different points of the coast of Piauí. Data collection was carried out in 10 points of the coast of Piauí, one point in the municipality of Ilha Grande, seven points in the municipality of Parnaíba and two in the municipality of Luis Correia. Qualitative quantitative surveys of migratory birds from April 2009 to February 2016 were carried out from binocular observation and capture in mist networks. The illustrated guide for children was drawn from drawings made manually of migratory bird species from the Piauían coast. Eighty-two species of migratory birds belonging to 13 orders and 28 families were recorded, 41 intra-continental migrants, 26 visiting species from the Northern Hemisphere, 14 nomads and one vagrant. A significant difference in the composition of the migratory species was observed between the different sampling points. The intracontinental migratory species had a higher occurrence between January and July, visitors from the Northern Hemisphere were more abundant in November, decreasing their occurrence as of March. The nomadic species were constant during all months of the year. The Piauían coast is an important area for the conservation of migratory birds because it presents several environments that favor the permanence of both species that carry out small displacements, as well as of species that carry out movements between different continents. The conservation of these environments favors the maintenance of viable populations of migratory species and the perpetuation of seasonal movements.

Key words: migrants, paradidactic, climatic variables.

LISTA DE FIGURAS

Artigo

- Figure 1.** Sampling points along the coast of Piauí State, Brazil.....43
- Figure 2.** . Barplot of the expected (i.e. rarefied) number of migratory bird species per month on the coast of Piauí State, Brazil. Also shown barplots for each migratory status separately: NO (nomad species); IN (intracontinental migrants); VN (northern visitor species).Bar colors indicate the different seasons typically observed in the area.....44
- Figure 3.** Scatter plot depicting the relationship between monthly migratory bird species richness, mean insolation (SI), and mean atmospheric pressure (AP) on the coast of Piauí State, Brazil. The model equation was derived from an elastic net regression, with penalization parameter = 0.9, and shrinkage parameter = 3.3, both of which were determined by leave-one-out cross-validation.....45
- Figure 4.** Biplot of a Non-metric Multidimensional Scalling (NMDS), constructed with the Bray-Curtis dissimilarity of sampling campaigns, depicting differences in the species composition of migratory bird assemblages from diferent vegetation types on the coast of Piauí State, Brazil. Ellipses represent a 90% confidence interval around each group centroid, which, in turn, are represented by letter codes.....46
- Figure 5.** Barplots depicting the expected (i.e. rarefied to equalize sampling effort) number of migratory bird species in each vegetation type along the coast of Piauí State, Brazil. Lines represent 2x the standard deviation of the expected richness. CA = caatinga, TG = transition grasslands, FF = flooding fields, NFF = non-flooding fields, OS = orchards.....47
- Figure 6.** Barplots depicting the monthly variation in the expected (i.e. rarefied to equalize sampling effort) number of migratory bird species in each vegetation type

along the coast of Piauí State, Brazil. TG = transition grasslands, FF = flooding fields,
NFF = non-flooding fields. Bar colors represent different seasons.....48

LISTA DE TABELAS

Artigo

Table 1. Migratory birds recorded along the coast of Piauí State, Brazil37

Table 2. Indicator bird species of environments along the coast of Piauí State, Brazil.
.....41

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1. Avifauna migratória	12
2.2. Influência abiótica na migração	14
2.3. Guia ilustrado de aves no ensino infantil.....	16
REFERÊNCIAS	18
3. ARTIGO e GUIA	
Spatio temporal Patterns and Drivers of the Structure of Migratory Bird Communities Along the Coast of Piauí State, Brazil	22
Guia ilustrado: Aves migratórias de férias no Brasil	50
CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
APÊNDICES	87
ANEXO	89

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é referência mundial em biodiversidade de aves (OLIVEIRA *et al.*, 2016). Um dos fatores que favorecem essa grande biodiversidade é a variedade de ambientes existentes no território nacional, os quais concentram grande parte de duas das maiores regiões de floresta tropical da América do Sul (Amazônia e Mata Atlântica), uma das maiores planícies alagáveis (Pantanal), a maior região de savana (Cerrado), uma das maiores regiões de florestas secas (Caatinga), os maiores e mais preservados mangues das Américas e um ambiente marinho muito diversificado, com ilhas oceânicas e recifes de corais (VALENTE *et al.*, 2011).

Além de favorecer a biodiversidade de espécies residentes, tais características também tornam o Brasil uma importante rota de migração para muitas espécies, que se deslocam, de forma regular e sazonal, entre duas ou mais áreas distintas, sendo uma delas seu local de reprodução. Todos os anos milhares de aves migratórias oriundas de países como Estados Unidos, Canadá e Argentina chegam ao Brasil à procura de alimento e descanso. Os recursos alimentares são o principal fator determinante dos pontos de parada das aves durante seus movimentos migratórios (CAMPOS *et al.*, 2008; GROSE e CREMER, 2015).

Normalmente, essas espécies chegam ao Brasil no mês de setembro, permanecendo até o mês de maio. A existência de habitats específicos é de grande importância para descanso, muda de penas e alimentação, inclusive para repor as energias gastas na migração e se prepararem para o retorno. Com relação às aves que migram do continente Antártico e do extremo sul da América do Sul para o Brasil, durante o inverno austral, ainda pouco se conhece sobre suas rotas migratórias (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

De modo geral, a migração é considerada um fenômeno com um grande e repetido espectro de variedades de movimentos realizados pelos animais, que vai desde invasões esporádicas à viagens anuais de longa distância (ABLE, 1999) e que envolvem movimentos de ida e retorno de populações para sítios de alimentação e reprodução (NEWTON, 2008). A ausência sazonal de uma espécie em determinada região é um dos principais indícios de migração (FERREIRA *et al.*, 2009).

Um dos principais estímulos para a migração é a disponibilidade de recursos alimentares e áreas para nidificação, os quais estimulam as espécies a migrarem de

uma área de baixa disponibilidade para outra onde o recurso é farto, mas a migração também pode estar relacionada à disponibilidade de água ou à diminuição de competição (ABLE, 1999). Apesar de haver um padrão geral de migração que estabelece a chegada aos sítios de alimentação, invernada, partida e retorno às áreas de reprodução, padrões interespecíficos rígidos não devem ser considerados. Isso porque o ciclo anual de migração de cada espécie depende de características biogeográficas e ecológicas exclusivas de cada espécie (ALMEIDA e RODRIGUES, 2015).

Lima (2009) considera que os fatores abióticos apresentam influência na fisiologia animal, atuando como determinantes do processo de migração. Segundo o autor, todos os organismos vivos estão estruturados no tempo e no espaço, apresentando flutuações diárias da maioria dos parâmetros bioquímicos, fisiológicos e comportamentais. Osciladores endógenos controlam os ritmos fisiológicos dos organismos, fazendo com que eles persistam em certas condições. Tais ritmos que apresentam tal constância em um período aproximado de 24 horas são chamados de ritmos circadianos.

Diante do conhecimento da influência dos ambientes naturais e dos fatores climáticos na migração das aves, bem como da importância destes conhecimentos para a conservação das espécies migratórias, foi formulada a seguinte problematização:

Qual a relação entre a composição da avifauna migratória do litoral piauiense com os diferentes ambientes naturais e com as variáveis ambientais? E levantar como hipóteses: 1) Os diferentes ambientes atuam diretamente na determinação da composição da avifauna migratória; 2) as variáveis ambientais: temperatura média, precipitação total, velocidade média do vento, insolação média e pressão atmosférica média, apresentam relação significativa com os movimentos de migração.

O objetivo geral foi comparar a composição da avifauna migratória em diferentes pontos do litoral do Piauí. Os objetivos específicos foram: 1) estudar qualitativa e quantitativamente a avifauna migratória do litoral piauiense; 2) verificar a relação entre as espécies migratórias e os diferentes ambientes naturais; 3) identificar as relações existentes entre as variáveis ambientais e o período de migração; 4) elaborar um material paradidático (guia ilustrado) voltado para o público infantil.

2. REFERENCIALTEÓRICO

2.1. Avifauna Migratória

Migração é o termo que define os deslocamentos realizados repetidamente, de forma sazonal, por determinada população animal, que se desloca de uma área de reprodução para pontos onde dispõem de mais recursos tróficos, descanso e alimentação, em uma determinada época do ano, completando o ciclo biológico quando retornam posteriormente ao ponto de reprodução (NUNES e TOMAS, 2008).

Uma migração bem sucedida é avaliada a partir das taxas de sobrevivência e desempenho ao longo do ciclo anual. O que fica evidente durante o período de invernada não é isolado de outras fases do ciclo anual do migrante. Os eventos que ocorrem em uma fase afetam diretamente a biologia do indivíduo nas fases subsequentes, incluindo a relação entre fases de reprodução e invernada e a fase migratória (MOORE, 2018). Cooper *et al.* (2018) acrescenta, ainda, que entender a conectividade migratória é fundamental para a ecologia, evolução e conservação de espécies.

Pode-se considerar quatro diferentes períodos para melhor compreensão da abundância das espécies migratórias: chegada das aves na América do Sul (agosto a novembro), período de invernada (dezembro a fevereiro), período de partida para as áreas de reprodução (março a maio) e o período de reprodução no hemisfério norte (junho e julho) (ALMEIDA e RODRIGUES, 2015).

Nem todas as espécies registradas no Brasil se reproduzem no país, sendo por isso consideradas migratórias. Um número considerável de espécies usa os ecossistemas brasileiros somente durante o período não reprodutivo, reproduzindo em outras partes do planeta (VALENTE *et al.*, 2011).

No Brasil, são observadas cinco rotas migratórias principais, podendo a mesma espécie variar suas rotas, utilizando uma para chegada ao Brasil e outra para retorno ou apenas uma nos dois sentidos. As principais rotas são: Rota Atlântica – ao longo de toda costa brasileira, do Amapá até o Rio Grande do Sul; Rota Nordeste– consiste numa divisão da Rota Atlântica, iniciando na Baía de São Marcos (MA) e no Delta do Parnaíba (divisa MA/PI), seguindo pelo interior do Nordeste até a costa da Bahia; Rota do Brasil Central – outra divisão da Rota Atlântica na altura da foz do Rio Amazonas e Arquipélago de Marajó, de onde segue pelos Rios Tocantins e Araguaia, passando pelo Brasil Central e atingindo o Vale do

Rio Paraná na altura de São Paulo; Rota Amazônia Central/Pantanal – as principais chegadas são pelos rios Negro, Branco e Trombetas passando pela região de Manaus e Santarém, seguindo respectivamente pelo vale dos Rios Madeira e Tapajós, até o Pantanal; e Rota Amazônia Ocidental – também conhecida como Rota Cisandina, penetra no Brasil pelos vales dos Rios Japurá, Içá, Purus, Juruá e Guaporé, entrando a partir daí no Pantanal (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

De acordo com a lista mais atual do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (PIACENTINI, 2015), são reconhecidas no Brasil 1919 espécies de aves, das quais 120 são visitantes e 66 têm ocorrência pontual ou mesmo acidental, sendo admitidas como vagantes. O mesmo autor ainda destaca que o número de espécies reconhecidas como migratórias pelo CBRO continua crescendo a cada ano, uma tendência já evidente em versões anteriores da lista. No entanto, este crescimento se apresenta relativamente pequeno, quando comparado ao de outros grupos de vertebrados. Possivelmente, esse baixo crescimento se deve ao fato de que as aves são o grupo mais estudado e melhor conhecido taxonomicamente em relação aos demais grupos.

Somenzari *et al.* (2018) consideram que das 1.919 espécies de aves no Brasil, 198 (10,3%) exibem comportamento migratório, sendo 127 (64%) consideradas migratórias e 71 (36%) parcialmente migratórias. Oitenta e três espécies (4,3% do total) são classificadas como vagantes e oito (0,4%) como “não definido”. Das 103 famílias de aves do Brasil, 37 (35,9%) apresentam pelo menos uma espécie migratória ou parcialmente migratória, sendo as mais numerosas: Tyrannidae (33 spp.), Scolopacidae (21 spp.), Procellariidae (20 spp.), Thraupidae (13 spp.) e Anatidae (12 spp.).

O Brasil desempenha um papel importante nas rotas migratórias das espécies residentes nos países vizinhos, apresentando escalas em todo o território nacional (SICK e BARRUEL 1984; MESTRE *et al.*, 2010; VALENTE *et al.*, 2011). A marcação dos indivíduos com anilhas é uma ferramenta essencial para compreensão dos deslocamentos realizados por essas espécies (ANTAS, 2017). Identificar as estratégias e rotas migratórias é de grande importância para a conservação das espécies (GIUNCHI *et al.*, 2018).

2.2. Influência abiótica na migração

A migração é um fenômeno generalizado e antigo que geralmente envolve uma resposta sazonal a mudanças previsíveis no meio ambiente. Tais mudanças incluem as quatro estações nas latitudes mais altas e as estações úmidas e secas nos trópicos. Os organismos se preparam e se ajustam para diferentes fases da vida migratória como preparação, início (viagem real) e terminação. Esta estrutura permite investigações sobre o comportamento e a fisiologia dos mecanismos envolvidos em cada fase, bem como estudos de como o meio ambiente controla esse processo (RAMENOFSKY e WINGFIELD, 2007).

Os organismos vivos apresentam flutuações diárias da maioria dos parâmetros bioquímicos, fisiológicos e comportamentais, sendo controlados por fatores endógenos que regulam a constância diária destes parâmetros, o ritmo circadiano. Entende-se por organização circadiana o modo como o sistema circadiano inteiro é unificado fisiologicamente, e pelos princípios e regras que determinam as interações entre seus componentes. Tanto a fisiologia quanto o comportamento dos organismos multicelulares são determinados amplamente e profundamente pela organização circadiana. Três estruturas principais compõem o núcleo do sistema que regula e controla os diversos ritmos que podem ser medidos em vertebrados, formando o “eixo circadiano”, central comum a todos os vertebrados, inclusive os mais primitivos. Essas estruturas são as retinas, o complexo pineal (pineal e o órgão/olho parietal) e o núcleo supraquiasmático (NSQ) do hipotálamo (LIMA, 2009).

Um fator determinante da capacidade de voo das aves migratórias são as variáveis atmosféricas, sendo que ventos fracos e alta pressão barométrica representam as condições climáticas ideais para o voo elevado das aves migratórias (PANUCCIO *et al.*, 2010). A temperatura, por exemplo, é responsável por influenciar os níveis de corticosterona, 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).

As variações na densidade migratória noturna podem ser consideradas com base nas interações entre três fatores principais: a natureza circadiana de Zugunruhe, o estado energético da ave e a influência direta do clima no início dos vôos migratórios. Os melhores indicadores da previsão de uma grande migração são

os ventos do norte e a queda das temperaturas. Uma relação direta entre a direção do vento e o volume de migração noturna sugere que essas aves que realizam migrações noturnas, utilizam algum sistema que lhes permita monitorar ou prever a direção dos ventos no alto. A maioria das espécies migrantes noturnas voam abaixo de 1.000 m (cerca de 3.000 pés). Os ventos a estas altitudes são altamente correlacionados com os ventos de superfície a maior parte do tempo, sendo assim um pássaro poderia prever a direção da altitude baixa dos ventos simplesmente monitorando os ventos no chão. O clima também pode influenciar a magnitude de migração (ABLE, 1970).

Alguns fatores endógenos também atuam como determinantes no sistema de migração de aves. Cryptochrome 1b (Cry1b) exibe um terminal carboxi exclusivamente encontrado em aves até agora, o que pode ser indicativo de uma função especializada. Cryptochrome 1a (Cry1a) é até agora a única proteína de criptocromo que foi localizada em tipos específicos de células dentro da retina de aves migratórias. Alguns criptocromes estão envolvidos na regulação da atividade circadiana. Essas proteínas também foram sugeridas como mediadoras do mecanismo primário no sistema de bússola em aves, o qual permite que elas se orientem a partir dos campos magnéticos, o possível envolvimento do Cry1b em um mecanismo de magnetorecepção (BOLTE *et al.*, 2016).

Evidências atuais sugerem fortemente que as aves migratórias noturnas têm um sensor dependente da luz e do compasso magnético localizado em seus olhos e que o mecanismo subjacente baseia-se na dinâmica de rotação quântica dos pares de radicais fotoinduzidos, o que provavelmente gerou os criptocromes (HORE e MOURITSEN, 2016). A variação de condição durante a migração pode ser um dos fatores-chave que determinam os tempos de chegada e condição para reprodução nas áreas, que por sua vez têm uma grande influência sobre sucesso reprodutivo (BEARHOP *et al.*, 2004).

Para que o Brasil avance no conhecimento sobre as migrações são necessárias coletas sistematizadas de dados, incluindo não apenas dados de ausência e presença de espécies, mas também suas abundâncias, estudos de longo prazo (dez ou mais anos), que evidenciem padrões não detectáveis em estudos de curta (um a dois anos) ou média duração, estudos em diferentes áreas simultaneamente, utilização do método de captura-marcação-recaptura, utilizando a técnica de anilhamento com marcação individual (anilhas metálicas e coloridas),

registros de muda; quantificação dos dados na busca de padrões (origem e destino dos movimentos migratórios e relações com variáveis ambientais e ecológicas), monitoramento simultâneo em diferentes regiões estratégicas no país e grupos de trabalho de pesquisadores com dados de longos períodos e/ou distintas áreas, que gerem discussão, intercâmbio de informações entre pesquisadores e publicações conjuntas (ALVES, 2007).

2.3. Guia ilustrado de aves no ensino infantil

O ensino de Ciências abrange conteúdos não só curriculares, mas também significativos para a vida cotidiana, por isso é considerado fundamental para a formação dos alunos. No entanto, a disciplina de Ciências apresenta alguns pontos que a torna de difícil compreensão para o corpo discente, principalmente em relação aos termos científicos. Outro fator importante diz respeito à metodologia do professor em sala de aula, que muitas vezes não instiga o interesse do aluno (SERAFIM, 2017; COSTA e ALVES, 2018).

Introduzir metodologias diferenciadas de ensino no contexto escolar com o intuito de facilitação do processo de ensino-aprendizagem e de gerar maior estímulo nos estudantes tem se mostrado um desafio a ser enfrentado pelos professores (GOULARTE e DECCACHE-MAIA, 2017; COSTA e ALVES, 2018). Muitas vezes, o tempo disponível para as aulas e os recursos escassos dificultam o planejamento e aplicação de aulas mais dinâmicas e interessantes.

As histórias, jogos e saídas de campo são estratégias que estimulam a habilidade e a capacidade de raciocínio e aprendizagem do ensino de ciências, permitindo a livre expressão, interação, pensamento crítico e novas idéias. Além disso, também despertam o interesse pela natureza ao compreender sua diversidade que até então passava despercebida. Assim, tais conhecimentos revelaram atitudes buscando soluções de conservação ao compreender sua posição frente aos desafios ambientais e sociais do contexto local (NOGUEIRA *et al.*, 2015).

Reis (2001) analisou a influência das revistas em quadrinhos no processo de aprendizagem de crianças. O autor verificou a importância de alguns quadrinhos na sensibilização sobre a valorização do meio ambiente. O autor percebeu que esses recursos não se limitam a uma falsa idéia de uma natureza perfeita, mas apresentam as situações de fragilidade ambiental, trabalhando assim a educação ambiental.

Levar o conhecimento científico para a sala de aula é de suma importância para uma melhor compreensão dos acontecimentos percebidos no ambiente. A alfabetização científica é uma atividade que ao ser efetivada no espaço escolar, se dissemina nos espaços educativos não formais, a partir de diferentes mídias e linguagens (LORENZETTI e DELIZOICOV, 2001). A elaboração de estratégias metodológicas diferenciadas pelo professor contribui para um aprendizado efetivo, proporcionando momentos de reflexão científica que permitirão aos alunos uma percepção mais atraente da disciplina de Ciências (COSTA e ALVES, 2018).

Diferentemente das literaturas formais usadas como apoio do professor em sala de aula, o livro paradidático infantil tem o papel de transmissão de informação aliado ao divertimento das crianças (REZENDE, 2014). Inúmeras publicações literárias infantis permitem observar a percepção da caracterização da imagem, na visão dos alunos, como texto único que constitui a obra, não apenas como uma simples imagem ou um coadjuvante do texto, mas como elemento expressivo e discursivo, exigindo do leitor um olhar atento ao que vê (NUNES *et al.*, 2018).

A ilustração científica também se constitui uma importante forma lúdica de trabalhar ciências, sendo uma forma de interligação entre essa disciplina e as Artes. No ensino formal a utilização de práticas ilustrativas é pouco utilizada pelos docentes para o ensino dos conteúdos de Ciências. Geralmente, durante as explanações a cerca dos seres vivos, pouco se considera a realidade dos alunos. A proposta de ensinar conteúdos das ciências biológicas através da ilustração científica é uma forma prazerosa de aprender e produzir material didático, saindo da esfera apenas da observação das imagens prontas contidas nos materiais didáticos distribuídos nas escolas e chegando à confecção de ilustrações biológicas com significados para os alunos (MOURA *et al.*, 2016).

O estudo das aves na escola pode ser uma importante aliada no processo de ensino-aprendizagem, permitindo que os alunos demonstrem mais interesse pelo assunto, sensibilizando-os, sendo esse o maior alvo e desafio da Educação Ambiental (HANZEN *et al.*, 2015). A construção de um guia de aves para crianças através do desenho científico de identificação cria um objeto visual que facilita o conhecimento e identificação das aves (GALENO, 2014). Neste contexto podem ser trabalhadas informações tanto a cerca da anatomia, fisiologia, como do comportamento das espécies, atraindo ainda mais a atenção das crianças para esse assunto.

REFERÊNCIAS

ABLE, K. P. A radar study of the altitude of nocturnal passerine migration. **Bird-banding**, v. 41, n. 4, p. 282-290, 1970.

ABLE, K. P. (Ed.). **Gatherings of angels: Migrating birds and their ecology**. Cornell University Press, 1999. 185p.

ALMEIDA, B.; RODRIGUES, A. A. F.. Abundância sazonal de aves limícolas em área costeira amazônica, praia de Panaquatira, golfão maranhense, Brasil. **Ornithologia**, v. 8, n. 1, p. 38-42, 2015.

ALVES, M. A. S. Sistemas de migrações de aves em ambientes terrestres no Brasil: exemplos, lacunas e propostas para o avanço do conhecimento. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 15, n. 2, p. 231-238, 2007.

ANTAS, P. T. Z. Janelas para entender a migração de aves. **Revista de Fotografia Científica Ambiental**, v. 1, n. 1, p. 60-64, 2017.

BEARHOP, S. *et al.* Stable isotope ratios indicate that body condition in migrating passerines is influenced by winter habitat. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 271, n. Suppl 4, p. S215-S218, 2004.

BEN-HAMO, M. *et al.* Waking to drink: rates of evaporative water loss determine arousal frequency in hibernating bats. **Journal of Experimental Biology**, v. 216, n. 4, p. 573-577, 2013.

BOLTE, P. *et al.* Localisation of the putative magnetoreceptive protein cryptochrome 1b in the retinae of migratory birds and homing pigeons. **PLoS One**, v. 11, n. 3, p. e0147819, 2016.

CAMPOS, C. E. C.; NAIFF, R. H.; DE ARAÚJO, A. S. Censo de aves migratórias (Charadriidae e Scolopacidae) da porção norte da bacia amazônica, Macapá, Amapá, Brasil. **Ornithologia**, v. 3, n. 1, p. 38-46, 2008.

COOPER, N. W. *et al.* Resighting data reveal weak connectivity from wintering to breeding grounds in a range-restricted and endangered long-distance migratory passerine. **Avian Conservation and Ecology**, v. 13, n. 1, 2018.

COSTA, M. O.; ALVES, M. H. Aprendizagem de ciências sob a visão dos discentes de uma escola de ensino fundamental de Parnaíba, Piauí (Brasil). **Espacios**, v. 39, n. 1, p. 29-37, 2018.

DE MOURA, Nelson Antunes; DA SILVA, Juciley Benedita; DOS SANTOS, Eurico Cabreira. Ensino de biologia através da ilustração científica. **Revista Temas em Educação**, v. 25, p. 194-204, 2016.

FERREIRA, J. D.; COSTA, L. M.; RODRIGUES, M. Aves de um remanescente florestal do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 3, p. 39, 2009.

GALEGO, M. A. F. J. *et al.* **O meu primeiro guia de aves: desenho como forma de conhecer.** 2014. Tese de Doutorado.

GIUNCHI, D. *et al.* Spring migratory routes and stopover duration of satellite tracked Eurasian Teal *Anas crecca* wintering in Italy. **Ibis**, 2018.

GOULART, A. O. F.; MAIA, E. D. Reflexões sobre aplicação da pesquisa na sala de aula: contribuições para o ensino de ciências. **Revista Ciências & Ideias**, v. 8, n. 2, p. 121-138, 2017.

GROSE, A. V.; CREMER, M. J. Aves migratórias no litoral norte de Santa Catarina, Brasil. **Ornithologia**, v. 8, n. 1, p. 22-32, 2015.

HANZEN¹, S. M.; DE ABREU TAVARES, P. R.; GIMENES, M. R. O acréscimo do conhecimento sobre aves aplicado à educação ambiental na escola Estadual Senador Filinto Müller no município de Ivinhema–MS. **Atualidades Ornitológicas**, v. 188, p. 33-38, 2015.

HORE, P. J.; MOURITSEN, H. Theradical-pair mechanism of magnetoreception. **Annual review of biophysics**, v. 45, p. 299-344, 2016.

LIMA, L. H. R. G. **Retina de aves como sistema circadiano e sua modulação por luz e glutamato.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2009.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio Pesquisa em educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 37-50, 2001.

MESTRE, L. A. M.; ROOS, A. L.; NUNES, M. F. Análise das recuperações no Brasil de aves anilhadas no exterior entre 1927 e 2006. **Ornithologia**, v. 4, n. 1, p. 15-35, 2010.

MOORE, F. R. Biology of landbird migrants: a stopover perspective. **The Wilson Journal of Ornithology**, v. 130, n. 1, p. 1-12, 2018.

NEWTON, I. **The migration ecology of birds**—Academic Press. 2008. 984p.

NOGUEIRA, Mayra Lopes *et al.* Observação de aves e atividades lúdicas no ensino de ciências e Educação Ambiental no Pantanal (MS). **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 10, n. 2, p. 187-203, 2015.

NUNES, A. P.; TOMAS, W. M. **Aves migratórias e nômades ocorrentes no Pantanal.** Embrapa Pantanal-Livro científico (ALICE), 2008. 124p.

NUNES, M. F.; EVALTE, T. T.; PILLAR, A. D. Texto literário infantil: produção de sentido a partir do olhar, do brincar e do ler. **Revista GEARTE**, v. 8, n. 1, p. 59-75, 2018.

OLIVEIRA, A. C. *et al.* Relatório anual de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil. **Cabedelo, PB: CEMAVE/ICMBio**, 2016.

PANUCCIO, M. *et al.* Local weather conditions affect migration strategies of adult western honey buzzards *Pernis apivorus* through an isthmus area. **Zoological**

Studies, v. 49, n. 5, p. 651-656, 2010.

PIACENTINI, V. Q. et al. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee/Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. **Revista Brasileira de Ornitologia-Brazilian Journal of Ornithology**, v. 23, n. 2, p. 90-298, 2015.

RAMENOFSKY, M.; WINGFIELD, J. C. Regulation of migration. **AIBS Bulletin**, v. 57, n. 2, p. 135-143, 2007.

REIS, M. S. A. As revistas em quadrinho como recursos didático no ensino de ciências. **Ensino em Re-vista**, 2001.

REZENDE, M. L. R. DESIGN EDITORIAL DE LIVROS INFANTIS. **Revista Imagem**, v. 4, n. 1, p. 1-13, 2014.

ROMERO, L. M.; REED, J. M.; WINGFIELD, J. C. Effects of weather on corticosterone responses in wild free-living passerine birds. **General and comparative endocrinology**, v. 118, n. 1, p. 113-122, 2000.

SERAFIM, Marcus. A produção de jogos como uma estratégia de aprendizagem ativa para ensino de ciências em uma turma de sétimo ano do Ensino Fundamental. **Revista Interdisciplinar de Ciência Aplicada**, v. 2, n. 3, p. 38-43, 2017.

SICK, H.; BARRUEL, P. **Ornitologia brasileira**. Editora Universidade de Brasília, 1984. 827p.

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

VALENTE, R. M. et al. Conservação de aves migratórias neárticas no Brasil. **Belém: Conservação Internacional**, 2011. 400p.

3. ARTIGO E GUIA

3.1. Spatio temporal Patterns and Drivers of the Structure of Migratory Bird Communities Along the Coast of Piauí State, Brazil

3.2. Guia ilustrado: Aves migratórias de férias no Brasil.

Send proof to: Cleiton Oliveira Cardoso, Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro Reis Veloso, Parnaíba-PI, (86) 99436-8461, e-mail: cleitonoliveiraphb@hotmail.com

Spatio temporal Patterns and Drivers of the Structure of Migratory Bird Communities Along the Coast of Piauí State, Brazil

¹Cleiton Oliveira Cardoso e Anderson Guzzi

¹ Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro Reis Veloso, Parnaíba-PI

Corresponding author: E-mail: cleitonoliveiraphb@hotmail.com

Colaboradores:

Davi da Silva Sales (coleta e tabulação dos dados)

Muryllo dos Santos Nascimento (coleta e tabulação dos dados)

Suely Silva dos Santos (coleta e tabulação dos dados)

Francisco das Chagas Vieira dos Santos (elaboração dos mapas)

Pedro Bastos de Macedo Carneiro (análises estatísticas)

Abstract - Migration is a natural phenomenon that describes the annual movements of many bird species in response to changes. Brazil hosts a wide biodiversity of birds found at stopping points along migratory routes, including various locations along the coast of Piauí State used as overwintering areas. The present work sought to identify the relationships between species of migratory birds and different coastal vegetation complexes and the influences of environmental variables on their migration. Data collection was undertaken at 10 points during the period between April/2009 and February/2016 based on visual observations and mist net captures. Linear models and ordination analyses were then used to investigate possible temporal and spatial patterns. A total of 82 species of migratory birds were identified, belonging to 13 orders and 28 families, representing 41 intracontinental migrating species, 26 northern visiting species, 14 nomads, and one vagrant. Peaks in bird richness were observed in the beginning and in the end of both dry and rainy seasons, and an elastic net regression indicated a relationship between insolation and atmospheric pressure and this temporal trend. Regarding spatial patterns, a PERMANOVA identified significant differences between the different vegetation complexes used by those birds. Lastly, the IndVal analysis identified *Chrysolampis mosquitus* as an indicator species of caatinga vegetation, *Numenius phaeopus* as a wetlands indicator, *Charadrius collaris* as an indicator of non-flooding fields, *Rostrhamus sociabilis* for forest-grassland transition sites, and *Columbina picui* as an indicator of orchards. Our data reinforce the idea that migratory birds occupy specific environments during their permanence along the coast of Piauí with their assemblages being more diverse in the most humid months.

Key-words – climatic variables, environment, movements.

Migration is a natural phenomenon that describes the annual movements of various migratory species. Birds are the most prominent and successful seasonal migratory animals due to their capacity for long-distance and long-duration flights, their navigational adaptations, and their diversity of movement patterns (Moore 2018; Sherry 2018).

South America is considered a continent of great avifauna diversity, and harbors close to a third of all living bird species, including visitors. Brazil has one of the greatest levels of avian biodiversity in the world (Sick 1997), reflecting its large territorial area and wide variety of ecosystems (Valente *et al.* 2011). According to the most up-to-date list of the Brazilian Committee of Ornithological Records (Piacentini *et al.* 2015), 1919 species have been recorded in that country, of which 120 are simply visitors, while 66 have limited or accidental records and are considered vagrants.

Various localities along the coast of Piauí State are used as overwintering areas by migratory birds. Guzzi *et al.* (2012) reported 17 migratory species in the Parnaíba River Delta; seven species observed at the Parnaíba international Airport were identified as nearctic migrants belonging to the families Charadriidae, Scolopacidae, and Hirundinidae (Cardoso *et al.* 2013). Guzzi *et al.* (2015) reported 16 nearctic migratory species at Pedra do Sal Beach, as well as three austral migrants and one partial nearctic migrant.

In order to obtain more information about migratory birds visiting Brazil and to help protect them and the ecosystems they depend on, various actions will be necessary, including: the systematic collection of data (including species' abundances), simultaneous studies in different geographic areas, increased utilization of capture and marking techniques, detailed records of molting, and the

quantification of data needed to identify the origins and destinations of migratory movements and their relationships with environmental and ecological variables (Alves 2007). As such, the present study sought to investigate spatiotemporal patterns of migratory bird species richness and composition along the coast of Piauí State, Brazil, by correlating these community features with local climate and vegetation characteristics.

METHODS

Data collection was undertaken at 10 sites along the coast of Piauí State, Brazil (Fig.1), with one site in the municipality of Ilha Grande, two in Luis Correia, and seven sites in the municipality of Parnaíba. The choices of those sites were based on previous knowledge of their utilization by migratory birds. Each site was classified by its predominant type of vegetation, following Santos-Filho *et al.* (2010). According to this scheme, the points were classified into two main vegetation types: “caatinga” (typical of dry inland areas) and “restinga” (typical of the coastal region), the latter being divided into four subtypes: flooded fields (2 sites) non-flooded fields (3 sites), transition grasslands (1 sites) and orchards (3 sites).

Quali-quantitative surveys of the migratory birds were undertaken between April/2009 and February/2016 using visual observations (with binoculars) and mist net captures. Visual observations were undertaken in study areas that were divided into transects and surveyed at the beginning of the morning and the end of the day using binoculars (10X50) and a digital recorder equipped with a directional microphone (to capture and replay vocalizations). Live captures were made using mist nets (2.5m X 30mm X 12m) during the last hours of the day and the first hours of the morning (and visited every 20 min.); the nets were preferentially extended in

areas near vegetation formations and/or aquatic sites. The references Stotz *et al.* (1996), Nunes and Tomas (2008), Piacentini *et al.* (2015), and Somenzari *et al.* (2018) were used to determine the migratory status of the birds. Their conservation status were determined following the classification of the International Union for Conservation of Nature (IUCN, 2018).

To investigate spatial and temporal patterns in migratory bird species richness, the sampling effort among sites and months was first equalized by means of rarefaction. The expected richness (i.e. the rarefied number of species) plus or minus twice its standard deviation was then used to make the appropriate comparisons. To aid in the explanation of temporal patterns, we have regressed expected (rarefied) richness per month against the monthly values of five climatic variables: mean temperature ($^{\circ}\text{C}$), total rainfall (mm), mean wind speed (m/s), mean insolation (W/m^2) and mean atmospheric pressure (Pa), which were retrieved from Agrometeorological Bulletin of EMBRAPA Meio-Norte. Since these five variables may be highly correlated, thus hindering model interpretation and applicability, we have used an elastic net regression – assuming a Gaussian error distribution and estimating penalization (α) and shrinkage (λ) parameters via leave-one-out cross-validation – to select variables and regularize model coefficients (Zou and Hastie 2005). Lastly, spatial patterns were investigated through PERMANOVA using a Bray-Curtis dissimilarity matrix of the field campaigns grouped by vegetation type. Therefore, we have investigated the possible influence of vegetation on the composition of the bird assemblages of each sampling site. To qualify these differences among communities, an IndVal test was used to identify, among the migratory birds, potential indicator species for each vegetation type. All statistical analyses were run on R 3.3.2 with packages *vegan* 2.4-6 and *glmnet* 2.0-16, and

considered statistically significant when $p < 0.05$.

RESULTS

Eighty-two migratory bird species were recorded along the coast of Piauí. They belonged to 13 orders and 28 families, representing 41 intracontinental migratory species (50%), 26 species of northern visitors (31.7%), 14 nomads (17.1%), and one vagrant (1.2%). Those species were distributed among 10 feeding guilds, with the predominant trophic guild being: feeding on aquatic arthropods, with 22 species (26.8%), followed by insectivorous birds with 19 species (23.2%), 16 omnivore species (19.5%), 10 piscivorous species (12.2%), six granivores (7.3%), three nectarivores (3.7%), two carnivores (2.4%), two molluscivores (2.4%), one frugivore (1.2%), and one insectivore/granivore (1.2%). In relation to their sensitivity to environmental changes, 47 bird species (57.3%) were classified as low sensitivity species, 24 (29.3%) as medium sensitivity species, six (7.3%) as high sensitivity species; five (6.1%) did not have recorded sensitivities. In terms of their dependence on forest environments, 61 species (74.4%) are considered independent, nine (10.1%) are considered semi-dependent, seven (8.5%) are dependent, while five (6.1%) do not have recorded dependences. Lastly, in terms of their conservation status, 80 species (97.6%) are considered of least concern, while two species (2.4%) are considered almost threatened (*Calidris canutus* and *Calidris pusilla*) (Table 1).

The period of the year in which these migratory birds were recorded varied for each species. However, richness peaks (estimated by rarefying the sampling effort of each month) were mainly observed during the transitions between equatorial seasons, particularly in the beginning of the rainy season, but also in the beginning and in the end of the dry season, a pattern which was observed in all three classes of migrants (i.e. intracontinental, northern visitors and nomads) (Fig. 2).

The elastic net regression resulted in a model that could explain 30.6% of the species richness variance using only two of the five original climatic variables, namely: insolation and atmospheric pressure. These two variables had, respectively, negative and positive influences on the number of migratory bird species on the coast of Piauí (Fig. 3).

Regarding the spatial distribution of migratory birds, vegetation type was a good predictor of which habitats were occupied by each species (PERMANOVA $F_{4,472} = 16.5$, $R^2 = 0.12$, $p = 0.001$). Hence, there were significant distinctions in bird assemblage composition among the different vegetation types encountered in the coast of Piauí (Fig. 4).

These differences in the avifauna may be represented by the distinct bird species that can be used as indicator for each vegetation type, namely:

Chrysolampis mosquitus for caatinga, *Numenius phaeopus* for flooded fields, *Charadrius collaris* for non-flooded fields, *Rostrhamus sociabilis* for the transition grasslands, and *Columbina picui* for orchards (Table 2).

It is noteworthy that the transition grasslands, which was the only vegetation type sampled in two discontinuous periods (between 2009-2011 and 2015-2016), also presented differences in bird assemblage between these two time intervals (respectively TG1 and TG2 in Fig. 4). Both, however, seem consistently distinct from that of other vegetation types. Hence, whereas in between 2009-2011 the main indicator species was the snail kite, from 2015 to 2016 the white-browed meadowlark (*Sturnella superciliaris*) became more prominent. This suggests that other factors, besides vegetation, but associated with it, may be influencing the exact wintering site of the migratory birds in the coast of Piauí.

Besides assemblage composition, species richness of migratory birds also

differed among vegetation types, with orchards and non-flooded fields being the richest, and transition grasslands being the poorest categories (Fig. 5).

Despite the differences in number and composition of species among the vegetation types, the temporal pattern in species richness was relatively similar among flooded fields, non-flooded fields and transition grassland categories, which were the only categories with samples from all months (Fig. 6). This temporal pattern was also similar to the one observed when considering the whole area, including for the different types of migratory species (i.e. intracontinental, northern visitors and nomads). This indicates that drivers of temporal patterns of avifauna migration seem to affect homogeneously the coast of the Piauí State.

DISCUSSION

The four migratory categories used represented a consensus among the authors consulted. Nunes and Tomas (2008) considered long intercontinental and intracontinental migrations, in addition to occasional nomadism. Piacentini *et al.* (2015), Somenzari *et al.* (2018), and Stotz *et al.* (1996) denominated species that move within their own continent as residents, while Somenzari *et al.* (2018) classified some of them as partial migrants – coinciding with the intracontinental migrant species classified by Nunes and Tomas (2018). Somenzari *et al.* (2018) considered only migrants between continents as migratory species, while Piacentini *et al.* (2015) considered their origins, classifying them as northern or austral visitors according to their points of departure in the northern or southern hemispheres respectively.

Migratory species are notably consistent in terms of their overwintering sites, consistently visiting habitats with food resource availabilities that satisfy their feeding habits and foraging tactics (Nunes 2008). Those requirements help to explain the

significant differences noted in species compositions between the different areas analyzed, and why some species are encountered at very specific sites (and are therefore considered indicator species). Resources are distinct in those different areas, determining the species compositions of the migratory birds.

According to the classification system of Santos-Filho *et al.* (2010), the study region includes non-flooding, flooding and grassland fields, as well as orchards. The first two types of sites are basically composed of herbaceous vegetation, differing principally in terms of water accumulation during the rainy season. Sites covered by water are essential to *Numenius phaeopus*, with that bird being the indicator species of flooded fields. *N. phaeopus* uses its long beak to scour the waters and capture prey. *Charadrius collaris*, the indicator species of non-flooding sites, prefers sandy dune areas and pioneer vegetation – often quite distant from any water; it also lays its eggs directly in the sand without preparing a nest. *Rostrhamus sociabilis*, the indicator species of transition grasslands, is commonly observed perched on carnaúba palms (*Copernicia prunifera*) or seen flying over swampy areas while searching for its principal prey (a snail, *Pomacea ampullariidae*). *Columbina picui*, the indicator species of orchards, is commonly found in areas with well-spaced trees, while *Chrysolampis mosquitus*, the indicator species of caatinga environments, is usually found in dry land vegetation and open woodlands (Sick 1997; Sigrist 2009).

Although birds always return to the same overwintering site, severe alterations of those environments can induce species to search for other, more favorable, localities. That situation probably occurred with sites TG1 and TG2, which demonstrated considerable differences in their species compositions over time. Those observations corroborated Sick (1997), who emphasized the importance of habitat conservation to species conservation, and noted that birds are totally

dependent on their environments, so that habitat losses will negatively impact migratory populations (Howard *et al.* 2018).

Other determining factors in terms of migratory movements are climatic influences. We verified that certain environmental variables are related to the arrival and departure of intercontinental migrants, particularly insolation and atmospheric pressure. At first, both variables may appear as uncommon drivers of biodiversity patterns in tropical regions, however Romero *et al.* (2000), Panuccio *et al.* (2010), and Ben-Hamo *et al.* (2013), considering climatic factors as determinants of the flight paths of migratory birds, emphasized that weak winds and high barometric pressures represented ideal climatic conditions for the high altitude flights of migratory birds. Conversely, Melo *et al.* (2017) reported that the numbers of adult marine birds of their focal species were positively related to the mean wind velocity and negatively related to atmospheric pressure. That author also reported that atmospheric pressure negatively influenced the numbers of fledglings, while nest numbers were negatively influenced by the mean wind velocity. In terms of atmospheric pressure, our results seem to agree with the former authors, but the exact mechanism of how this variable may be affecting the migratory bird assemblages on the coast of Piauí still needs to be elucidated.

Moreover, due to the complexity of the relationship between climate and bird migration, this interaction should be further investigated in future studies. Howard *et al.* (2018) commented that climatic alterations would most likely increase the effective migration distances of many migratory species, forcing them to travel longer distances, increasing the numbers of stopovers and, consequently, the total durations of their long-distance migrations – a factor not commonly considered in studies of climate change. Furthermore, the lack of correlation between migratory

movements and climatic factors other than insolation and atmospheric pressure may be related to the presence of some migratory individuals throughout the year. Sick (1997) noted that birds not able to accumulate sufficient energy resources to return to their breeding grounds can remain in the overwintering sites and only return during the next migratory cycle.

Additional factors also need to be considered. For example, there was a remarkable coincidence of bird richness peaks and peaks of fructification of plants from nearby areas of resting vegetation (Ribeiro 2011). This coincidence is noteworthy because only one of the bird species recorded in the present study was classified as frugivore, hence an increased fructification cannot be a direct cause of a higher avifauna diversity. Therefore other mechanisms should be investigated in order to clarify the relationship between food availability and bird migration on the Piauí coast, for example the plant-insect phenological synchrony or spatiotemporal variations in benthic fauna composition.

Only two species were classified as almost threatened (*Calidris canutus* and *Calidris pusilla*). Rosenberg *et al.* (2017) noted that resources available for conservation purposes are usually quite limited, and the recognition of vulnerable species (or those threatened with extinction) is an indispensable component of effective conservation planning. Surveys can identify and compare the population tendencies of focal species during the different seasons of the year, and those results can be used to identify proximal factors responsible for population changes. Information obtained from long-term monitoring of bird populations can be used to direct and optimize management activities critical to maintaining or reestablishing viable avian populations (Lynn *et al.* 2017). Up-to-date knowledge about the sites of origin and destination of migratory birds, as well as the environmental details of each

overwintering point, will be essential to maintaining viable populations. The data presented here reinforces the observation that migratory birds occupy specific environments during their permanence along the coast of Piauí and that they appear in higher concentrations in the more humid months.

LITERATURE CITED

- Alves, M. A. S. 2007. Sistemas de migrações de aves em ambientes terrestres no Brasil: exemplos, lacunas e propostas para o avanço do conhecimento. *Revista Brasileira de Ornitologia* 15: 231-238.
- Ben-Hamo, M., A. Munoz-Garcia, J. B. Williams, C. Korineand and B. Pinshow. 2013. Waking to drink: rates of evaporative water loss determine arousal frequency in hibernating bats. *Journal of Experimental Biology* 216: 573-577.
- Cardoso, C. O., A. G. S. Santos, D. N. Gomes, A. A. Tavares and A. Guzzi. 2013. Análise e composição da avifauna no Aeroporto Internacional de Parnaíba, Piauí. *Ornithologia* 6: 89-101.
- Guzzi, A., A. A. Tavares, A. G. S. Santos, C. O. Cardoso, D. N. Gomes, J. L. C. Machado, P. C. Silva, R. A. V. Carvalho, S. G. Vilarindo and S. C. A. Batista. 2012. Diversidade de aves do Delta do Parnaíba, litoral piauiense. Pages 290-338 *in* Biodiversidade do Delta do Parnaíba. EDUFPI, Parnaíba, Piauí.
- Guzzi, A., D. N. Gomes, A. G. S. Santos, M. A. Favretto, L. M. S. Soares and R. A. V. Carvalho. 2015. Composição e dinâmica da avifauna da usina eólica da praia da Pedra do Sal, Delta do Parnaíba, Piauí, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia (Online)* 105: 164-173.
- Howard, C., P. A. Stephens, J. A. Tobias, C. Sheard, S. H. M. Butchart and S. G.

- Willis. 2018. Flight range, fuel load and the impact of climate change on the journeys of migrant birds. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 285: 20172329.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN). <http://www.iucnredlist.org/>, accessed 19 may 2018.
- Lynn, S., M. C. Madden and B. E. Kus. 2017. Monitoring breeding and migration of neotropical migratory birds at Point Loma, San Diego County, California, 5-year summary, 2011–15. Geological Survey, United States.
- Melo, D. de C., A. P. Ferreira, M. C. Campoe, S. A. Araújo, L. L. V. Lacerda and J. O. Branco. 2017. Meteorological influence on a population of *Sula leucogaster* (Aves, Sulidae) at an Archipelago in the southern of Brazil. *Neotropical Biology and Conservation* 12: 59-67.
- Moore, F. R. 2018. Biology of land bird migrants: a stopover perspective. *The Wilson Journal of Ornithology* 130: 1-12.
- Nunes, A. P. 2008. Distribuição de rei-do-bosque (*Pheucticus aureoventris*, Cardinalidae) no Brasil: revisão dos registros históricos e recentes. *Atualidades Ornitológicas On-Line* 142: 38-40.
- Nunes, A. P. and W. M. Tomas. 2008. Aves migratórias e nômades ocorrentes no Pantanal, 1 th ed. Embrapa Pantanal, Corumbá, MT.
- Panuccio, M., N. Agostni, G. Lucia, U. Mellone, S. Wilson, J. Ashton-Booth, G. Chiatante and S. Todisco. 2010. Local weather conditions affect migration strategies of adult western honey buzzards *Pernis apivorus* through an isthmus area. *Zoological Studies* 49: 651-656.
- Piacentini, V. de Q. et al. 2015. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee/Lista comentada das aves do

- Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. *Revista Brasileira de Ornitologia - Brazilian Journal of Ornithology* 23: 90-298.
- Ribeiro, E. K. M. D. 2011. Fenologia e atributos reprodutivos de espécies ocorrentes em restinga no maranhão. UFPE, Recife. PE.
- Romero, L. M., J. M. Reed and J. C. Wingfield. 2000. Effects of weather on corticosterone responses in wild free-living passerine birds. *General and comparative endocrinology* 118: 113-122.
- Rosenberg, K. V., P. J. Blancher, J. C. Stanton and A. O. Panjabi. 2017. Use of North American Breeding Bird Survey data in avian conservation assessments. *The Condor* 119: 594-606.
- Santos-Filho, F. S., E. B. Almeida JR, C. J. R. S. Soares and S. Zickel. 2010. Fisionomias das Restingas do Delta do Parnaíba, Nordeste, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física* 3: 218–227.
- Sherry, T. W. 2018. Identifying migratory birds' population bottlenecks in time and space. *Proceedings of the National Academy of Sciences* p. 201802174.
- Sick, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*, edição revista e ampliada por José Fernando Pacheco. Nova Fronteira, Rio de Janeiro.
- Sigrist, T. 2009. *Guia de campo avifauna brasileira: Descrição das espécies*. Avis *Brasilis* Editora, Vinhedo, São Paulo.
- Somenzari, M. *et al.* 2018. An overview of migratory birds in Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia* 58: e20185803.
- Stotz, D. F., J. W. Fitzpatrick, T. A. Parker and D. K. Moskovits. 1996. *Neotropical birds: ecology and conservation*. University of Chicago Press.
- Valente, R. M., J. M. C. Silva, F. C. Straube and J. L. X. Nascimento. 2011. *Conservação de aves migratórias neárticas no Brasil*, 1ª ed. Belém, PA.

.Zou, H. and T. Hastie. 2005. Regularization and variable selection via the elastic net.
Journal of the Royal Statistical Society B 67:301-320.

Table 1. Migratory birds recorded along the coast of Piauí State, Brazil. STATUS: INTRA (intracontinental migrants); NO (nomads); VN (northern visitors); VA(N) (vagrant species originating in the northern hemisphere). GUILDS: ONI (omnivores); PIS (piscivores); INS (insectivores); CAR (carnivores); MAL (molluscivores); INVAQ (aquatic invertebrates); GRA (granivores); FRU (frugivores); NEC (necrophagic); INS/GRA (insectivore and granivore). SE (sensitivity): ALT (high); BAI (low); MED (medium); ND (not determined). UH (Habitat use): IN (independent); SD (semi-dependent); DP (dependent); ND (not determined). SC (conservation status): LC (little concern); AT (almost threatened)

TAXON NAME	STATUS	GUILDS	SE	UH	SC
ANSERIFORMES Linnaeus, 1758					
ANATIDAE Leach, 1820					
DENDROCYGNINAE Reichenbach, 1850					
<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766)	INTRA	ONI	BAI	IN	LC
ANATINAE Leach, 1820					
<i>Amazonetta brasiliensis</i> (Gmelin, 1789)	NO	PIS	BAI	IN	LC
PODICIPEDIFORMES Fürbringer, 1888					
PODICIPEDIDAE Bonaparte, 1831					
<i>Tachybaptus dominicus</i> (Linnaeus, 1766)	INTRA	PIS	MED	IN	LC
<i>Podilymbus podiceps</i> (Linnaeus, 1758)	INTRA	PIS	MED	IN	LC
SULIFORMES Sharpe, 1891					
PHALACROCORACIDAE Reichenbach, 1849					
<i>Nannopterum brasilianus</i> (Gmelin, 1789)	INTRA	PIS	BAI	IN	LC
PELECANIFORMES Sharpe, 1891					
ARDEIDAE Leach, 1820					
<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	NO	INS	BAI	IN	LC
<i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758	INTRA	ONI	BAI	IN	LC
<i>Ardea cocoi</i> Linnaeus, 1766	NO	ONI	BAI	IN	LC
<i>Egretta caerulea</i> (Linnaeus, 1758)	INTRA	ONI	MED	IN	LC
ACCIPITRIFORMES Bonaparte, 1831					
PANDIONIDAE Bonaparte, 1854					
<i>Pandion haliaetus</i> (Linnaeus, 1758)	VN	PIS	MED	IN	LC
ACCIPITRIDAE Vigors, 1824					
<i>Elanus leucurus</i> (Vieillot, 1818)	INTRA	CAR	BAI	IN	LC
<i>Rostrhamus sociabilis</i> (Vieillot, 1817)	INTRA	MAL	BAI	IN	LC
GRUIFORMES Bonaparte, 1854					
ARAMIDAE Bonaparte, 1852					
<i>Aramus guarauna</i> (Linnaeus, 1766)	INTRA	MAL	MED	IN	LC
RALLIDAE Rafinesque, 1815					
<i>Laterallus melanophaius</i> (Vieillot, 1819)	NO	ONI	BAI	SD	LC
<i>Porphyrio martinicus</i> (Linnaeus, 1766)	INTRA	ONI	BAI	IN	LC
CHARADRIIFORMES Huxley, 1867					
CHARADRII Huxley, 1867					
CHARADRIIDAE Leach, 1820					
<i>Pluvialis squatarola</i> (Linnaeus, 1758)	VN	INVAQ	BAI	IN	LC
<i>Pluvialis Dominica</i> (Statius Muller, 1776)	VN	INVAQ	ND	ND	LC
<i>Charadrius semipalmatus</i> Bonaparte, 1825	VN	INVAQ	MED	IN	LC
<i>Charadrius collaris</i> Vieillot, 1818	INTRA	INVAQ	ALT	IN	LC
RECURVIROSTRIDAE Bonaparte, 1831					

<i>Himantopus melanurus</i> Vieillot, 1817	VN	INVAQ	MED	IN	LC
<i>Himantopus mexicanus</i> (Stadius, 1776)	VN	INVAQ	MED	IN	LC
SCOLOPACI Stejneger, 1885					
SCOLOPACIDAE Rafinesque, 1815					
<i>Numenius phaeopus</i> (Linnaeus, 1758)	VA (N)	INVAQ	MED	DP	LC
<i>Numenius hudsonicus</i> Latham, 1790	VN	INVAQ	ND	ND	LC
<i>Gallinago paraguaiiae</i> (Vieillot, 1816)	INTRA	INVAQ	BAI	IN	LC
<i>Limnodromus griseus</i> (Gmelin, 1789)	VN	INVAQ	ALT	IN	LC
<i>Actitis macularius</i> (Linnaeus, 1766)	VN	INVAQ	BAI	IN	LC
<i>Tringa solitaria</i> (Wilson, 1813)	VN	INVAQ	BAI	IN	LC
<i>Tringa melanoleuca</i> (Gmelin, 1789)	VN	INVAQ	BAI	IN	LC
<i>Tringa flavipes</i> (Gmelin, 1789)	VN	INVAQ	BAI	IN	LC
<i>Tringa semipalmata</i> (Gmelin, 1789)	VN	INVAQ	ND	ND	LC
<i>Arenaria interpres</i> (Linnaeus, 1758)	VN	INVAQ	ALT	IN	LC
<i>Calidris canutus</i> (Linnaeus, 1758)	VN	INVAQ	ALT	IN	AT
<i>Calidris alba</i> (Pallas, 1764)	VN	INVAQ	ND	ND	LC
<i>Calidris pusilla</i> (Linnaeus, 1766)	VN	INVAQ	MED	DP	AT
<i>Calidris minutilla</i> (Vieillot, 1819)	VN	INVAQ	MED	IN	LC
<i>Calidris fuscicollis</i> (Vieillot, 1819)	VN	INVAQ	MED	IN	LC
<i>Calidris bairdii</i> (Coues, 1861)	VN	INVAQ	ND	ND	LC
LARI Sharpe, 1891					
LARIDAE Rafinesque, 1815					
<i>Leucophaeus atricilla</i> (Linnaeus, 1758)	VN	PIS	MED	IN	LC
STERNIDAE Vigors, 1825					
<i>Sternula supercilialis</i> (Vieillot, 1819)	INTRA	PIS	BAI	IN	LC
<i>Phaetusa simplex</i> (Gmelin, 1789)	INTRA	PIS	ALT	IN	LC
<i>Sterna hirundo</i> Linnaeus, 1758	VN	PIS	MED	SD	LC
RYNCHOPIDAE Bonaparte, 1838					
<i>Rynchops niger</i> Linnaeus, 1758	INTRA	PIS	ALT	IN	LC
COLUMBIFORMES Latham, 1790					
COLUMBIDAE Leach, 1820					
<i>Columbina picui</i> (Temminck, 1813)	NO	GRA	BAI	IN	LC
<i>Patagioenas picazuro</i> (Temminck, 1813)	INTRA	FRU	MED	SD	LC
CUCULIFORMES Wagler, 1830					
CUCULIDAE Leach, 1820					
CUCULINAE Leach, 1820					
<i>Coccyzus americanus</i> (Linnaeus, 1758)	VN	INS	MED	SD	LC
<i>Coccyzus euleri</i> Cabanis, 1873	INTRA	INS	MED	SD	LC
CAPRIMULGIFORMES Ridgway, 1881					
CAPRIMULGIDAE Vigors, 1825					
<i>Chordeiles acutipennis</i> (Hermann, 1783)	INTRA	INS	BAI	IN	LC
<i>Podager nacunda</i> (Vieillot, 1817)	INTRA	INS	BAI	IN	LC
APODIFORMES Peters, 1940					
APODIDAE Olphe-Galliard, 1887					
<i>Tachornis squamata</i> (Cassin, 1853)	NO	INS	BAI	IN	LC

TROCHILINAE Vigors, 1825					
<i>Anthracothorax nigricollis</i> (Vieillot, 1817)	INTRA	NEC	BAI	SD	LC
<i>Chrysolampis mosquitus</i> (Linnaeus, 1758)	NO	NEC	BAI	IN	LC
<i>Thalurania furcata</i> (Gmelin, 1788)	NO	NEC	MED	SD	LC
FALCONIFORMES Bonaparte, 1831					
FALCONIDAE Leach, 1820					
<i>Falco peregrinus</i> Tunstall, 1771	VN	CAR	MED	IN	LC
PASSERIFORMES Linnaeus, 1758					
TYRANNIDA Wetmore & Miller, 1926					
TITYRIDAE Gray, 1840					
<i>Xenopsaris albinucha</i> (Burmeister, 1869)	INTRA	INS	MED	IN	LC
TYRANNIDAE Vigors, 1825					
ELAENIINAE Cabanis & Heine, 1860					
<i>Elaenia spectabilis</i> Pelzeln, 1868	INTRA	ONI	BAI	DP	LC
<i>Elaenia mesoleuca</i> (Deppe, 1830)	NO	INS	BAI	DP	LC
<i>Elaenia cristata</i> Pelzeln, 1868	INTRA	ONI	MED	IN	LC
<i>Suiriri suiriri</i> (Vieillot, 1818)	INTRA	INS	MED	IN	LC
<i>Phaeomyias murina</i> (Spix, 1825)	INTRA	ONI	BAI	IN	LC
TYRANNINAE Vigors, 1825					
<i>Myiarchus wainsoni</i> Cabanis & Heine, 1859	INTRA	INS	BAI	IN	LC
<i>Myiodynastes maculatus</i> (Statius Muller, 1776)	INTRA	ONI	BAI	DP	LC
<i>Myiozetetes cayanensis</i> (Linnaeus, 1766)	INTRA	INS	BAI	DP	LC
<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	INTRA	ONI	BAI	SD	LC
<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	INTRA	INS	BAI	IN	LC
FLUVICOLINAE Swainson, 1832					
<i>Fluvicola albiventer</i> (Spix, 1825)	NO	INS	MED	IN	LC
<i>Fluvicola nengeta</i> (Linnaeus, 1766)	NO	INS	BAI	IN	LC
<i>Arundinicola leucocephala</i> (Linnaeus, 1764)	NO	INS	MED	IN	LC
PASSERI Linnaeus, 1758					
CORVIDA Wagler 1830					
VIREONIDAE Swainson, 1837					
<i>Vireo olivaceus</i> (Linnaeus, 1766)	VN	ONI	BAI	DP	LC
PASSERIDA Linnaeus, 1758					
HIRUNDINIDAE Rafinesque, 1815					
<i>Tachycineta albiventer</i> (Boddaert, 1783)	INTRA	INS	BAI	IN	LC
<i>Progne tapera</i> (Vieillot, 1817)	INTRA	INS	BAI	IN	LC
<i>Progne chalybea</i> (Gmelin, 1789)	INTRA	INS	BAI	IN	LC
<i>Hirundo rustica</i> Linnaeus, 1758	VN	INS	BAI	IN	LC
TURDIDAE Rafinesque, 1815					
<i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850	INTRA	ONI	BAI	SD	LC
MOTACILLIDAE Horsfield, 1821					
<i>Anthus lutescens</i> Pucheran, 1855	INTRA	INS/GRA	BAI	IN	LC
PASSERELLIDAE Cabanis & Heine, 1850					
<i>Ammodramus humeralis</i> (Bosc, 1792)	NO	GRA	BAI	IN	LC
ICTERIDAE Vigors, 1825					

<i>Chrysomus ruficapillus</i> (Vieillot, 1819)	INTRA	ONI	BAI	IN	LC
<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	NO	ONI	BAI	IN	LC
<i>Sturnella superciliaris</i> (Bonaparte, 1850)	INTRA	ONI	BAI	IN	LC
THRAUPIDAE Cabanis, 1847					
<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	INTRA	GRA	BAI	IN	LC
<i>Sporophila lineola</i> (Linnaeus, 1758)	INTRA	GRA	BAI	IN	LC
<i>Sporophila nigricollis</i> (Vieillot, 1823)	INTRA	GRA	BAI	IN	LC
<i>Sporophila caerulescens</i> (Vieillot, 1823)	INTRA	GRA	BAI	IN	LC

Table 2. Indicator bird species of environments along the coast of Piauí State, Brazil.

CAATINGA		FLOODING FIELDS		NON-FLOODING FIELDS		TRANSITION GRASSLANDS		ORCHARD SITES	
	Freq		Freq		Freq		Freq		Freq
<i>Chrysolampis mosquitus</i>	10	<i>Numenius phaeopus</i>	38	<i>Charadrius collaris</i>	150	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	148	<i>Columbina picui</i>	128
<i>Turdus amaurochalinus</i>	21	<i>Ardea alba</i>	89	<i>Anthus lutescens</i>	76	<i>Nannopterum brasilianus</i>	98	<i>Chrysomus ruficapillus</i>	10
<i>Elaenia cristata</i>	7	<i>Egretta caerulea</i>	30	<i>Himantopus melanurus</i>	25	<i>Aramus guarauna</i>	88	<i>Sturnella superciliaris</i>	74
<i>Vireo olivaceus</i>	5	<i>Tyrannus melancholicus</i>	100	<i>Tringa melanoleuca</i>	31	<i>Gallinago paraguaiae</i>	41	<i>Dendrocygna viduata</i>	17
<i>Ammodramus humeralis</i>	12	<i>Pandion haliaetus</i>	16	<i>Charadrius semipalmatus</i>	68			<i>Volatinia jacarina</i>	9
<i>Thalurea furcata</i>	4	<i>Pluvialis squatarola</i>	26	<i>Bubulcus ibis</i>	152			<i>Fluvicola nengeta</i>	11
<i>Chordeiles acutipennis</i>	9	<i>Arenaria interpres</i>	25	<i>Tringa solitaria</i>	24			<i>Amazonetta brasiliensis</i>	2
<i>Elaenia mesoleuca</i>	2	<i>Numenius hudsonicus</i>	14	<i>Podager nacunda</i>	12			<i>Laterallus melanophaius</i>	2
<i>Sporophila nigricollis</i>	2	<i>Limnodromus griseus</i>	12	<i>Tringa flavipes</i>	26			<i>Suiriri suiriri</i>	4
<i>Myiozetetes similis</i>	4	<i>Patagioenas picazuro</i>	14	<i>Calidris pusilla</i>	30				
<i>Coccyzus euleri</i>	4	<i>Himantopus mexicanus</i>	7	<i>Actitis macularius</i>	27				
<i>Xenopsaris albinucha</i>	1	<i>Calidris canutus</i>	13	<i>Pluvialis dominica</i>	6				
<i>Elaenia spectabilis</i>	1	<i>Ardea cocoi</i>	4	<i>Hirundo rustica</i>	10				
<i>Sporophila caerulescens</i>	1	<i>Calidris fuscicollis</i>	4	<i>Calidris minutilla</i>	8				
		<i>Myiarchus swainsoni</i>	4	<i>Fluvicola albiventer</i>	6				
				<i>Sternula superciliaris</i>	23				
				<i>Sterna hirundo</i>	2				
				<i>Tachornis Squamata</i>	3				
				<i>Rynchops niger</i>	5				
				<i>Porphyrion martinicus</i>	4				

FIGURE CAPTIONS

Figure 1. Sampling points along the coast of Piauí State, Brazil.

Figure 2. Barplot of the expected (i.e. rarefied) number of migratory bird species per month on the coast of Piauí State, Brazil. Also shown barplots for each migratory status separately: NO (nomad species); IN (intracontinental migrants); VN (northern visitor species). Bar colors indicate the different seasons typically observed in the area.

Figure 3. Scatter plot depicting the relationship between monthly migratory bird species richness, mean insolation (SI), and mean atmospheric pressure (AP) on the coast of Piauí State, Brazil. The model equation was derived from an elastic net regression, with penalization parameter = 0.9, and shrinkage parameter = 3.3, both of which were determined by leave-one-out cross-validation.

Figure 4. Biplot of a Non-metric Multidimensional Scalling (NMDS), constructed with the Bray-Curtis dissimilarity of sampling campaigns, depicting differences in the species composition of migratory bird assemblages from different vegetation types on the coast of Piauí State, Brazil. Ellipses represent a 90% confidence interval around each group centroid, which, in turn, are represented by letter codes.

Figure 5. Barplots depicting the expected (i.e. rarefied to equalize sampling effort) number of migratory bird species in each vegetation type along the coast of Piauí State, Brazil. Lines represent 2x the standard deviation of the expected richness. CA = caatinga, TG = transition grasslands, FF = flooding fields, NFF = non-flooding fields, OS = orchards.

Figure 6. Barplots depicting the monthly variation in the expected (i.e. rarefied to equalize sampling effort) number of migratory bird species in each vegetation type along the coast of Piauí State, Brazil. TG = transition grasslands, FF = flooding fields, NFF = non-flooding fields. Bar colors represent different seasons.

Figure 1

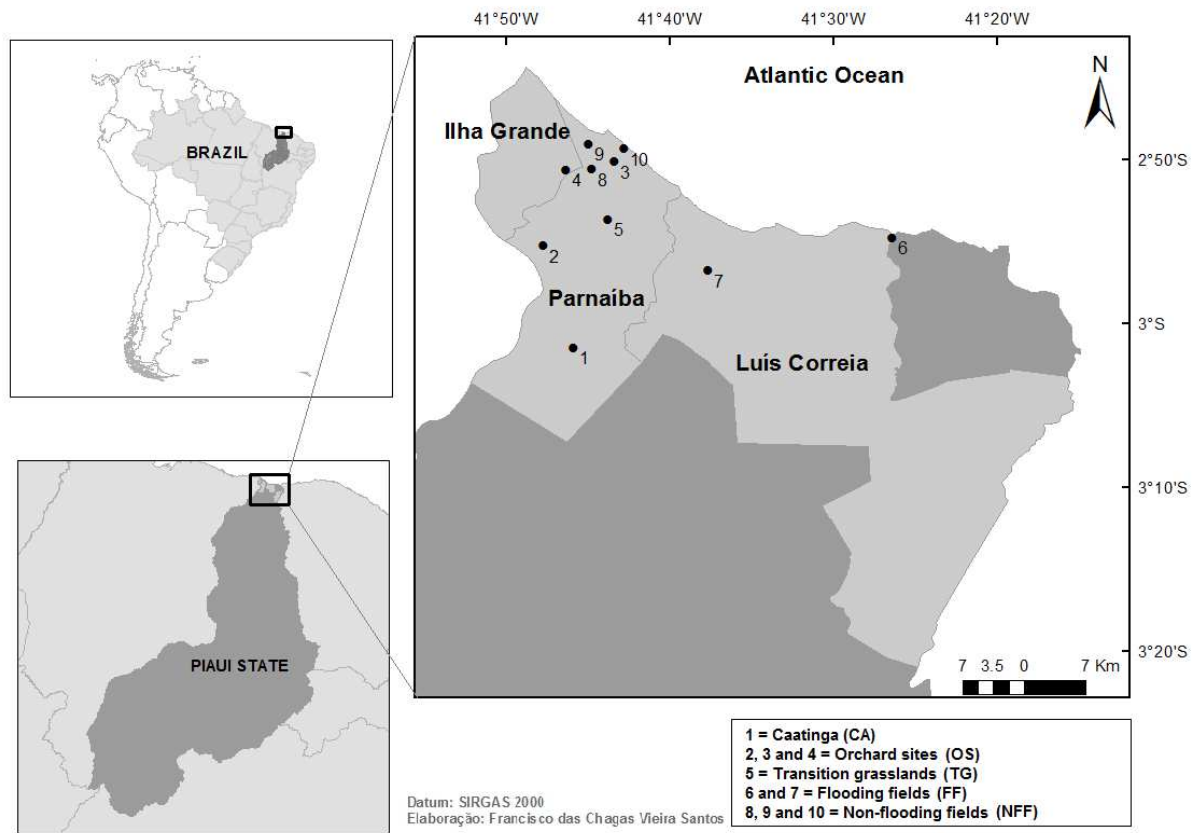


Figure 2

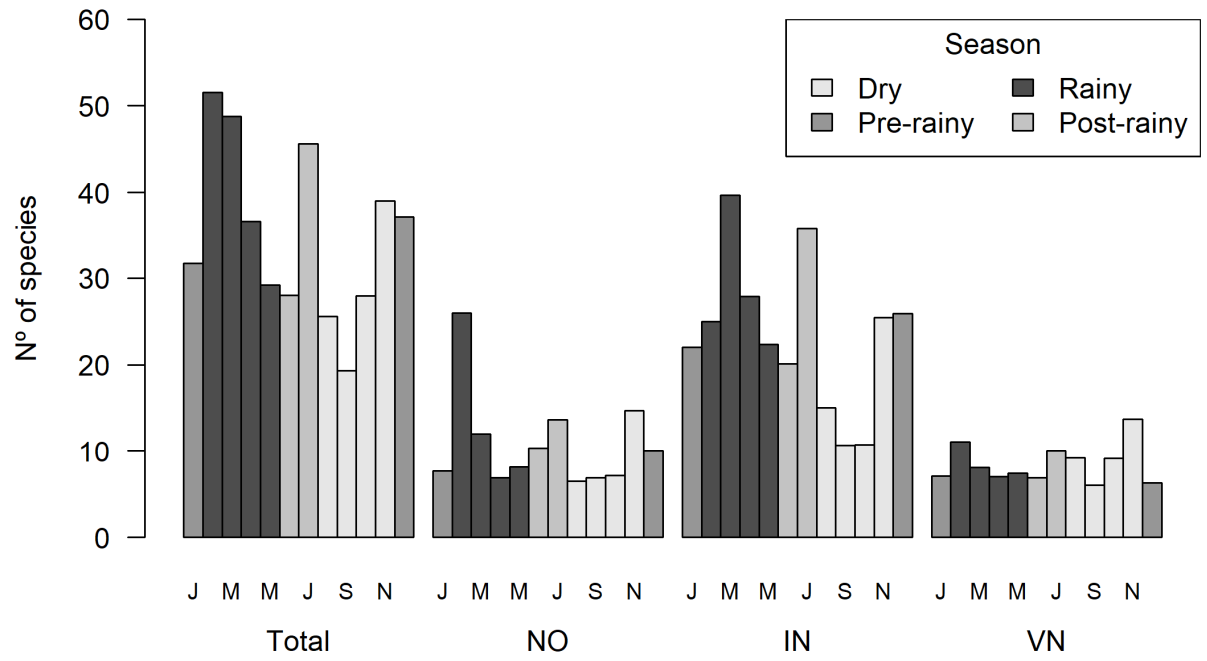


Figure 3

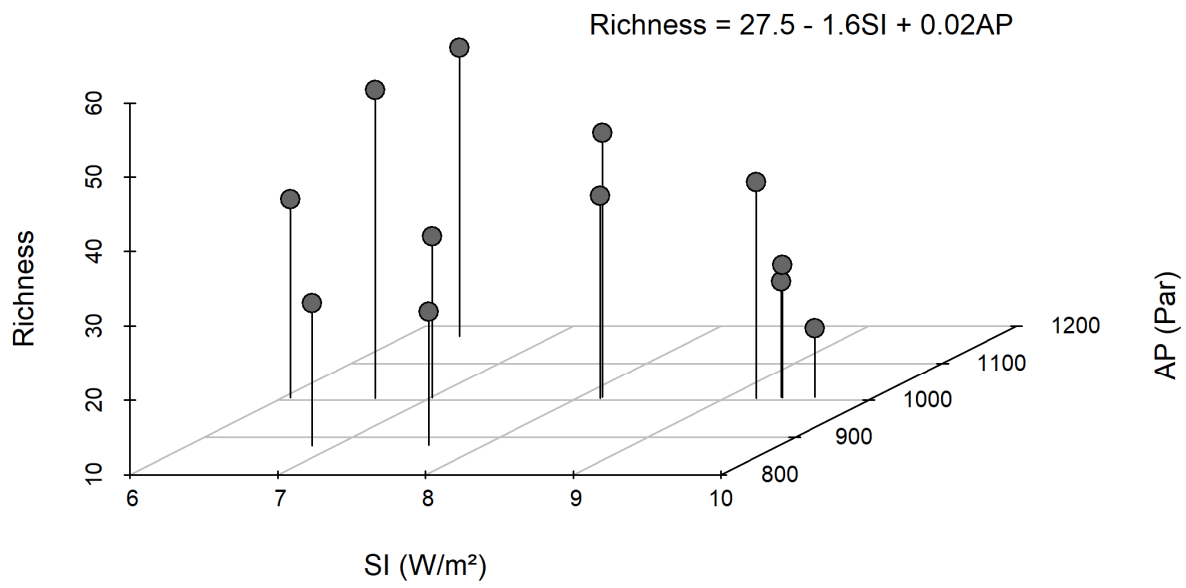


Figure 4

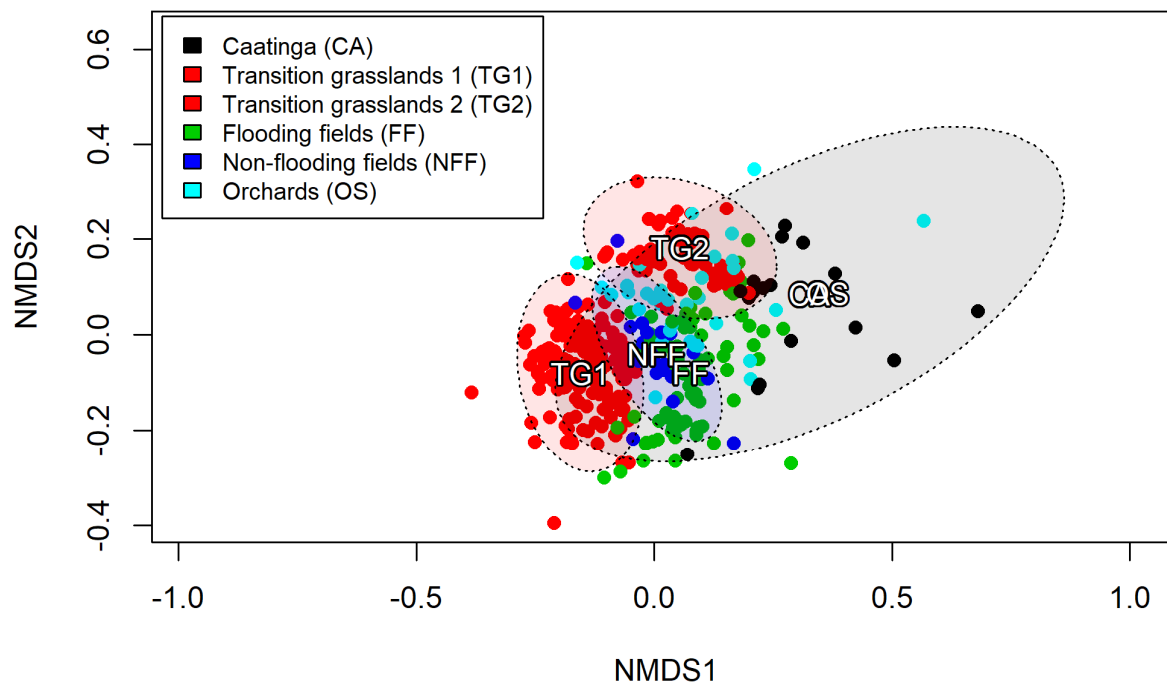


Figure 5

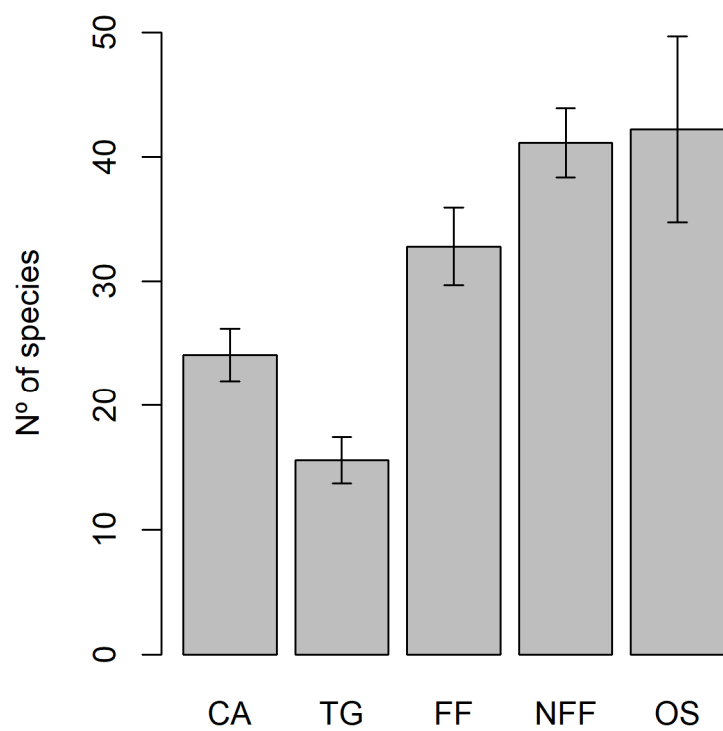
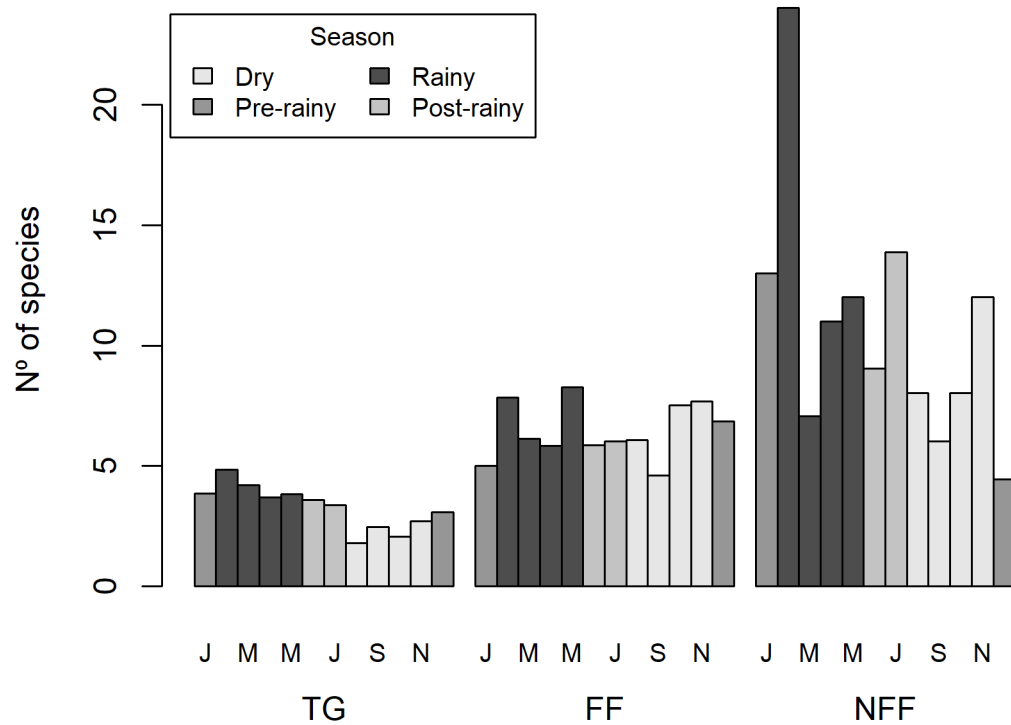
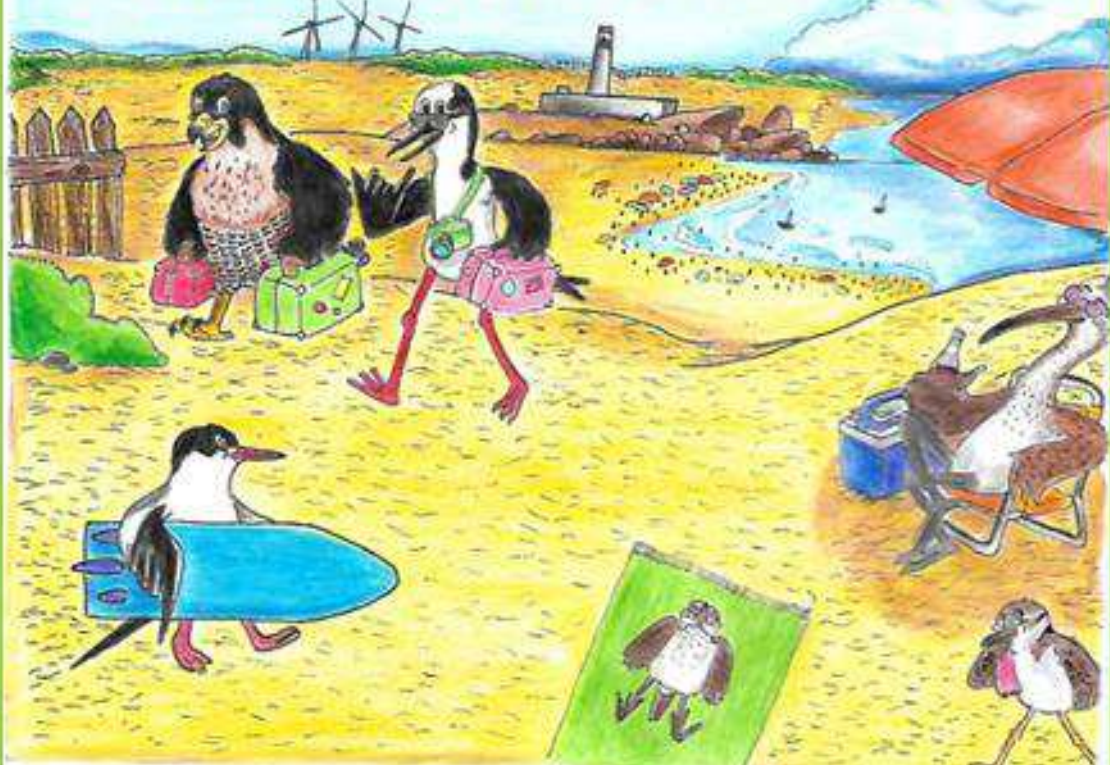


Figure 6



Guia ilustrado: Aves migratórias de férias no Brasil.

A VES MIGRATÓRIAS DE FÉRIAS NO LITORAL PIAUIENSE



A VES MIGRATÓRIAS DE FÉRIAS NO BRASIL

Autores

Cleiton Oliveira Cardoso
Anderson Guzzi

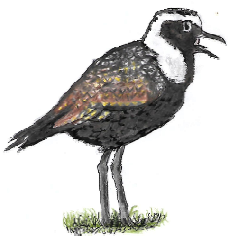
Ilustrações

Luis Fernando de Sousa Vilar

Este guia de campo ilustrado foi elaborado como parte de um trabalho para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Piauí. Esta obra tem como objetivo levar ao público infantil informações acerca da avifauna migratória que migra pro Brasil todos os anos. O conhecimento da ocorrência destas espécies no litoral piauiense, bem como alguns de seus hábitos e os riscos que estes correm durante todo o processo migratório, vêm sensibilizar o público infantil acerca da importância destas espécies para o meio ambiente, bem como o conhecimento de ações que venham protegê-las. De posse destes conhecimentos essas crianças poderão atuar como agentes disseminadores de bons hábitos ambientais que minimizem os riscos que as aves migratórias sofrem durante suas migrações e ainda contribuir para um maior interesse no estudo sobre o grupo das aves durante o ensino fundamental.

Conhecendo melhor as aves

- As aves são um grupo muito carismático de seres vivos. Elas se destacam dos demais grupos por apresentarem o corpo coberto coberto de penas e a grande maioria das espécies poder voar.



Olá! As penas são muito importantes para o vôo pois são leves e resistentes, rígidas na ponta e flexíveis nas extremidades, garantindo a sustentação no ar, mas outros fatores como os ossos ocos e ausência de bexiga urinária, também são indispensáveis.

Conhecendo melhor as aves

Os ossos das aves são ocos? Mas por que são assim?



Os ossos ocos me tornam mais leve.
Assim eu consigo voar mais facilmente!

Conhecendo melhor as aves migratórias

Algumas espécies são migratórias. Você sabia? Pois é! Algumas espécies de aves viajam todos os anos em busca de locais quentinhos e com muito alimento.

Quando chega o inverno na América do Norte elas voam para a América do sul, onde tem muito sol e comida! Quando o inverno acaba é hora de voltar!



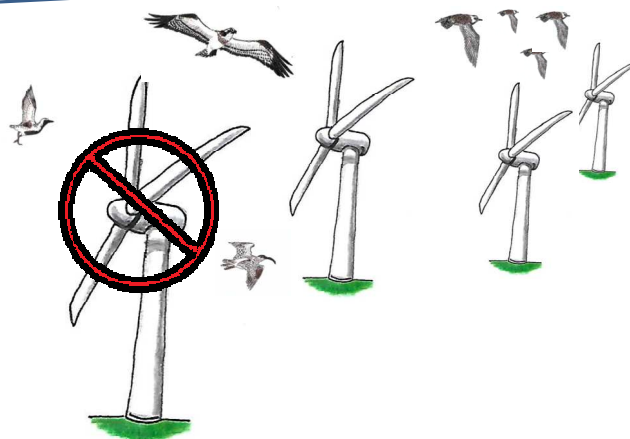
Perigos durante a migração

É muito bom viajar todos os anos para o Brasil, mas no caminho sempre encontramos muitos perigos. Vou mostrar alguns para vocês.

Olha só aquela usina eólica, ela produz energia renovável. Isso é muito bom, mas tenho muito medo daquelas hélices gigantes girando sem parar.



Usinas eólicas

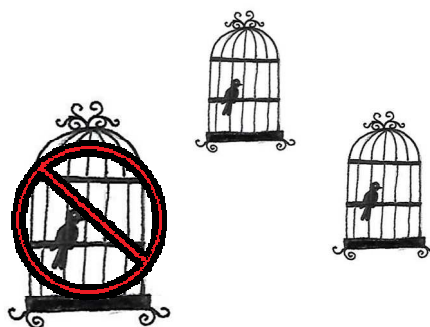


Perigos durante a migração

Muitos de nós somos capturados por pessoas que nos prendem em gaiolas. Vivemos o resto de nossas vidas presos sem ter cometido crime algum. Nunca faça isso, por favor! Não é só por que canto em uma gaiola que estou feliz!



Cativeiro

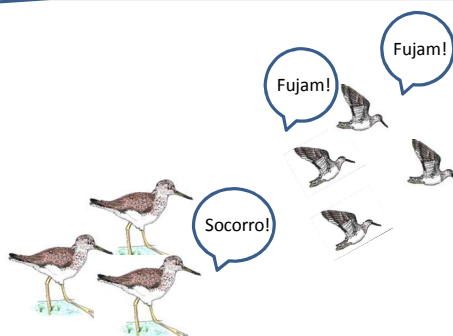


Perigos durante a migração

Também temos muito medo dos caçadores. Mesmo com tantas leis que proíbem a caça, muitas pessoas ainda insistem em matar animais silvestres, e as aves são um dos alvos preferidos dos caçadores. Já escapei muitas vezes, mas muitos amigos não tiveram a mesma sorte!



Caça



Perigos durante a migração



Carros na praia também são um perigo! Quando vejo um, saio da frente logo. A final, quem vai esperar pra ser atropelado, não é mesmo?

Veículos na praia



Perigos durante a migração

Olha só o que estão fazendo com nossas casas! Estão derrubando as árvores para construir cidades. Cada ano que venho, vejo diminuir o espaço para mim e meus amigos. Não sei até quando teremos lugar para ficar por aqui. Espero que lembrem de nós, afinal também precisamos de espaço!



Desmatamento





É hora de conhecer algumas espécies de
aves migratórias que viajam para o
litoral piauiense todos os anos



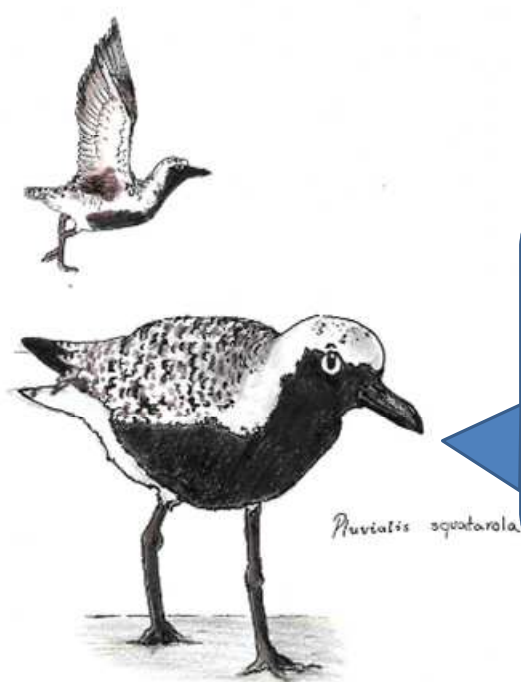


Meu nome é águia-pescadora (*Pandion haliaetus*). Me chamam assim por que adoro pescar meu jantar. Moro no Hemisfério Norte, mas quando começa o inverno fica tudo tão frio que viajo até o Brasil..



ALIMENTAÇÃO:





Meu nome é Batuiruçu-de-axila-preta (*Pluvialis squatarola*). Me chamam assim por causa dessa mancha preta na minha axila. Também moro no Hemisfério Norte e viajo para o Brasil no inverno. Adoro praia, quando chego no Brasil vou direto pra lá.

ALIMENTAÇÃO:





Eu sou o batuirucú (*Pluvialis dominica*), bem parecido com meu amigo que você acabou de conhecer, só que não tenho a axila preta! Também moro no Hemisfério Norte e viajo para o Brasil quando começa o inverno lá.

ALIMENTAÇÃO:





Eu sou o maçarico-galego (*Numenius phaeopus*). Algumas pessoas no Piauí me chamam de pirão gordo, mas confesso que não gosto desse nome rsrs. Moro no Hemisfério Norte e venho para o Brasil fugindo do inverno do Norte.

ALIMENTAÇÃO:





Olá! Eu sou o maçarico-pintado (*Actitis macularia*). Me chamam assim por causa da minha cor, que por sinal é muito bonita. Adoro as férias no Brasil, venho todos os anos.

ALIMENTAÇÃO:

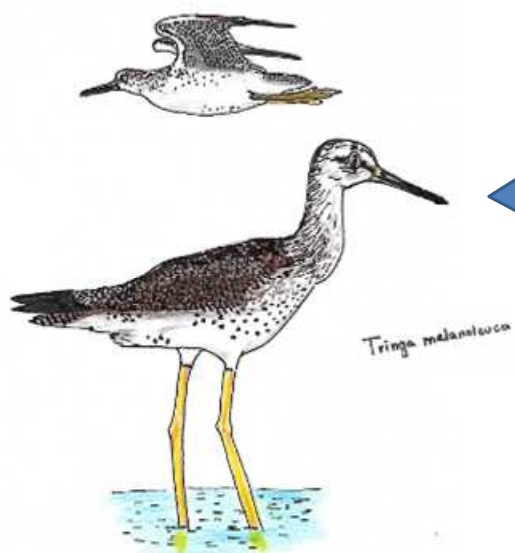




Agora é minha vez de apresentar! Sou o maçarico-solitário (*Tringa solitaria*). Adoro ficar sozinho, assim sobra mais comida! Rsrtrs! Venho do Hemisfério Norte.

ALIMENTAÇÃO:





Eu sou o maçarico-grande-de-perna-amarela (*Tringa melanoleuca*). Já deve imaginar por que me chamam assim, não é mesmo? rrsrs

ALIMENTAÇÃO:





Eu sou o maçarico-de-perna-amarela (*Tringa flavipes*). É isso mesmo que você está pensando! Sou muito parecido com meu amigo que acabaram de conhecer, mas minhas pernas são bem menores. Tô nem aí pra isso! rrsrs

ALIMENTAÇÃO:

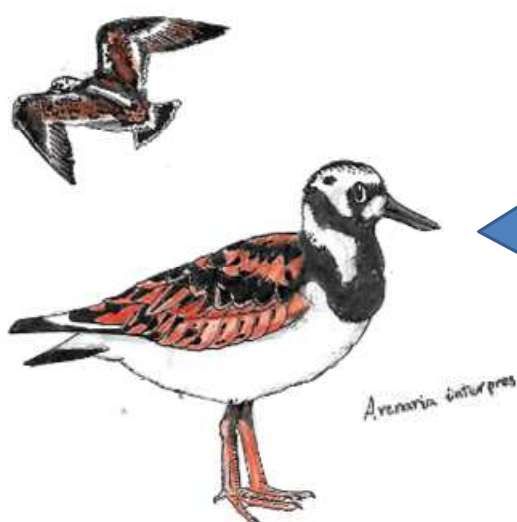




Eu sou o maçarico-da-asa-branca (*Tringa semipalmata*). Tenho uma faixa branca em cima da asa que você só consegue ver quando estou voando. Também venho voando lá do Hemisfério Norte.

ALIMENTAÇÃO:





Olá! Eu sou o vira-pedras (*Arenaria interpres*). Vamos ver se você adivinha por que me chamam assim.

Adoro comer uns bichinhos que se escondem debaixo das pedras.

E aí, acertou?

ALIMENTAÇÃO:





Olá! Meu nome é maçarico-de-papo-vermelho (*Calidris canutus*). Me chamam assim por causa da minha cor. Também sou turista aqui no Brasil!

ALIMENTAÇÃO:





Eu sou o maçarico-rasteirinho (*Calidris pusilla*). Além de pequeno eu corro bem rasteirinho, rrsrs.

ALIMENTAÇÃO:





Olá, amiguinho! Eu sou o maçariquinho (*Calidris minutilla*). Me chamam assim porque sou bem pequenininho. Também venho para o Brasil só passear, moro mesmo lá no Hemisfério Norte!

ALIMENTAÇÃO:





Tudo bem! Meu nome é maçarico-de-sobre-branco (*Calidris fuscicollis*). Me chamam assim porque as penas que ficam em cima da minha cauda são brancas. Também venho para o Brasil só passear. E comer muito, é claro! rrsrs

ALIMENTAÇÃO:

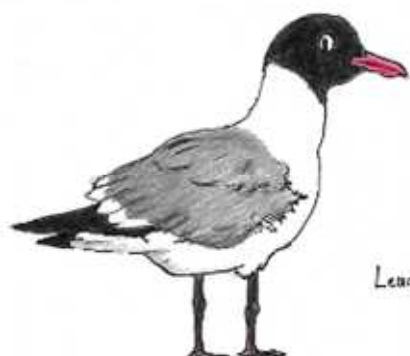




Ooiii! Meu nome é maçarico-de-bico-fino (*Calidris bairdii*). Esse bico fininho me ajuda a capturar minha comida!

ALIMENTAÇÃO:



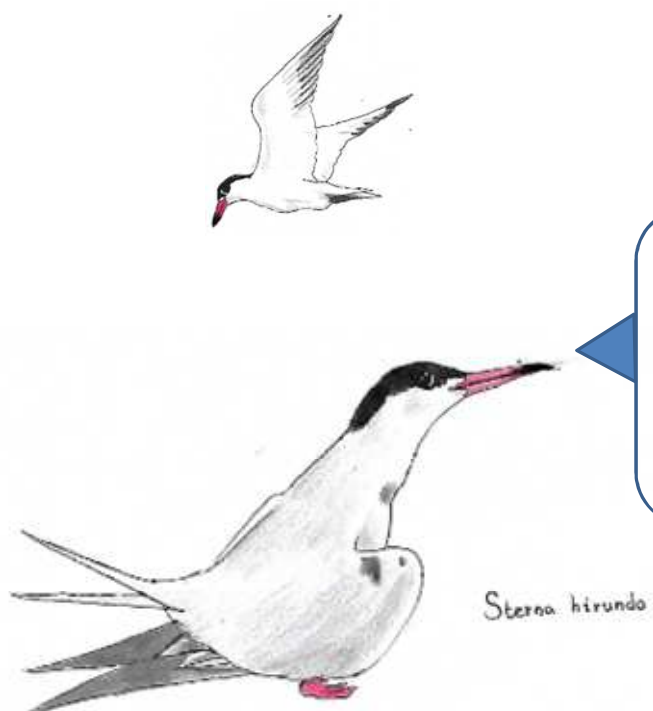


Leucophaeus atricilla

Olá! Me chamo gaviota-alegre (*Leucophaeus atricilla*). Faço muito barulho e meu canto mais parece um sorriso! rrsrsrsrs

ALIMENTAÇÃO:





Olha eu aqui! Meu nome é trinta-réis-boreal (*Sterna hirundo*). Também moro no Hemisfério Norte e viajo no inverno aqui para o Brasil.

ALIMENTAÇÃO:





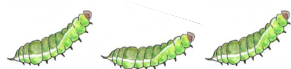
Oi!

Não sei se sabiam disso, mas todos os meus amigos que se apresentaram antes de mim adoram ficar na praia, no mangue e em lagoas. Daqui para frente vocês vão conhecer os que adoram viver na mata.

Deixa eu começar então!

Eu me chamo papa-lagarta-da-asa-vermelha (*Coccyzus americanus*), por causa da cor da minha asa. Também faço uma longa viagem para o Brasil todos os anos.

ALIMENTAÇÃO:





Olá! Meu nome é falcão-peregrino (*Falco peregrinus*). Também posso até ficar na mata, mas prefiro mesmo é ficar na cidade, em prédios bem altos ou torres, de onde posso ver tudo bem melhor. Deixa eu contar uma coisa: Sou a ave mais rápida do mundo, sou quase igual um avião. Também viajo do Hemisfério Norte para o Brasil todos os anos.

ALIMENTAÇÃO:





Olá! Meu nome é juruviara-boreal (*Vireo olivaceus*). Também venho do Hemisfério Norte para o Brasil todos os anos.

ALIMENTAÇÃO:





Olá! Eu sou a andorinha-de-bando (*Hirundo rustica*). Sou conhecida assim porque quando chego aqui no Brasil, fico juntinha com toda minha família. E olha que não são poucos não, viu!

ALIMENTAÇÃO:





Vamos brincar de corrida migratória?

Você escolhe um ou dois coleguinhas pra brincar. Vocês precisarão de um dado e cada um precisará de uma semente pra o representar.

Funciona assim o jogo:

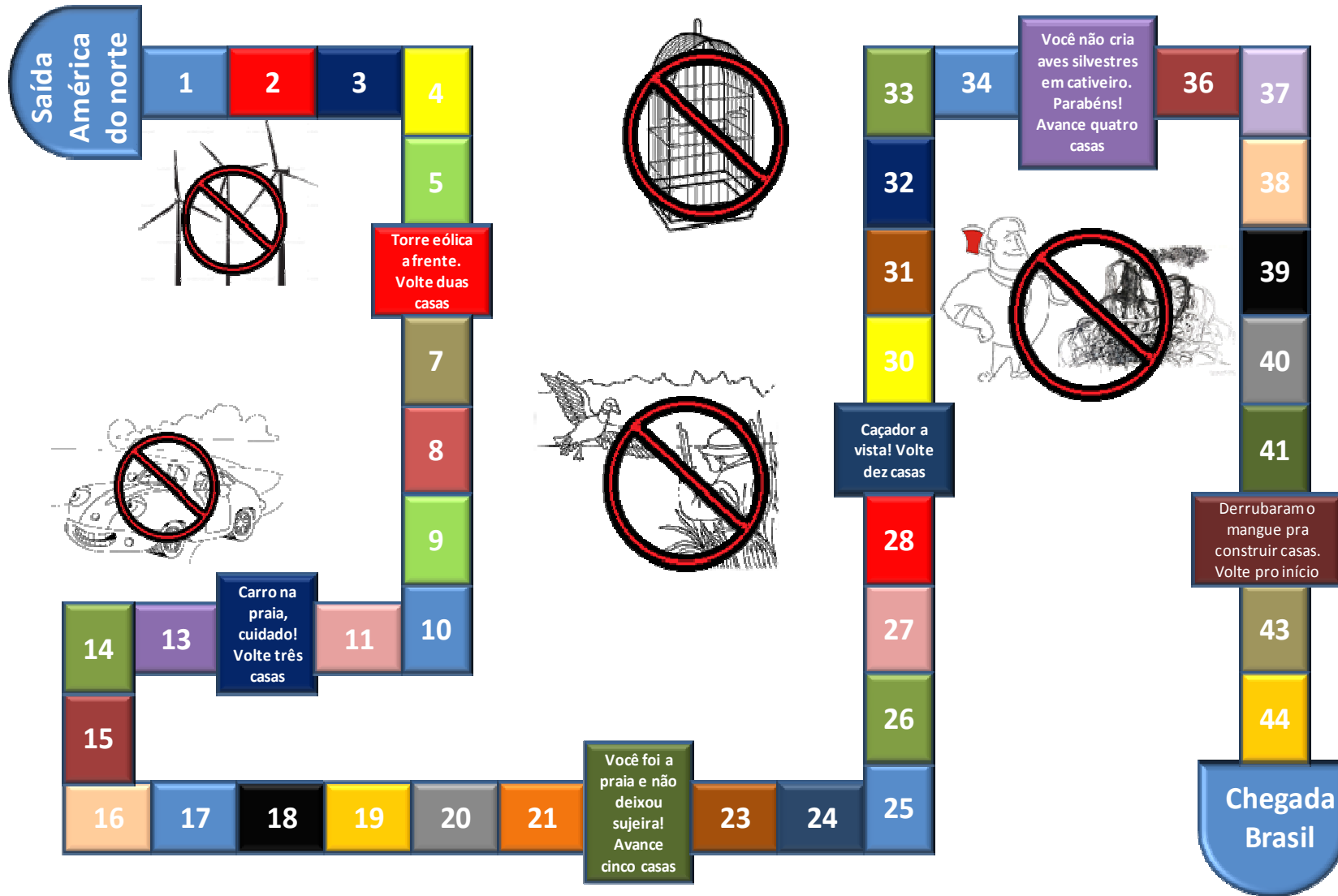
Vocês escolhem quem inicia.

Todos os jogadores devem ficar na saída, a América do Norte. Cada jogador lança o dado uma vez e avança o número de casas que o dado indicar. Observe bem o que você encontra no caminho, são muitas as ameaças que sofro, e quando encontro uma tenho que fugir.

Ganha o jogador que chegar primeiro no ponto de chegada, o Brasil.

Boa sorte! Estou torcendo por você!

E que comece o jogo!!!!



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O litoral piauiense é uma importante área para conservação de aves migratórias por apresentar diversos ambientes que favorecem a permanência tanto de espécies que realizam pequenos deslocamentos, como de espécies que realizam movimentos entre diferentes continentes. A conservação dessas áreas favorece a manutenção de populações viáveis destas espécies e a perpetuação destes movimentos sazonais realizados pelas aves migratórias.

Os resultados reforçam a ideia de que as aves migratórias ocupam ambientes específicos durante sua permanência no litoral do Piauí, e as espécies migrantes de longa distância se concentram no período de menor pluviosidade, enquanto as migrantes de menor distância, como as intracontinentais, estão presentes nos meses mais úmidos.

As informações obtidas podem ser usadas para direcionar atividades de manejo destinadas a manter ou restabelecer as populações de uma grande gama de espécies de aves migratórias, principalmente as que estão em risco de extinção, e o conhecimento sobre os sítios de origem e destino dessas aves, bem como as particularidades de cada ponto de invernada também são essenciais para se alcançar tais objetivos.

A conscientização da população humana sobre a importância das aves migratórias também é um fator indispensável. O conhecimento a cerca das espécies que ocorrem na região, origem, comportamento e vulnerabilidade,

pode atuar de forma positiva para a conservação dessas espécies. Essa é a importância de se trabalhar com a conscientização do público infantil de forma lúdica, pois as crianças ao deterem tal conhecimento podem disseminá-lo em seu núcleo social e atuarem como coadjuvantes dos trabalhos de manutenção das populações de aves migratórias no litoral do Estado do Piauí.

APÊNDICES

APÊNDICE I – Fotos das diferentes formações vegetacionais da área de estudo.



Caatinga



Campo inundável



Campo não inundável



Frutisetto



Campo entremeado

APÊNDICE II – Espécies de aves consideradas quase ameaçadas de acordo com a classificação da IUCN.



Calidris canutus



Calidris pusilla

ANEXO – Normas da revista Waterbirds

Instructions for Contributors to *Waterbirds*

Author(s):

Source: *Waterbirds*,
38(1):111-116.

Published By: The
Waterbird Society

DOI: <http://dx.doi.org/10.1675/063.038.0101>

URL: <http://www.bioone.org/doi/full/10.1675/063.038.0101>

BioOne (www.bioone.org) is a nonprofit, online aggregation of core research in the biological, ecological, and environmental sciences. BioOne provides a sustainable online platform for over 170 journals and books published by nonprofit societies, associations, museums, institutions, and presses.

Your use of this PDF, the BioOne Web site, and all posted and associated content indicates your acceptance of BioOne's Terms of Use, available at www.bioone.org/page/terms_of_use.

Usage of BioOne content is strictly limited to personal, educational, and non-commercial use. Commercial inquiries or rights and permissions requests should be directed to the individual publisher as copyright holder.

BioOne sees sustainable scholarly publishing as an inherently collaborative enterprise connecting authors, nonprofit publishers, academic institutions, research libraries, and research funders in the common goal of maximizing access to critical research.

Waterbirds

Journal of the Waterbird Society

Vol. 38, No. 1

2015

Pages 1-120

INSTRUCTIONS FOR CONTRIBUTORS TO *Waterbirds*

Waterbirds is an international scientific journal of the Waterbird Society. The journal is published four times a year (March, June, September and December) and specializes in the biology, abundance, ecology, management and conservation of all waterbird species living in marine, estuarine and freshwater habitats. *Waterbirds* welcomes submission of scientific articles and notes containing the results of original studies worldwide, unsolicited critical commentary and reviews of appropriate topics. With the modifications noted below, *Waterbirds* follows the conventions set out in *Scientific Style and Format: The CSE Manual for Authors, Editors and Publishers* ISBN 0-9779665-0-X.

MANUSCRIPTS

Manuscripts submitted for consideration should be sent to: Stephanie L. Jones, Editor of *Waterbirds*, 403 Deer Road, Evergreen, CO, 80439, USA; Phone: 303-547-0314; E-mail: editor.waterbirds@gmail.com. Electronic submissions should be sent as a Microsoft Word file to editor.waterbirds@gmail.com with a copy to the Associate Editor, Sandra L. MacPherson,

at sandywaterbirds@gmail.com.

Papers submitted to *Waterbirds* should not currently be submitted to, or be under consideration by, any other journal. Papers submitted should have already obtained any agency permissions needed to publish the work. They should present new and unpublished information. Normally, papers will be subject to peer review, but the Editor reserves the right to reject papers not presented in the style used by the journal or that are considered unsuitable for the journal. The Editor's decision on submitted papers is final. Papers submitted with more than one author should have been read and approved by all of the authors before submission. Submissions should closely follow these *Instructions for Contributors*.

Please include the entire manuscript (text, tables, figures) in a single Microsoft Word file. Articles are usually longer papers, while Notes are short communications containing fewer than 3,000 words in the text and references. The Editor will make the final decision between the two categories. The journal cannot publish monograph-length submissions. From time to time, the Waterbird Society publishes the scientific papers from a special meeting or conference held as part of a

symposium. In this case, it will be necessary for the group organizing the special meeting or conference to provide a Subject Editor and funds to cover the cost of the special publication. Books for review should be sent to the Book Review Editor, Dr. M. Clay Green at claygreen@txstate.edu.

CONTENTS

Except where noted below, text and headings shall be in 12 point font, double-spaced, non-justified on A4 (21 × 30 cm) (8.5 × 11 inch) paper. Provide at least 2.5-cm (1-inch) margins on all sides (without printed borders). Number the lines continuously throughout all sections, including Figure Captions and Tables. A single space should be used after the concluding punctuation of a sentence. All major headings (e.g., METHODS (including Study Area), RESULTS, DISCUSSION, ACKNOWLEDGMENTS, and LITERATURE CITED) should be in upper case, centered and not in bold type; first order sub-

headings are in lower case, left justified, and with first letter of major words capitalized. Second order sub-headings should be in italics and entered on the first line of text, indented, and followed by a period. Do not use an "Introduction" heading.

Articles should be partitioned into headings and sections arranged in the following order: Abstract, Introduction, Methods, Results, Discussion, Acknowledgments, Literature Cited, Tables, Figure Captions, Figures, and Appendices (if necessary). Use only informative and standard sub-headings. If a Study Area sub-heading is used, it should be under Methods. No sub-headings should be included in the Discussion.

Page 1: This page should carry the title of the paper (capitalize first letter of each major word, include scientific names of any species mentioned, center, put in 14 point bold font), followed by the names of all the authors (center, format in small caps, put in 14 point font) and their complete postal addresses (center, put in 12 point font) on separate lines. The e-mail address of the corresponding author should be included below the address as "Corresponding author; E-mail: "xxxx@xxx." The top left

corner should contain the words "Send proof to:" followed by the name and complete postal address, phone number, and e-mail of the corresponding author.

Page 2: This page should contain the Abstract, a list of up to 10 key words (in alphabetical order), and a suggested running head in all capital letters of less than 30 characters, and should not exceed one page in length. The Abstract should be short, give the main results of the study, and present quantified effects rather than general statements. Do not use abbreviations or acronyms in the Abstract, and write in the passive voice. The Abstract and key words headings should be in bold type and appear on the first line of the text, indented, and followed by a period and em-dash.

Page 3 and on: This page should start with the Introduction (without the heading) and then continue with each section in turn. Indent the first line of all paragraphs.

Write in the active voice and use U.S. English spelling throughout the manuscript, except for foreign literature citations. Use *real italics*, not underlines, and real

superscripts and subscripts, not raised or lowered characters. Do not use four-letter "Bander" Codes. Minimize use of nonstandard abbreviations or acronyms that must be memorized by the reader to follow your paper.

No URLs should be given in the body of the text. URLs should only be given for publications that are primarily available on the internet.

The Discussion should be brief. The longer the Discussion is, the fewer people who will read it. Do not present results in the Discussion.

TABLES

Each Table should be on a separate page, following the Literature Cited, and headed with a full caption in bold type that allows the Table to stand alone from the main body of the paper.

Supplementary information should be kept to a minimum. Tables should be numbered sequentially starting from Table 1, 2, 3, etc.

FIGURES

Captions to all Figures should be in bold type and included together on a separate page, with each caption giving a comprehensive explanation of the figure and including the

name of the species if the data relate to one or only a few species. Each Figure should be on a separate page following the page containing the Figure captions. Figures should be numbered sequentially starting from Figure 1, 2, 3, etc. Cite Figures as Fig. in the text.

Figures should be submitted in the manuscript in Word. However, final versions of figure files required for publication will only be accepted in picture formats: TIFF, JPEG, and similar and not embedded in Microsoft Word, Excel or Powerpoint or PDF. The final figures should be high resolution at 300 dpi for half tones and 600 dpi for line art. Figures should be prepared at about twice the linear dimensions at which they will be published; hence, very thin lines should be avoided. Figure size and shape should be suitable for fitting in the column or page format of the journal. Lettering should be a uniform size and font throughout and large enough to allow an appreciable reduction. Review recent *Waterbirds* issues for examples of publishable figures.

Figures should be produced using high quality

artwork and in electronic form. Avoid background coloration, and use highly contrasting fills in histograms and pie charts like black, white and gray instead of complex fill patterns. The axes captions on graphs should be in lower case except for the first letter of the first word or in the case of proper names. Both captions and scale numbers should be large enough to be clear when reduced to one column width. Peck marks should be to the right on the vertical axis, and above the line on the horizontal axis.

PHOTOGRAPHS

Monochrome photographs will be accepted if they contribute substantially to the comprehension of the article. They should be of sharp focus and good contrast. Color photographs will be limited and will be accepted only if the author pays the additional costs of preparation and printing.

UNITS, SYMBOLS, AND NUMBERS

Units of measurement, derived units, and related symbols should conform to the InterCoordinates (Location)

Degrees Minutes Seconds: 48° 31′ 40.59″ N, 70° 14′ 16.28″ W.

Numerals

In the text, words should be used for integers up to and including nine, except for measurements, such as 5 km (but nine herons). Units of time (e.g., seconds, minutes, hours, days, weeks, months, and years) are units of measurement. Whole numbers should contain commas where appropriate (e.g., 12,426 or 1,000).

Quantitative and Statistical Results

We recognize the increasing scope of statistical treatments of data that range among frequentist, information national System of Units (SI) (e.g., meter m, kilogram kg, kelvin K), except as noted below.

Time and Date

Use a 24-hour time system (assumed to be local time unless otherwise stated) and a continental date system. Times should retain the colon (e.g., 16:20 hr or 08:00 hr).

Give dates as day month year in continental date system (e.g., 20 September 1968) and year ranges as 1989-1991, not 1989-91. Abbreviate seconds (sec), minutes (min), and hours (hr), but not day, week, month, or

theoretic and Bayesian approaches. However, the approach of rejecting trivial null hypotheses usually provides little insight or support for the alternate hypothesis unless conducted in a strict experimental framework. Quantitative results should be accompanied by descriptions of appropriate statistical methods; use the following symbol and abbreviation conventions:

n	Sample size of the data
P	Predicted probability or proportion; rounded to no more than three decimal places; use $P < 0.001$ as the smallest P -value
	Sample arithmetic mean
	\bar{x}
SD	Sample standard deviation
SE	Sample standard error of the mean
χ^2_a	Chi-square test statistic, where subscript a = degrees of freedom
CV	Coefficient of variation
df	Degrees of freedom
	t statistic; with subscript a = t_a degrees of freedom; specify independent or paired t -test and two-tailed or one-tailed test

year. Names of months may be abbreviated in figures or long tables.

$F_{a,b}$ F test statistic, with subscripts a, b = appropriate degrees of freedom

f Frequency

U, U' Mann-Whitney test statistics

r Sample correlation coefficient

r^2 Coefficient of determination

R Multiple correlation coefficient

R^2 Coefficient of multiple determination

H_0 Null hypothesis

H_A Alternative hypothesis

AIC Akaike's Information Criterion AIC_c Small sample, AIC

K Number of parameters (Akaike)

w_i Akaike weight for model i

β_i Parameter estimates (Akaike)

When examining relationships between two variables, the slope of the regression and its standard error are often biologically important and may be more meaningful than a correlation coefficient alone; consideration should be given to presenting the slope, P -value, SE and r . The limitations of parametric, non-parametric and information-theoretic based statistical tests should be considered in selecting and reporting on the respective tests.

ANIMAL AND PLANT NAMES

Common (vernacular) names of animals and plants should be used whenever possible (capitalizing the first letter of each name or non-hyphenated part of a name only for birds, e.g., Gull-billed Tern) and the scientific name should be given in italics (e.g., *Coturnicops noveboracensis*) in the title, in the Abstract, after the first mention of each species in the main text. Lower case should be used for group names (e.g., grebes, eiders, gulls). A capital should be used for the first letter of all proper taxa above the species level, but not for Anglicized names (e.g., Mollusca, molluscs). Scientific and

English names of birds should follow the latest *AOU Check-list of North American Birds* and supplements) or an authoritative source for other regions. This includes all references, tables, and figures.

LITERATURE CITATIONS

In the text, literature with one or two authors should be cited by surname and year (e.g., Blake 1977; Jones and Blake 1982). Literature with three or more authors should be cited by the surname of the first author followed by *et al.* and the year (e.g., Parnell *et al.* 2001). Multiple citations should be separated by a semicolon and listed in chronological order (Gochfeld and Burger 1996; Bridge *et al.* 2005).

Cite references in the Literature Cited section in alphabetical order according to the authors' surnames. List citations by number of authors, with single authorship first. Next, list citations by date after grouping alphabetically by first author and number of authors. For example, in the Literature Cited the order would be: Sargeant 2003; Sargeant and Raveling 1992; Sargeant and Raveling 2007; Sargeant and Jones 2011a, 2011b; Sargeant *et al.* 2004; Sargeant *et al.* 2007. Do not abbreviate names of publications. Spell out all State and Province names except D.C. In the Literature Cited, use the following formats.

Scientific journal: give names of all authors with initials, year of publication, title of the article, name of the journal in full, followed by the volume number and the first and last page of the article.

Ankney, C. D. and R. T. Alisauskas. 1991. The use of nutrients by breeding waterfowl. Proceedings of the International Ornithological Congress 20: 2170-2176. Bridge, E. S., A. W. Jones and A. J. Baker. 2005. A phylogenetic framework for the terns (Sternini) inferred from mtDNA sequences: implications for taxonomy and plumage evolution. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 35: 459-469.

Cite Studies in Avian Biology and Ornithological Monographs as journal articles.

Takekawa, J. E., H. R. Carter and T. E. Harvey. 1990. Decline of the Common Murre in central California. *Studies in Avian Biology* 14: 149-163.

Book: give names of all authors with initials, year of publication, title, (editors if multiple contributions), publisher, and place of publication.

American Ornithologists' Union. 1998. Check-list of North American Birds, 7th ed. American Ornithologists' Union, Washington, D.C.

Nakicenovic, N. and R. Swart (Eds.). 2000. Emissions scenarios: a special report of working group III of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.

Book chapter: give names of all authors with initials, year of publication, title, (editors if multiple contributions), publisher, and place of publication.

Chardine, J. W., R. D. Morris, J. F. Parnell and J. Pierce. 2000. Status and conservation priorities for Laughing Gulls, Gull-billed Terns, Royal Terns and Bridled Terns in the West Indies. Pages 65-79 in Status and Conservation of West Indian Seabirds (E. A. Schreiber and D. S. Lee, Eds.). Society of Caribbean Ornithology Special Publication No. 1, Ruston, Louisiana.

Report, thesis or dissertation: give names of all authors with initials, year of publication, title, publisher, and place of publication.

Master, T. L. 1989. The influence of prey and habitat characteristics on predator foraging success and strategies: a look at Snowy Egrets (*Egretta thula*) and their prey in salt marsh pannes. Ph.D. Dissertation, Lehigh University, Bethlehem, Pennsylvania.

Obernuefemann, K. P. 2007. Assessing the effects of scale and habitat management on residency and movement rates of Semipalmated Sandpipers at the Tom Yawkey Wildlife Center, South Carolina. M.S. Thesis, North Carolina State University, Raleigh.

Unpublished work (e.g., unpublished reports) should be indicated as such. These works should be used sparingly, as access to them may be difficult and, in most cases, the results have not been subject to peer review. Use pers. commun., unpubl. data or pers. obs. (e.g., S. L. Jones, pers. commun.) only when no other source is available. No URLs should be given for publications, except for publications that are primarily available on the internet.

Molina, K. C. 2005. The breeding of terns and skimmers at the Salton Sea, 2005. Unpublished report, U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Sonny Bono Salton Sea National Wildlife Refuge, Calipatria, California.

The Birds of North America account: give names of all authors with initials, year of publication, volume, publisher, and place of publication.

Dugger, B. D. and K. M. Dugger. 2002. Long-billed Curlew (*Numenius americanus*). No. 628 in The Birds of North America (A. Poole and F. Gill, Eds.). Academy of Natural Sciences, Philadelphia, Pennsylvania; American Ornithologists' Union, Washington, D.C.

Thompson, B. C., J. A. Jackson, J. Burger, L. A. Hill, E. M. Kirsch and J. L. Atwood. 1997. Least Tern (*Sterna antillarum*). No. 290 in The Birds of North America Online (A. Poole, Ed.). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York. <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/290>, accessed 3 March 2010.

Handbook of Birds of the World and Western Palearctic: give names of all authors with initials, year of publication, volume, publisher, and place of publication.

Orta, J. 1992. Family Phaethontidae. Pages 280-289 in Handbook of the Birds of the World, vol. I: Ostrich to Ducks (J. del Hoyo, A. Elliot and J. Sargatal, Eds.). Lynx Edicions, Barcelona, Spain.

Cramp, S., K. E. L. Simmons, D. Brooks, N. Collar, E. Dunn, R. Gillmor, P. Hollom, R. Hudson, E.

Nicholson and M. Ogilvie (Eds.). 1985. Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa: the birds of the Western Palearctic, vol. III: waders to gulls. Oxford University Press, Oxford, U.K.

Statistical software programs.

R Development Core Team. 2012. R: a language and environment for statistical computing v. 2.14.3. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>, accessed 17 November 2012.

SAS Institute, Inc. 2008. SAS statistical software v.9.2. SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina.

Internet article: give names of all authors with initials, year of publication, html address, and date accessed. Do not make the URL a hyperlink.

State of Utah. 2001. Utah automated geographic reference center. Salt Lake City, Utah. <http://gis.utah.gov/>, accessed 9 January 2014.

For publications with an organization identified as the author, do not use acronyms or initials for the name of the organization, but instead spell it out.

Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada (COSEWIC). 2013. COSEWIC assessment and status report on the Buff-breasted Sandpiper *Tryngites subruficollis* in Canada Environment Canada, Canadian Wildlife Service, Ottawa, Ontario. http://www.sararegistry.gc.ca/document/dspDocument_e.cfm?documentID=2456, accessed 9 January 2014.

REVISIONS AND ACCEPTANCE

Upon manuscript submission, authors are requested to identify three potential reviewers and provide their names and e-mail addresses. Revisions to manuscripts should be completed and returned to the Editor within 90 days. Revised manuscripts returned after this period of time may be treated as new submissions. In general, papers will be published in order of acceptance; shorter papers may be published more rapidly. Upon acceptance of a paper for publication, a complete electronic copy of the manuscript in a single Microsoft Word file should be submitted to the Editor by e-mail. The date of submission and acceptance will appear on all manuscripts.

PROOFS

Authors will be sent proofs of their papers prior to publication. Proofs should be returned to the Editor by e-mail, within 3 days of receipt. The accepted manuscript is assumed to be correct in all respects; chang-

es to the proofs that differ from the information in the accepted manuscript will be charged to the authors at \$2 per printed line changed, unless previously agreed upon with the Editor. Errors attributed to the Editor or Printer and the updating of papers originally quoted as "in press" will not be charged. Please check all tables and figures carefully.

PAGE CHARGES

Page charge rates are currently \$90.00 US/page for members and \$100.00 US/page for non-members. The conversion from manuscript to published pages is approximately $\times 0.35$.

Contributors are invited to support the journal through personal and institutional memberships. Authors are encouraged to join the Waterbird Society (and join in its activities) if not already members. Publication in *Waterbirds* is not dependent upon ability to pay page charges; if authors are unable to arrange for payment, the Treasurer can waive the charges upon request. Authors will be billed by the Treasurer of the Waterbird Society for the cost of publication following the printing of an issue. Authors are encouraged to pay the amount billed if institutional or grant funds are available to do so.