



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO
MESTRADO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

MARIA LUIZA ANDRADE MENDONÇA

**OCORRÊNCIA SAZONAL E REPRODUÇÃO DE *Himantopus mexicanus*
(AVES: CHARADRIIFORMES) EM SALINAS DO ESTUÁRIO DO
RIO APODI-MOSSORÓ, NORDESTE BRASILEIRO**

MOSSORÓ

2016

MARIA LUIZA ANDRADE MENDONÇA

**OCORRÊNCIA SAZONAL E REPRODUÇÃO DE *Himantopus mexicanus*
(AVES: CHARADRIIFORMES) EM SALINAS DO ESTUÁRIO DO
RIO APODI-MOSSORÓ, NORDESTE BRASILEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus de Mossoró, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Linha de Pesquisa: Ecologia e Conservação de Ecossistemas Terrestres.

Orientador: Vitor de Oliveira Lunardi, Prof. Dr.
Co-orientadora: Diana Gonçalves Lunardi, Profa. Dra.

MOSSORÓ

2016

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M539o Mendonça, Maria Luiza Andrade.
Ocorrência sazonal e reprodução de *Himantopus mexicanus* (Aves: Charadriiformes) em salinas do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, nordeste brasileiro / Maria Luiza Andrade Mendonça. - 2016.
71 f. : il.

Orientador: Vitor de Oliveira Lunardi.
Coorientadora: Diana Gonçalves Lunardi.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, 2016.

1. Conservação. 2. Aves limícolas. 3. Reprodução.
4. Habitats alternativos. 5. Semiárido brasileiro.
I. Lunardi, Vitor de Oliveira, orient. II. Lunardi, Diana Gonçalves, co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MARIA LUIZA ANDRADE MENDONÇA

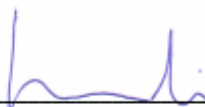
**OCORRÊNCIA SAZONAL E REPRODUÇÃO DE *Himantopus mexicanus*
(AVES: CHARADRIIFORMES) EM SALINAS DO ESTUÁRIO DO
RIO APODI-MOSSORÓ, NORDESTE BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Ecologia e Conservação do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

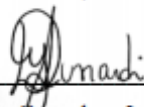
Linha de Pesquisa: Ecologia e Conservação de Ecossistemas Terrestres.

Defendida em: 22 / 02 / 2016.

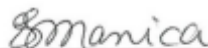
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Vitor de Oliveira Lunardi (UFERSA)
Presidente (Orientador)



Prof. Dra. Diana Gonçalves Lunardi (UFERSA)
Titular da Casa



Prof. Dra. Lilian Tonelli Manica (UFPR)
Titular Externo

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais, Antonio Vicente de
Mendonça e Raimunda Batista de Andrade
Mendonça.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, aquele em que acredito e confio, por toda a luz que tem enviado em minha vida, por toda força e coragem que me concedeu durante toda a minha jornada.

A minha família, especialmente meus pais, Mendonça e Raimunda, meus amores incondicionais, que desde sempre se esforçaram para que todas as minhas conquistas fossem realizadas. Agradeço também aos meus irmãos, Alysson e Junior, por sempre consertarem meu computador, e irem comigo a UFERSA para que eu pudesse realizar as atividades do mestrado. Amo vocês!

As minhas queridas amigas, Vitória e Anyelle, que constantemente apoiaram as minhas escolhas, torcendo por mim. Obrigada, por sempre me escutarem, afinal desabafar é preciso. Any, agradeço por cada ida a campo comigo, sem sua ajuda este trabalho não teria sido possível. Obrigada minhas lindas!

Ao meu querido Erles, que mesmo de longe me apoiou. Obrigada por todos os incentivos, por cada palavra, por cada amostra do seu amor.

Aos meus orientadores, Prof. Vitor Lunardi e Profa. Diana Lunardi, por toda disponibilidade e honestidade, colocações e contribuições para o meu estudo. Agradeço pela dedicação comigo para que este estudo fosse realizado, e por todo conhecimento transmitido. Diana, muito obrigada pelas “bolsas” que você me proporcionou durante estes anos de mestrado. Ajudaram muitíssimo!

Aos meus queridos amigos que tive um imenso prazer em conhecer no ECOMOL. Em especial: Érica e Ray, por terem me ajudado em campo; Diana Carvalho, pela ajuda com as diversas versões de mapas geográficos; Josi, por ser essa pessoa maravilhosa que você é, sempre ajudando outros; Lary e Rodolfo, por sempre serem queridos; Catharina e Jânio, por toda ajuda. Obrigada a todos pelo apoio e carinho.

Ao suporte financeiro da Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Norte/FAPERN e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq (Edita Primeiros Projetos de Pesquisa – PPP IV), e a CIASAL – Indústria Salineira Ltda. por permitir acesso à área de estudo.

RESUMO

A crescente ocupação costeira desordenada tem acarretado a destruição de áreas úmidas naturais, levando muitas populações de aves limícolas a utilizarem habitats alternativos para alimentação, descanso e reprodução. Os objetivos deste estudo foram descrever e monitorar a ocorrência sazonal e a reprodução do pernilongo-de-costas-negras (*Himantopus mexicanus*) em salinas artificiais do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil – um habitat alternativo utilizado por aves limícolas Neárticas e Neotropicais. Neste estudo foram realizados censos de indivíduos, ninhos e ovos do pernilongo-de-costas-negras, entre agosto de 2012 e dezembro de 2015, em uma área de ~145ha, localizada em Areia Branca, RN (04°57'S; 37°08'O). Adicionalmente, foi conduzido um experimento utilizando ninhos artificiais para identificar os potenciais predadores de ninhos de Aves que nidificam no solo na área de estudo, e avaliar se as taxas de predação variam entre os microhabitats encontrados dentro das salinas e entre os materiais mais utilizados na confecção dos ninhos pelas aves neste ambiente. A população de pernilongo-de-costas-negras estudada apresentou ocorrência sazonal definida, com indivíduos chegando na área de estudo principalmente em março e permanecendo até outubro dos anos de 2012 a 2015. Durante três estações reprodutivas monitoradas (2013 a 2015) foi registrado um total de 47 ninhos ativos, localizados exclusivamente nas ilhotas dos tanques evaporadores da salina. Os materiais de revestimento utilizados para a confecção dos ninhos naturais foram conchas, cristais de sal e fragmentos de vegetação, encontrados em solo próximos aos locais de nidificação. A maioria dos ninhos naturais monitorada foi predada (93,6%). A partir do experimento com ninhos artificiais também foi possível verificar elevadas taxas de predação na área de estudo, independente do microhabitat dentro da salina ou do material utilizado para confecção do ninho. Mamíferos e aves, incluindo animais domésticos, foram os potenciais predadores dos ninhos artificiais na salina. A exclusão de animais domésticos em tanques de evaporação de salinas e adjacências poderia ser uma primeira estratégia para reduzir as elevadas taxas de predação de ninhos de aves limícolas que utilizam salinas como habitat alternativo para reprodução no nordeste do Brasil.

Palavras-chave: Habitats alternativos. Reprodução. Pernilongo-de-costas-negras. Rio Grande do Norte. Conservação.

ABSTRACT

The disorderly coastal occupation has caused the destruction of natural wetlands and induced many populations of shorebirds to use alternative habitats for feeding, resting and breeding. The objectives of this study were to describe and monitor the seasonal occurrence and the breeding of black-necked stilts (*Himantopus mexicanus*) in artificial saline at Estuary Apodi-Mossoró, RN, Brazil – an alternative habitat used by Nearctic and Neotropical shorebirds. Censuses of individuals, nests and eggs of the black-necked stilt were conducted between August 2012 and December 2015, in an area of ~145ha, at the municipality of Areia Branca (04°57'S; 37°08'W). In addition, an experiment was conducted using artificial nests to identify potential terrestrial nest predators in the study area, and to analyze if the predation rates vary between microhabitats and among the most widely used materials for nest building. The studied population of black-necked stilt presented a defined seasonal occurrence, with individuals coming in study area in March and remained until October of the years 2012, 2013, 2014 and 2015. During three breeding seasons monitored (2013, 2014 and 2015), a total of 47 active nests was recorded, exclusively located in dikes of evaporators ponds of the saline. Coating materials used for natural nests building were shells, salt crystals and vegetation fragments, found in soil near nesting sites. The majority of natural monitored nests was depredated (93.6%). From the experiment with artificial nests was also verified high predation rates in the study area, regardless of microhabitat within the saline or the material used for nest confection. Mammals and birds, including domestics, were the potential predators of artificial nests in saline. The exclusion of domestic animals in saline and surroundings evaporation ponds could be an initial strategy to reduce the high predation rates of shorebirds nests in salines at northeastern Brazil.

Key words: Alternative habitats. Breeding. Black-necked stilt. Rio Grande do Norte. Conservation.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1 – Número de registros de indivíduos de *Himantopus mexicanus* em salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN. Os círculos baseiam-se em 164 censos entre agosto de 2012 e dezembro de 2015. A linha representa a média móvel central baseada em seis contagens..... 31

Figura 2 – Frequência de registro de ninhos ativos revestidos com seis tipos de materiais de revestimento em três estações reprodutivas (2013, 2014 e 2015) de *Himantopus mexicanus* em salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN. (i) C – conchas; (ii) S – cristais de sal; (iii) V – vegetação; (iv) VC – vegetação e conchas; (v) VS – vegetação e cristais de sal; (vi) VCS – vegetação, conchas e cristais de sal. Ver detalhes em Resultados..... 33

Figura 3 – Probabilidade diária de perda de ninhos de *Himantopus mexicanus* em três estações reprodutivas (2013, 2014 e 2015), em salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN. Erros padrão após Johnson (1979), e Hensler e Nichols (1981)..... 35

Figura 4 – Probabilidade diária de perda de ninhos ativos de *Himantopus mexicanus* em relação aos tipos de materiais de revestimento dos ninhos em três estações reprodutivas (2013, 2014 e 2015) em salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN. Erros padrão após Johnson (1979), e Hensler e Nichols (1981). (i) C – conchas; (ii) S – cristais de sal; (iii) V – vegetação; (iv) VC – vegetação e conchas; (v) VS – vegetação e cristais de sal; (vi) VCS – vegetação, conchas e cristais de sal. Ver detalhes em Resultados..... 35

CAPÍTULO II

Figura 1 – Acima: a esquerda, mapa do Brasil com detalhes (em cinza escuro) o Estado do Rio Grande do Norte; a direita, em destaque a região em estudo (quadrado preto) no Estado

do Rio Grande do Norte, Brasil. Abaixo: área de estudo próxima à foz do Estuário Apodi-Mossoró (retângulo branco), limitada por uma faixa de remanescente manguezal associada ao estuário (esquerda); detalhes de parte da zona urbana do município de Areia Branca. Imagens obtidas pelo Google Earth®, posteriormente modificadas em software livre QGis® (*Open Source Geographic Information System*), versão 2.10.1..... 48

Figura 2 – Experimento com ninhos artificiais de *Himantopus mexicanus* realizado em 2015, em salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN. Microhabitats da salina: (A) ilha dos tanques de evaporação (ITE), (B) ilha dos tanques de cristalização (ITC) e (C) ilha adjacente ao manguezal (IAM). Ninhos artificiais revestidos com: (D) conchas, (E) cristais de sal e (F) fragmentos de vegetação..... 50

Figura 3 – Registro dos estados dos ovos de codorna-japonesa (*Coturnix coturnix*) durante o monitoramento dos ninhos artificiais de *Himantopus mexicanus* expostos no ano de 2015 em salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN: (A) intactos; (B) furado; (C) parcialmente destruído; e (D) totalmente destruído..... 53

Figura 4 – Variação temporal da predação de ninhos artificiais de *Himantopus mexicanus* em 2015, ao longo do tempo de exposição (em dias) em salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN. Taxa relativa de predação (%): $1 - (\text{n}^\circ \text{ de ninhos intactos registrados na vistoria atual} / \text{n}^\circ \text{ de ninhos intactos registrados na vistoria anterior}) \times 100$ 54

Figura 5 – Probabilidade diária de perda de ninhos artificiais de *Himantopus mexicanus*, construídos em 2015 em diferentes microhabitats da salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN. Erros padrão após Johnson (1979), e Hensler e Nichols (1981). Microhabitats: ITEa e ITEb = ilhotas dos tanques de evaporação (ver detalhes em Material e Métodos); ITC = ilha dos tanques de cristalização; IAM = ilha adjacente ao remanescente manguezal..... 55

Figura 6 – Probabilidade diária de perda de ninhos artificiais de *Himantopus mexicanus*, construídos em 2015 com diferentes materiais de revestimento, em salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN. Erros padrão após Johnson (1979), e Hensler e Nichols (1981)..... 56

Figura 7 – Registros de evidências e de predação de ninhos artificiais de *Himantopus mexicanus*, construídos em 2015, em salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN: (A) pegadas de guaxinim (*Procyon cancrivorus*); (B) pegadas de cão-doméstico (*Canis familiaris*); (C) cão-doméstico predando ninho artificial; (D) ninho após predação por cão-doméstico em Figura C; (E) registro da ave vira-pedras (*Arenaria interpres*) nas proximidades de um ninho artificial por armadilha fotográfica; e (F) ovo predado pela ave vira-pedras em Figura E..... 57

Figura 8 – Frequência relativa do estado dos ovos de codorna-japonesa em ninhos artificiais de *Himantopus mexicanus*, construídos em 2015, em salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN. Estado dos ovos: intacto (ovo não predado); furado (ovo com orifícios na casca); parcialmente destruído (até 50% da casca do ovo danificada); totalmente destruído (ovo picado ou mastigado); e totalmente consumido (quando não havia restos de cascas de ovos no ninho ou próximo a este)..... 58

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1 – Sucesso de nidificação de *Himantopus mexicanus* em salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN, durante três estações reprodutivas, referentes aos anos 2013, 2014 e 2015..... 34

Tabela 2 – Sucesso de nidificação de *Himantopus mexicanus* em salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN, em relação aos tipos de materiais de composição dos ninhos ativos, durante três estações reprodutivas (2013, 2014 e 2015). Materiais de revestimento: C – conchas; S – cristais de sal; V – vegetação; VC – vegetação e conchas; VS – vegetação e cristais de sal; VCS – vegetação, conchas e cristais de sal. Ver detalhes em Resultados..... 34

CAPÍTULO II

Tabela 1 – Registros visuais dos potenciais predadores de ninhos artificiais de *Himantopus mexicanus*, obtidos por meio de censos visuais realizados em 2015, em salina do Estuário Apodi-Mossoró, RN..... 58

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	16
REFERÊNCIAS	21
CAPÍTULO I	25
1 INTRODUÇÃO	26
2 MATERIAL E MÉTODOS	28
2.1 Área de estudo	28
2.2 Coleta de dados	28
2.2.1 Descrição da ocorrência sazonal	28
2.2.2 Monitoramento da colônia reprodutiva	29
2.2.3 Sucesso reprodutivo	29
2.3 Análise de dados	30
3 RESULTADOS	31
3.1 Descrição da ocorrência sazonal	31
3.2 Monitoramento da colônia reprodutiva.....	32
3.3 Sucesso reprodutivo	33
4 DISCUSSÃO	35
4.1 Descrição da ocorrência sazonal	35
4.2 Monitoramento da colônia reprodutiva.....	36
4.3 Sucesso reprodutivo	38
REFERÊNCIAS	39
CAPÍTULO II	44
1 INTRODUÇÃO	45
2 MATERIAL E MÉTODOS	47
2.1 Área de estudo	47
2.2 Experimento com ninhos artificiais	49
2.3 Coleta de dados	51
2.3.1 Monitoramento dos ninhos artificiais.....	51
2.3.2 Identificação de potenciais predadores	51
2.4 Análise de dados	53

3 RESULTADOS	54
3.1 Monitoramento dos ninhos artificiais	54
3.2 Identificação de potenciais predadores	56
4 DISCUSSÃO	59
4.1 Monitoramento dos ninhos artificiais	59
4.2 Identificação de potenciais predadores	61
REFERÊNCIAS	63
 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	 69
 PROPOSTA ÀS SALINAS ARTIFICIAIS (INDÚSTRIAS SALINEIRAS, LOCALIZADAS NO NORDESTE BRASILEIRO)	 71
REFERÊNCIAS	72

INTRODUÇÃO GERAL

Na literatura ornitológica mundial, encontra-se uma indefinição quanto à classificação taxonômica das espécies e/ou subespécies do gênero *Himantopus* (Recurvirostridae, Charadriiformes). A escassez de informações genéticas, evolutivas e biológicas em muitas áreas dentro de sua ampla distribuição geográfica e o registro de indivíduos híbridos são as principais causas desta indefinição (revisão em AOU, 1998). Entretanto, a American Ornithologists' Union (AOU) e o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO) reconhecem a classificação da espécie *Himantopus mexicanus*, descrita por Statius Müller 1976, para as Américas (AOU, 1998; CBRO, 2011). Popularmente conhecida no Brasil como pernilongo-de-costas-negras, *H. mexicanus* é uma ave limícola migratória Neotropical social, identificada pelo tamanho corporal de ~38cm de comprimento, pernas longas e rosadas, bico fino e comprido de coloração preta. Esta coloração também é encontrada na cabeça, ao redor dos olhos, bem como no dorso e asas, enquanto que a parte ventral é coberta por uma plumagem branca (HAMILTON, 1975; STOTZ et al., 1996). Ocupa zonas úmidas abertas de regiões tropicais e temperadas (e.g., lagoas de água doce, lagoas temporárias, pântanos, restingas e estuários). Dados sobre a biologia e a ecologia desta espécie na literatura científica são principalmente referentes às populações do Hemisfério Norte (ver revisão em ROBINSON et al., 1999). Assim como a maioria dos Charadriiformes migratórios, o pernilongo-de-costas-negras realiza migrações por distâncias curtas ou longas, entre áreas de reprodução e áreas de invernada (ver ANTAS, 1983). No Hemisfério Norte, durante a primavera, o processo de migração ocorre entre o final de março e o início de maio, já no outono, a migração ocorre em agosto e setembro, podendo durar até novembro (e.g., DINSMORE, 1977). Entretanto, a ocorrência sazonal do pernilongo-de-costas-negras não foi avaliada e descrita para muitas regiões no extremo sul de sua distribuição, especialmente no nordeste brasileiro (revisão em ROBINSON et al., 1999). O pernilongo-de-costas-negras ocorre em uma ampla extensão geográfica – fato que a caracteriza como espécie “não-ameaçada” em nível global (IUCN, 2014). Suas principais áreas de concentração são o norte dos EUA, sul do México, América Central e norte/nordeste da América do Sul (revisão em ROBINSON et al., 1999). Dentre estas áreas, relata-se que esta espécie pode ser residente no México (e.g., OLSON; LINDSEY; HIRSCHBOECK, 2004). Estudos mais recentes têm documentado registros ocasionais e pontuais de reprodução do pernilongo-de-costas-negras na região nordeste do Brasil, indicando que esta seria a região de reprodução mais ao sul de sua

distribuição (ver OLMOS; SILVA; ALBANO, 2005; ALBANO et al., 2007; LUNARDI et al., 2015). Entretanto, ainda há carências de dados e monitoramento populacional para comprovar que esta região é uma importante área reprodutiva o pernilongo-de-costas-negras no Hemisfério Sul.

Em áreas de reprodução no Hemisfério Norte, o pernilongo-de-costas-negras produz apenas uma ninhada por estação reprodutiva (revisão em ROBINSON et al., 1999). Seus ninhos são construídos sobre o solo, onde é feita uma raspagem superficial, em locais próximos a água, com vegetação escassa (ver HAMILTON, 1975). Para revestir seus ninhos e torná-los crípticos, o pernilongo-de-costas-negras utiliza materiais que encontram-se mais próximos da cavidade do ninho (e.g., pedras, conchas, penas, fragmentos de vegetação, sedimento e ossos; HAMILTON, 1975). O tamanho da ninhada desta espécie é, geralmente, de três a quatro ovos por ninho. O processo de incubação dos ovos, que conta com a participação de machos e fêmeas, pode durar em torno de um mês (e.g., DINSMORE, 1977). Além disso, durante a estação reprodutiva, indivíduos adultos de pernilongo-de-costas-negras exibem comportamentos antipredatórios estratégicos para mitigar a predação de seus ninhos (e.g., distração para predadores, vocalizações incessantes e aparentam ter sofrido lesões mortais; revisão em ROBINSON et al., 1999). Contudo, devido à acelerada ocupação da zona costeira, áreas de reprodução naturais do pernilongo-de-costas-negras e de várias outras espécies de aves limícolas têm sido destruídas (WEBER; HOUSTON; ENS, 1999). O desaparecimento de áreas naturais pode acarretar implicações drásticas para aves que dependem destes habitats para reproduzir (WEST et al., 2002). Em consequência, estas espécies limícolas têm buscado habitats reprodutivos alternativos (e.g., campos de arroz, pastagens e salinas artificiais; revisão em MASERO, 2003).

Salinas artificiais associadas à estuários destacam-se entre os habitats alternativos para a reprodução de aves limícolas em todo o mundo (revisão em MÚRIAS et al., 2002). Podem ser definidas como ambientes supramareais antrópicos abertos, destinados à extração do sal marinho, por meio do processo de evaporação da água do mar (revisão em MASERO, 2003). Em geral, são compostos por uma série de tanques de bombeamento, evaporação e cristalização, com profundidade baixa (<1m), interconectados por ilhotas¹, onde através destes tanques a água marinha/estuarina é captada e transferida por gravidade ou bombeamento. Neste circuito, a água evapora progressivamente pelo vento e sol, a saturação

¹ Ilhotas: porções de terra alta íngremes, cercadas por água dos tanques de bombeamento, evaporação e cristalização em salinas artificiais. Podem também ser conhecidas por diques (MASERO; PÉREZ-HURTADO, 2001), ilhas de “terra alta” (LARRAZÁBAL; AZEVEDO JÚNIOR; PENA, 2002) ou paredões (DIAS, 2009).

dos sais é aumentada (salmoura) até a cristalização do cloreto de sódio e demais sais marinhos (revisão em MASERO, 2003). Apesar de aparentar ser um ambiente inóspito para muitas espécies (incluindo humanos) devido à hipersalinidade, as salinas apresentam uma heterogeneidade de microhabitats importantes para o desenvolvimento econômico e alternativos para parte da biodiversidade costeira (e.g., AZEVEDO-JÚNIOR; LARRAZÁBAL; PENA, 2004). Na região nordeste do Brasil, as ilhotas que dividem os tanques em salinas foram relatadas como microhabitats utilizados para descanso e reprodução de aves limícolas (e.g., maçarico-solúço *Charadrius collaris*, maçarico-do-bico-grosso *Charadrius wilsonia* e perna-longa *Himantopus himantopus*; LARRAZÁBAL; AZEVEDO-JÚNIOR; PENA, 2002). Além disso, os tanques de salinas, especialmente os evaporadores, apresentam alta disponibilidade de recursos alimentares para as aves nas salinas (e.g., o microcrustáceo *Artemia franciscana*, peixes e poliquetas – no sedimento dos tanques; revisão em CARVALHO, 2009). No entanto, é válido ressaltar que as salinas não estão isentas de pressões negativas para as aves limícolas, principalmente, a predação. A proximidade das salinas com as zonas urbanas pode conferir elevadas taxas de predação de ninhos, devido à presença de predadores adicionais influenciados pelo ser humano (e.g., cães-domésticos), que utilizam as salinas como área de forrageio e alimentação (CHOKRI; SELMI, 2011).

A predação tem sido descrita como a causa primordial do insucesso reprodutivo em Aves (RICKLEFS, 1969), atuando como força seletiva, influenciando traços da história de vida de várias espécies em seus respectivos habitats (revisão em MARTIN, 1987). Para as aves limícolas que nidificam no solo de habitats abertos, a predação pode influenciar em várias características do comportamento reprodutivo, especialmente a escolha de locais de nidificação (MARTIN, 1993) e dos materiais utilizados no revestimento dos ninhos (COLWELL, 2010). No geral, estas espécies de aves constroem ninhos crípticos, por meio da cuidadosa seleção de microhabitats e de materiais de confecção do ninho (COLWELL, 2010). Estes comportamentos adaptativos foram selecionados ao longo da história evolutiva das espécies em seus habitats naturais, entretanto, em habitats alternativos e antrópicos estes comportamentos podem não conferir redução da predação. Por isso, a avaliação de estratégias antipredatórias em espécies de Aves em diferentes habitats é considerada um dos principais estudos para elaboração de estratégias de conservação e manejo (SUTHERLAND, 2000). Contudo, estes estudos requerem um grande esforço amostral e a análise de múltiplos fatores (e.g., altura, localidade e estrutura do ninho) para que se tenha uma completa compreensão dos impactos da predação no sucesso de nidificação e na estrutura populacional das aves

(SUTHERLAND, 2000). Embora os estudos que investigam o sucesso reprodutivo em Aves sejam fundamentais para conservação das mesmas, alguns casos podem também influenciar negativamente a reprodução por elevar as taxas de predação; por exemplo, a facilitação da ação de predadores pela simples influência da presença dos pesquisadores (revisão em VILLARD; PÄRT, 2004). Em virtude destas dificuldades, a realização de experimentos com ninhos artificiais vêm sendo frequentemente desenvolvida como alternativa na investigação de possíveis fatores que influenciam o sucesso de nidificação (revisão em MAJOR; KENDAL, 1996). Além disso, por meio da utilização de ninhos artificiais é possível identificar potenciais predadores que não puderam ser identificados em estudos com ninhos naturais em muitos habitats naturais (e.g., FRANÇA et al., 2009). A maioria dos estudos com este tipo de experimento foi realizada em áreas naturais florestais temperadas ou tropicais (e.g., MELO; MARINI, 1997; MEZQUIDA; MARONE, 2003; MICHALSKI; NORRIS, 2014). Comparativamente, há poucos estudos realizados em salinas artificiais (e.g., HERRING et al., 2011; FONSECA, 2013).

O Estuário do Rio Apodi-Mossoró, litoral do estado do Rio Grande do Norte, região semiárida do nordeste do Brasil, abrange as regiões dos municípios de Mossoró, Areia Branca e Grossos (PETTA et al., 2007). Originalmente esta região compreendia uma ampla área natural hipersalina associada a manguezais, a qual foi transformada em polo industrial salineiro a partir do século XVII (revisão em COSTA et al., 2013). Várias espécies de aves limícolas utilizam estas áreas como habitats alternativos, especialmente Charadriiformes migratórios (ELIAS et al., 2014). Recentemente, foi registrada a primeira colônia reprodutiva de pernilongo-de-costas-negras que, até este momento, é a única espécie de Charadriiformes registrada reproduzindo na região (ver LUNARDI et al., 2015). Nesta região semiárida, o pernilongo-de-costas-negras constrói seus ninhos no solo das ilhotas que dividem os evaporadores da salina, utilizando comumente materiais encontrados ao redor do ninho, especialmente conchas, cristais de sal e fragmentos de vegetação (LUNARDI et al., 2015). Na estação reprodutiva de 2013, foi estimada uma taxa de sobrevivência diária de ninhos prévia de 0,940 – a menor taxa de sobrevivência diária de ninhos descrita para a espécie (ver HERRING et al., 2011).

Considerando a escassez de informação sobre a ocorrência sazonal e ecologia reprodutiva do pernilongo-de-costas-negras em salinas artificiais do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, este estudo teve como objetivos gerais: (i) descrever a ocorrência sazonal desta ave para a região em estudo por meio de censos por três anos consecutivos em uma localidade

utilizada como área de alimentação, descanso e reprodução por aves limícolas no estuário; (ii) avaliar o sucesso reprodutivo da espécie nesta localidade por meio de monitoramento de ninhos naturais ao longo de três estações reprodutivas; (iii) por meio da realização de um experimento com ninhos artificiais, analisar se a escolha de locais para a nidificação e de materiais utilizados para confecção de ninhos pelo pernilongo-de-costas-negras influenciam a predação de ninhos em salinas na região de estudo; e (iv) a identificação de potenciais predadores de ninhos em salinas por meio de registros visuais, rastros e vestígios de ovos naturais e artificiais predados. Os resultados obtidos com este estudo poderão contribuir para a elaboração de planos de manejo e conservação de aves limícolas em salinas da região semiárida do nordeste do Brasil.

REFERÊNCIAS

ALBANO, C. et al. **Aves costeiras de Icapuí**. 1. ed. Fortaleza: Editora Fundação Brasil Cidadão, 2007. 72 p.

American Ornithologists' Union (AOU). **Checklist of North American birds**. 7. ed. Washington: American Ornithologists' Union, 1998. Disponível em: < <http://www.aou.org/>>. Acesso em: 10 jan. 2013.

ANTAS, P. T. Z. Migration of nearctic shorebirds (Charadriidae and Scolopacidae) in Brazil - flyways and their different seasonal use. **Wader Study Group Bulletin**, v. 39, n. 1, p. 52-56, 1983.

AZEVEDO-JÚNIOR, S. M.; LARRAZÁBAL, M. E.; PENA, O. Aves aquáticas de ambientes antrópicos (salinas) do Rio Grande do Norte, Brasil. In: BRANCO, J. O. (Org.). **Aves marinhas e insulares brasileiras: bioecologia e conservação**. Itajaí: UNIVALI, 2004. p. 255-266.

CARVALHO, P. J. B. **Monitoramento de *Calidris pusilla* (Linnaeus, 1758) (Aves: Scolopacidae) na Salina Diamante Branco, Galinhos, RN**. 2009. 62 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

CHOKRI, M.; SELMI, S. Predation of Pied Avocet *Recurvirostra avosetta* nests in a salina habitat: evidence for an edge effect. **Bird Study**, v. 58, n. 2, p. 171-177, 2011.

COLWELL, M. A. **Shorebird ecology, conservation, and management**. 1. ed. Berkeley: Univ. of California Press, 2010. 328 p.

Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO). **Listas das aves do Brasil**. 10. ed. 2011. Disponível em: <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: 10 jan. 2013.

COSTA, D. F. S. et al. Breve revisão sobre a evolução histórica da atividade salineira no estado do Rio Grande do Norte (Brasil). **Sociedade & Natureza**, v. 25, n. 1, p. 21-34, 2013.

ELIAS, A. P. R. et al. Seleção de habitat por aves limícolas em salinas no nordeste do Brasil. In: XXXII Encontro Anual de Etologia e V Simpósio Latino-americano de Etologia, 2014, Mossoró. **Anais...** Mossoró: UFERSA, 2014.

DIAS, M. P. Use of salt ponds by wintering shorebirds throughout the tidal cycle. **Waterbirds**, v. 32, n. 4, p. 531-537, 2009.

DINSMORE, J. J. Notes on avocets and stilts in Tampa Bay, Florida. **Florida Field Naturalist**, v. 5, n. 1, p. 25-30, 1977.

FONSECA, D. M. L. A. **Seleção de habitat e conservação de aves nidificantes nas salinas do Samouco**. 2013. 48 p. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Universidade de Coimbra, Coimbra, 2013.

FRANÇA, L. F. et al. Passeriformes: nest predators and prey in a Neotropical Savannah in Central Brazil. **Zoologia**, v. 26, n. 4, p. 799-802, 2009.

HAMILTON, R. B. Comparative behavior of the American Avocet and the Black-Necked Stilt (Recurvirostridae). **Ornithological Monographs**, v. 1, n. 17, p. 1-98, 1975.

HERRING, G. et al. Identifying nest predators of American avocets (*Recurvirostra americana*) and black-necked stilts (*Himantopus mexicanus*) in San Francisco Bay, California. **The Southwestern Naturalist**, v. 56, n. 1, p. 35-43, 2011.

International Union for Conservation of Nature (IUCN). *Himantopus himantopus*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. 2014. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/details/22727969/0>>. Acesso em: 21 jan. 2015.

LARRAZÁBAL, M. E.; AZEVEDO-JÚNIOR, S. M.; PENA, O. Monitoramento de aves limícolas na Salina Diamante Branco, Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 4, p. 1081-1089, 2002.

LUNARDI, V. O. et al. First record of a breeding colony of black-necked stilt *Himantopus mexicanus* (Aves: Recurvirostridae) in northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 4, p. 259-261, 2015.

MAJOR, R. E.; KENDAL, C. E. The contribution of artificial nest experiments to understanding avian reproductive success: a review of methods and conclusions. **Ibis**, v. 138, n. 2, p. 298-307, 1996.

MARTIN, T. E. Artificial nest experiments: effects of nest appearance and type of predator. **The Condor**, v. 89, n. 4, p. 925-928, 1987.

MARTIN, T. E. Nest predation and nest sites: New perspectives on old patterns. **BioScience**, v. 43, n. 8, p. 523-532, 1993.

MASERO, J. A.; PÉREZ-HURTADO, A. Importance of the supratidal habitats for maintaining overwintering shorebird populations: how redshanks use tidal mudflats and adjacent saltworks in southern Europe. **The Condor**, v. 103, n. 1, p. 21-30, 2001.

MASERO, J. A. Assessing alternative anthropogenic habitats for conserving waterbirds: salinas as buffer areas against the impact of natural habitat loss for shorebirds. **Biodiversity & Conservation**, v. 12, n. 6, p. 1157-1173, 2003.

MELO, C.; MARINI, M. Â. Predação de ninhos artificiais em fragmentos de matas do Brasil Central. **Ornitologia Neotropical**, v. 8, n. 7, p. 7-14, 1997.

MEZQUIDA, E. T.; MARONE, L. Are results of artificial nest experiments a valid indicator of success of natural nests? **The Wilson Bulletin**, v. 115, n. 3, p. 270-276, 2003.

MICHALSKI, F.; NORRIS, D. Artificial nest predation rates vary depending on visibility in the eastern Brazilian Amazon. **Acta Amazonica**, v. 44, n. 3, p. 393-396, 2014.

MÚRIAS, T. et al. Use of traditional salines by waders in the Mondego estuary (Portugal): a conservation perspective. **Ardeola**, v. 49, n. 2, p. 223-240, 2002.

OLMOS, F.; SILVA, W. A. G.; ALBANO, C. G. Aves em oito áreas de Caatinga no sul do Ceará e Oeste de Pernambuco, Nordeste do Brasil: composição, riqueza e similaridade. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 45, n. 14, p. 179-1999, 2005.

OLSON, B. E.; LINDSEY, K.; HIRSCHBOECK, V. **Bear River Migratory Bird Refuge: habitat management plan**. Brigham City, Utah: [s.n.], 2004. 213 p.

PETTA, R. A. et al. Análise da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró no contexto de alterações ambientais e socioeconômicas ligadas a exploração do petróleo. In: IV Congresso Brasileiro de Desenvolvimento em Petróleo e Gás, 2007, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2007.

RICKLEFS, R. E. **All analysis of nesting mortality in birds**. 9 ed. Washington: Smithsonian Institution Press, 1969. 56 p.

ROBINSON, J. A. et al. Black-necked Stilt (*Himantopus mexicanus*). **The Birds of North America Online**, v. 1, n. 449, p. 1-70, 1999.

SUTHERLAND, W. J. **The conservation handbook: research, management and policy**. 1. ed. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2000. 296 p.

STOTZ, D. F. et al. **Neotropical birds: ecology and conservation**. Chicago: University of Chicago Press, 1996. 544 p.

VILLARD, M. A.; PÄRT, T. Don't put all your eggs in real nests: a sequel to Faaborg. **Conservation biology**, v. 18, n. 2, p. 371-372, 2004.

WEBER, T. P.; HOUSTON, A. I.; ENS, B. Consequences of habitat loss at migratory stopover sites: a theoretical investigation. **Journal of Avian Biology**, v. 30, n. 4, p. 416-426, 1999.

WEST, A. D. et al. Predicting the impacts of disturbance on shorebird mortality using a behaviour-based model. **Biological Conservation**, v. 106, n. 3, p. 319-328, 2002.

CAPÍTULO I

MONITORAMENTO POPULACIONAL E REPRODUTIVO DE *Himantopus mexicanus* EM SALINA ARTIFICIAL DO ESTUÁRIO DO RIO APODI-MOSSORÓ, NORDESTE DO BRASIL

RESUMO – Salinas artificiais são habitats alternativos para reprodução de aves limícolas. O objetivo deste estudo foi monitorar a primeira população residente de pernilongo-de-costas-negras (*Himantopus mexicanus*) no nordeste do Brasil. A área de estudo compreendeu uma área de salina artificial de ~145ha (04°57'S; 37°08'O), Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Areia Branca, RN, Brasil. Nesta área, foi realizado um total de 164 censos de pernilongos-de-costas-negras, em um esforço total de ~328h, entre agosto de 2012 e dezembro de 2015. Para o monitoramento reprodutivo desta população, realizou-se um total de 76 visitas a área utilizada para o estabelecimento da colônia reprodutiva, em um esforço total de ~228h, entre maio e agosto de 2013 a 2015. Ao longo de cada visita, foram realizados buscas e monitoramento de ninhos, ovos e filhotes, e registrados para cada ninho: tipo de microhabitat escolhido para nidificação; distância do ninho ao nível da água; tipo de material de revestimento; diâmetro, número de ovos; e o *status* dos ninhos ao longo do período de monitoramento ('em construção', 'ativo', 'predado' e 'bem sucedido'). A população de pernilongo-de-costas-negras monitorada exibiu ocorrência sazonal na área de estudo, estando presente, principalmente, entre março e outubro durante o período de estudo. Foi registrado um total de 47 ninhos ativos, referente às três estações reprodutivas monitoradas. Os ninhos encontraram-se revestidos basicamente por conchas, cristais de sal e fragmentos de vegetação, em proporções semelhantes às quais estes materiais estavam disponíveis próximos aos locais de nidificação. Do total de ninhos ativos registrados, a taxa de sobrevivência diária total de ninhos foi 0,939. Não foram detectadas diferenças na probabilidade diária de perda de ninhos entre as estações reprodutivas e entre tipos de ninhos. Registrou-se pegadas de cão-doméstico e restos de cascas próximas aos ninhos predados. Os resultados apresentados neste estudo são informações inéditas para o semiárido nordestino do Brasil, e poderão subsidiar futuras estratégias para o manejo e conservação do pernilongo-de-costas-negras na América do Sul.

Palavras-chave: Reprodução. Pernilongo-de-costas-negras. Areia Branca. Conservação.

1 INTRODUÇÃO

Aves limícolas podem ser definidas como um grupo de aves que estão sempre vinculadas a ambientes aquáticos (e.g., água doce, salobra e salina) pouco profundos, desde a costa ao interior de uma determinada região (COLWELL, 2010). Este grupo abrange aproximadamente 215 espécies distribuídas entre 14 famílias da ordem Charadriiformes (COLWELL, 2010). A maioria das espécies de aves limícolas é migratória, realizando deslocamentos em massa por distancias curtas ou longas, entre áreas de reprodução e invernada (MYERS, 1983). Geralmente, durante a primavera as aves deslocam-se para o norte para áreas de reprodução, e no outono o deslocamento dá-se em direção ao sul para áreas de invernada (e.g., zona costeira da América do Sul; MORRISON; ROSS, 1989). Na literatura científica a migração das aves limícolas Neárticas é melhor documentada do que as migrantes Neotropicais (HAYES, 1995).

A zona costeira corresponde a uma região formada por complexos ecossistemas ambientalmente relevantes à biodiversidade (e.g., estuários; ver RAY, 1991). Estes ambientes úmidos apresentam recursos e condições essenciais para a alimentação, descanso e reprodução das aves limícolas migratórias (PÉREZ-HURTADO et al., 1993). Contudo, as zonas costeiras têm sido crescentemente destruídas, devido, principalmente, ao progressivo uso costeiro pelos seres humanos (e.g., turismo e estabelecimento imobiliário; WEBER; HOUSTON; ENS, 1999). A destruição de ambientes úmidos acarreta implicações drásticas para as aves limícolas que dependem destas áreas para invernar e nidificar (e.g., WEST et al., 2002). Em virtude dessa problemática, têm sido desenvolvidos estudos sobre a biologia e ecologia destas aves em habitats alternativos ou complementares, para se identificar os requerimentos necessários à sobrevivência e à reprodução nestes ambientes (revisão em MÚRIAS et al., 2002). Dentre estes habitats alternativos ou complementares, destacam-se as salinas artificiais em todo o mundo, as quais são habitats supramareais antrópicos designados à extração do sal comercial, por meio do armazenamento e evaporação da água marinha (revisão em MASERO, 2003). Estes ambientes artificiais apresentam características ambientais atrativas para alimentação, descanso e reprodução por aves limícolas migratórias (revisão em LÓPEZ et al., 2009). Apesar disso, poucos estudos foram desenvolvidos na região nordeste do Brasil (e.g., LARRAZÁBAL; AZEVEDO-JÚNIOR; PENA, 2002), a qual concentra-se a maior parte da produção salineira do país (ver COSTA et al., 2013).

Pernilongo-de-costas-negras (*Himantopus mexicanus* Statius Müller, 1776, Recurvirostridae, Charadriiformes) é uma espécie de ave limícola migratória Neotropical social, que ocorre em habitats úmidos e abertos na América do Norte, do Sul e Central, podendo ser residente ou reprodutor migrante nestas áreas (revisão em ROBINSON et al., 1999). Por possuir uma ampla extensão geográfica de ocorrência, não é considerada como “vulnerável” em nível global, entretanto ameaças às populações naturais estão aumentando nos últimos anos (IUCN, 2014). A maioria das informações científicas publicadas sobre a ocorrência, migração e reprodução do pernilongo-de-costas-negras foi realizada no Hemisfério Norte (e.g., ROBINSON; ORING, 1996), já para o Hemisfério Sul estas informações ainda são escassas (revisão em ROBINSON et al., 1999). Em áreas de reprodução naturais (e.g., áreas intertidais) ou artificiais (e.g., salinas) do Hemisfério Norte, relata-se que o período reprodutivo do pernilongo-de-costas-negras ocorre entre os meses de maio e agosto, onde é produzida apenas uma ninhada por estação reprodutiva (ver HAMILTON, 1975). No processo de nidificação, a espécie constrói seus ninhos sobre o solo, em locais próximos a água, com vegetação escassa, acima do nível da água para evitar inundações de seus ninhos (e.g., DINSMORE, 1977). Comumente, o pernilongo-de-costas-negras utiliza materiais que se encontram mais próximos da cavidade do ninho para torná-los crípticos (e.g., pedras, conchas, penas, fragmentos de vegetação; revisão em ROBINSON et al., 1999). Geralmente, o tamanho da ninhada desta espécie é de três a quatro ovos por ninho, com a incubação dos ovos durando em torno de um mês (e.g., DINSMORE, 1977). Em 2013 foi registrada a primeira colônia reprodutiva do pernilongo-de-costas-negras em uma área de salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, região semiárida do nordeste do Brasil (LUNARDI et al., 2015). Entretanto, estimou-se nesta estação reprodutiva (ano de 2013) uma alta taxa de predação de ninhos (LUNARDI et al., 2015) – levantando a necessidade de um monitoramento populacional e reprodutivo desta colônia a longo prazo, a fim de contribuir com futuros planos de conservação para esta espécie na região nordeste brasileira. A escassez de informações ecológicas e biológicas do pernilongo-de-costas-negras no Hemisfério Sul tem dificultado a determinação do grau de ameaça à espécie em níveis regional e local, bem como o estabelecimento de estratégias para a conservação das populações que migram ou residem nesta região.

Em virtude disto, o presente estudo teve como objetivo monitorar a primeira colônia reprodutiva de pernilongo-de-costas-negras em salina artificial do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, nordeste do Brasil. Especificamente, buscou-se para a região de estudo: (i)

descrever a ocorrência sazonal do pernilongo-de-costas-negras ao longo de três períodos migratórios consecutivos (agosto de 2012 a dezembro de 2015); (ii) caracterizar aspectos da biologia reprodutiva da espécie em salinas, especialmente os microhabitats de nidificação e a composição estrutural dos ninhos ao longo dos anos de estudo; e (iii) monitorar e comparar o sucesso reprodutivo dos ninhos de pernilongo-de-costas-negras em três estações reprodutivas consecutivas (2013, 2014 e 2015). Os resultados apresentados neste estudo são informações inéditas para o semiárido e para o nordeste do Brasil e poderão subsidiar futuras estratégias para o manejo e conservação desta espécie no limite sul de sua distribuição geográfica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A área de estudo compreendeu uma extensão total de ~145ha em salina artificial localizada à margem direita da foz do Estuário do Rio Apodi-Mossoró (04°57'S; 37°08'O), município de Areia Branca, RN, Brasil. A salina artificial em estudo é composta por tanques de bombeamento, evaporação e cristalização – os quais são parte essencial no processo de extração de sal marinho (revisão em COSTA et al., 2013). Os tanques da salina são delimitados por ilhotas, geralmente, construídas com sedimento argiloso, material vegetal morto (estacas de madeira e folhas de palmeiras) e pedras. Ocasionalmente, esta salina é visitada por animais domésticos (principalmente o cão-doméstico *Canis familiaris*) proveniente de comunidades vizinhas e por aves costeiras e mamíferos silvestres (especialmente o guaxinim *Procyon cancrivorus*) que utilizam uma faixa remanescente de manguezal próxima a esta salina (obs. pessoais).

2.2 Coleta de dados

2.2.1 Descrição da ocorrência sazonal

Durante os meses de agosto de 2012 a dezembro de 2015 (total de 41 meses) foram realizados quinzenalmente dois censos de pernilongos-de-costas-negras na área de estudo, totalizando 164 censos. Os censos foram diferenciados pela altura da maré (dois levantamentos durante a preamar e dois levantamentos durante a baixa-mar). Os dados da

altura da maré foram obtidos do Centro de Previsões de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC (<http://www.cptec.inpe.br/>). Os censos foram realizados a partir de trilhas pré-estabelecidas, com duração de ~2h, totalizando em ~328h de esforço amostral. Para realização dos censos foram utilizados dois binóculos Bushnell® (8x40mm e 10x50mm) e câmera fotográfica Sony® (16mp DSC-H100).

2.2.2 Monitoramento da colônia reprodutiva

Entre os meses de maio e agosto dos anos 2013, 2014 e 2015 – período correspondente a três estações reprodutivas do pernilongo-de-costas-negras na área de estudo – foram realizadas duas visitas semanais a área de estudo para busca e monitoramento de ninhos, ovos e filhotes (metodologia adaptada de FONSECA, 2013). Realizou-se um total de 76 visitas, sendo 24 visitas para ambas as estações reprodutivas de 2013 e de 2014, e 28 visitas em 2015. Esta diferença no número de visitas entre os anos ocorreu devido a diferenças na extensão da estação reprodutiva entre os anos. As vistorias foram efetuadas por meio de trilhas pré-estabelecidas, em intervalos de 2-3 dias entre visitas em cada ninho, e duração ~3h, totalizando um esforço amostral de ~228h. Para cada ninho encontrado, durante as três estações reprodutivas, utilizou-se câmera Sony® (16mp DSC-H100) para registros fotográficos dos ninhos, e GPS Garmin® eTrex Vista HCX para georreferenciar os mesmos. No decorrer das visitas, foi registrado para cada ninho encontrado: (i) tipo de microhabitat de nidificação; (ii) distância entre o ninho e o nível da água (0-50cm; e 51-100cm); (iii) tipo de material de revestimento utilizado para a confecção do ninho; (iv) diâmetro externo e interno do ninho; (v) número de ovos e o diâmetro dos mesmos, com auxílio de um paquímetro (0,1mm de precisão). Vale ressaltar que em cada visita as medições de ovos e ninhos foram realizadas quando os adultos não estavam próximos ao ninho, com intuito de minimizar a atração dos predadores (ver PINHO; MARINI, 2014). Parte dos dados descritivos sobre reprodução (i.e., características estruturais, distribuição e sucesso dos ninhos) referentes exclusivamente ao ano de 2013 aqui apresentados foi previamente publicada em Lunardi et al. (2015).

2.2.3 Sucesso reprodutivo

Ao longo de cada vistoria realizada, registrou-se também o *status* dos ninhos, classificado em quatro categorias: (i) ninho ‘em construção’ (i.e., quando não havia no ninho ovos, filhotes e vestígios de eclosão ou predação, contudo, havia adultos presentes), (ii) ninho ‘ativo’ (i.e., quando o ninho apresentava pelo menos um ovo e não havia vestígios de eclosão ou predação), (iii) ninho ‘predado’ (i.e., quando pelo menos um ovo encontrava-se danificado ou desaparecido, e/ou havia pegadas de possíveis predadores próximas ao ninho), e (iv) ninho ‘bem sucedido’ (i.e., quando havia a presença de pelo menos um filhote no ninho ou próximos a este) (FONSECA, 2013). Vale ressaltar que no final do período de visitas (i.e., final da estação reprodutiva do pernilongo-de-costas-negras em cada ano), ninhos classificados como ‘em construção’, e que não mudaram este *status*, foram classificados como ‘abandonados’. Para ninhos classificados como ‘predados’, o monitoramento ocorreu até que todos os ovos fossem predados ou ‘bem sucedidos’.

2.3 Análise de dados

Para descrever a ocorrência sazonal do pernilongo-de-costas-negras na área de estudo foi utilizada a análise média móvel centralizada (*centered moving average*), com intuito de representar de forma uniforme a flutuação populacional temporal (PALMEIRIM; RABAÇA, 1994; GREENWOOD; ROBINSON, 2006). Além disso, foi estimada a taxa de sobrevivência diária (TSD) total de ninhos para cada estação reprodutiva do pernilongo-de-costas-negras (referentes aos anos de 2013 a 2015), baseando-se no protocolo de Mayfield (1961, 1975). Por meio deste método o sucesso reprodutivo é expresso pela seguinte fórmula:

$$S = 1 - \frac{\text{número de falhas}}{\text{total de dias-ninho}}$$

onde (i) *número de falhas* corresponde ao número de ninhos predados; e (ii) *total de dias-ninho* equivale ao somatório do tempo de exposição para cada ninho ativo registrado (ver SUTHERLAND, 2000). Em seguida, para comparar o sucesso reprodutivo dos ninhos entre três estações reprodutivas e materiais de revestimento dos ninhos de pernilongo-de-costas-negras, foram utilizados dois métodos estatísticos comumente utilizados em estudos de nidificação: (i) cálculo de limites de confiança de TSD, estabelecido por Johnson (1979), com modificação de Hensler e Nicholls (1981); e (ii) teste do Qui-quadrado de Pearson (χ^2). O último teste foi realizado no pacote estatístico *stats* do software R, versão 3.2.1 (R Core Team, 2015), com objetivo específico para verificar diferenças gerais significativas na probabilidade diária de perda de ninhos entre as estações reprodutivas e entre os materiais de

revestimento utilizados nos ninhos (ver ZAR, 1999). Além disso, foi estimada a probabilidade de sobrevivência do ninho desde o início da postura até a eclosão dos ovos, ou seja, a probabilidade foi estimada apenas para os ninhos ‘bem sucedidos’ (n=3). Para isso foi calculada a TSD ao longo de um d período de dias, por meio da fórmula S^d (MAYFIELD, 1961).

3 RESULTADOS

3.1 Descrição da ocorrência sazonal

O número total de registros de pernilongo-de-costas-negras de agosto de 2012 a dezembro de 2015 foi 4.961 em um esforço amostral de ~328h. O número médio de registros por censo foi $30,25 \pm 63,10$ ($\bar{X} \pm DP$, n=164) indivíduos. A maioria dos registros de pernilongo-de-costas-negras (96,3%) localizou-se nos tanques de evaporação da salina. O pernilongo-de-costas-negras exibiu uma ocorrência sazonal na área de estudo, indicando padrão migratório, onde a espécie está presente principalmente entre março e outubro, e ausente entre novembro e fevereiro (Figura 1).

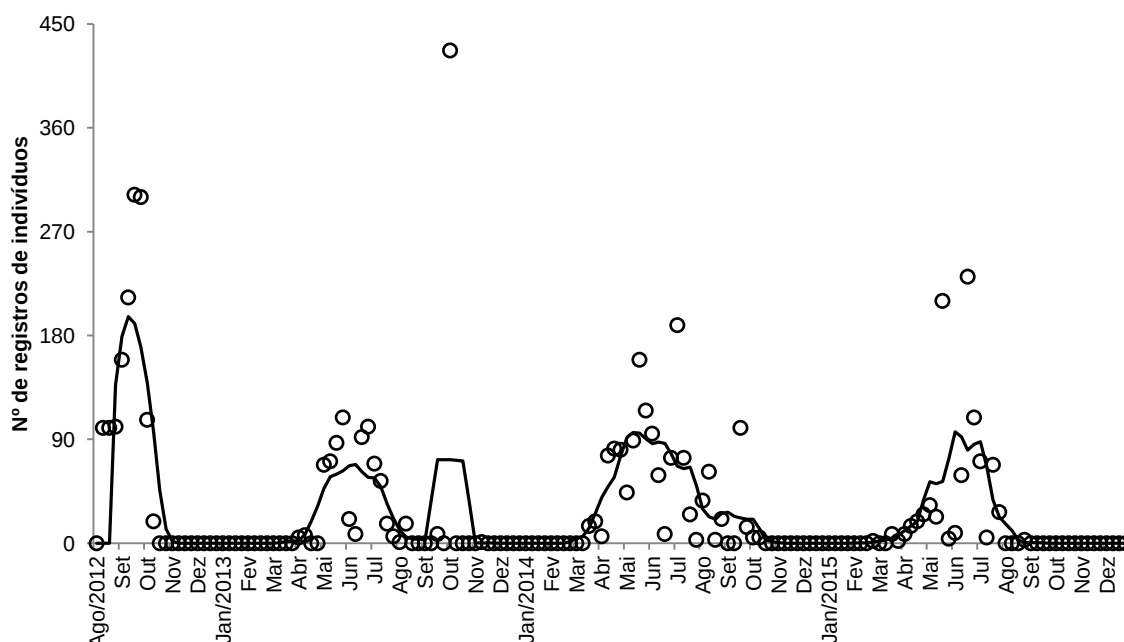


Figura 1 – Número de registros de indivíduos de *Himantopus mexicanus* em salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN. Os círculos baseiam-se em 164 censos entre agosto de 2012 e dezembro de 2015. A linha representa a média móvel central baseada em seis contagens.

3.2 Monitoramento da colônia reprodutiva

Durante o período de estudo, especificamente entre os meses de maio e agosto de 2013 a 2015, registraram-se três estações reprodutivas de pernilongo-de-costas-negras na área de estudo. Um total de 93 ninhos de pernilongo-de-costas-negras foi registrado, sendo 35 ninhos em 2013, 41 em 2014 e 17 em 2015. No momento em que cada um dos 93 ninhos foi encontrado, o *status* destes foram: 45 “ninhos ativos”, dois “ninhos predados” e 46 “ninhos em construção”. Todos os ninhos registrados encontravam-se no solo das ilhotas que dividem os tanques de evaporação da salina, especialmente, a altura entre 50-100cm acima do nível da água (93,5% dos ninhos). A distância média entre pares de ninhos foi de $35,6 \pm 40,0$ m ($\bar{X} \pm DP$; mín.: 3,0m; e máx.: 183,0m; n=32). O diâmetro médio externo e interno de ninhos foi, respectivamente, $32,1 \pm 6,4$ cm ($\bar{X} \pm DP$; mín.: 20,0cm; e máx.: 52,0cm; n=93) e $12,7 \pm 2,4$ cm ($\bar{X} \pm DP$; mín.: 8,0cm; e máx.: 20,0cm; n=93).

Ao longo do período de visitas, foi registrada a mudança de *status* de apenas dois “ninhos em construção” para “ninhos ativos”; os demais “ninhos em construção” foram classificados como “abandonados” no final do período de visitas. Assim, o número total de ninhos ativos registrados no final das três estações reprodutivas do pernilongo-de-costas-negras foi 47 (Tabela 1). Deste total, foram observados seis tipos gerais de ninhos revestidos com: (i) conchas (n=4), (ii) cristais de sal (n=6), (iii) fragmentos de vegetação (n=1), (iv) fragmentos de vegetação e conchas (n=15), (v) fragmentos de vegetação e cristais de sal (n=14), e (vi) fragmentos de vegetação, conchas e cristais de sal (n=7). Os materiais observados em cada ninho foram também observados na região do entorno onde o ninho foi construído. Ninhos revestidos com mais de um tipo de material foram mais frequentes do que ninhos revestidos com um único tipo de material (Figura 2). O número total de ovos registrados neste estudo foi 120, sendo 65 ovos em 2013, 44 em 2014, e 11 em 2015. O número médio de ovos por ninho foi de $\sim 3 \pm 1$ ovos ($\bar{X} \pm DP$; mín.: 1; máx.: 4; n=47) nas três estações reprodutivas monitoradas. O comprimento médio dos ovos foi de $4,2 \pm 0,3$ cm ($\bar{X} \pm DP$; mín.: 3,1cm; máx.: 4,8cm; n=120), e a largura média foi de $2,8 \pm 0,3$ cm ($\bar{X} \pm DP$; mín.: 2,0cm; máx.: 3,2cm; n=120).

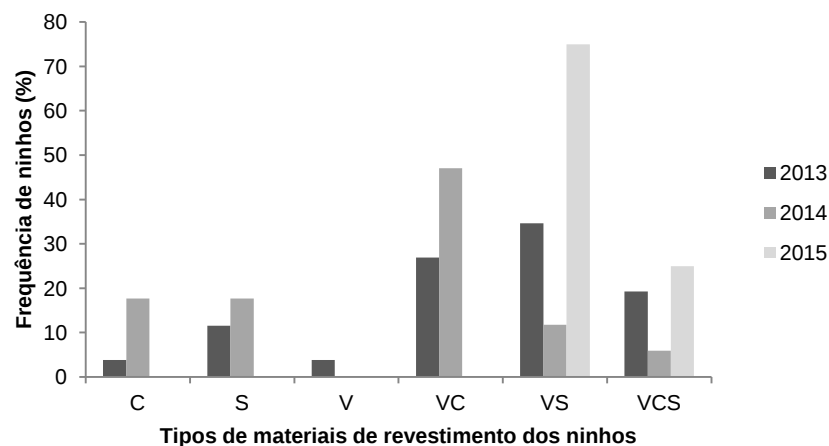


Figura 2 – Frequência de registro de ninhos ativos revestidos com seis tipos de materiais de revestimento em três estações reprodutivas (2013, 2014 e 2015) de *Himantopus mexicanus* em salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN. (i) C – conchas; (ii) S – cristais de sal; (iii) V – vegetação; (iv) VC – vegetação e conchas; (v) VS – vegetação e cristais de sal; (vi) VCS – vegetação, conchas e cristais de sal. Ver detalhes em Resultados.

3.3 Sucesso reprodutivo

A taxa de sobrevivência diária (TSD) total dos ninhos, incluindo todos os ninhos ativos ($n=47$), foi de 0,939, sendo 0,940 em 2013, 0,939 em 2014, e 0,932 em 2015 (Tabela 1). Foram registrados apenas três ninhos ‘bem sucedidos’ e a presença de seis filhotes (um ninho e um filhote em 2013; e dois ninhos e cinco filhotes em 2014). A probabilidade total de um ninho sobreviver desde o início da postura até a eclosão, referente a estes ninhos ‘bem sucedidos’ foi de 0,21. Durante as três estações reprodutivas, foram registradas pegadas de cão-doméstico e restos de cascas de ovos próximos aos ninhos predados. Entre as estações reprodutivas de 2013, 2014 e 2015 houve uma diminuição do número de ninhos ativos (Tabela 1). Entretanto, não foi constatada diferença significativa na probabilidade diária de perda de ninhos entre as estações reprodutivas (teste $\chi^2=1,25$; g.l.=2; $n=3$; $p=0,54$; teste de variância de TSD: $z=0,10 - 0,23$; $p\geq 0,82$) (Tabela 1; Figura 3) e entre tipos de ninhos (teste $\chi^2=4,88$; g.l.=5; $n=6$; $p=0,43$; teste de variância de TSD: $z=0,04 - 1,23$; $p\geq 0,22$) (Tabela 2; Figura 4).

Tabela 1 – Sucesso de nidificação de *Himantopus mexicanus* em salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN, durante três estações reprodutivas, referentes aos anos 2013, 2014 e 2015.

	Estações reprodutivas		
	2013	2014	2015
Nº total de ninhos ativos	26	17	4
Nº total de ninhos predados	25	15	4
Tempo total de exposição de ninhos (dias)	420	244	59
Probabilidade diária de perda de ninhos ¹	0,060	0,061	0,068
Taxa de sobrevivência diária dos ninhos ²	0,940	0,939	0,932

1. Probabilidade diária de perda de ninhos = número total de ninhos predados/tempo total de exposição de ninhos; 2. Taxa de sobrevivência diária dos ninhos baseada no protocolo de Mayfield (1961, 1975).

Tabela 2 – Sucesso de nidificação de *Himantopus mexicanus* em salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN, em relação aos tipos de materiais de composição dos ninhos ativos, durante três estações reprodutivas (2013, 2014 e 2015). Materiais de revestimento: C – conchas; S – cristais de sal; V – vegetação; VC – vegetação e conchas; VS – vegetação e cristais de sal; VCS – vegetação, conchas e cristais de sal. Ver detalhes em Resultados.

	Materiais de revestimento					
	C	S	V	VC	VS	VCS
Nº total de ninhos ativos	4	6	1	15	14	7
Nº total de ninhos predados	3	5	1	14	14	7
Tempo total de exposição de ninhos (dias)	77	97	8	243	174	124
Probabilidade diária de perda de ninhos ¹	0,039	0,052	0,125	0,058	0,080	0,056
Taxa de sobrevivência diária dos ninhos ²	0,961	0,948	0,875	0,942	0,920	0,944

1. Probabilidade diária de perda de ninhos = número total de ninhos predados/tempo total de exposição de ninhos; 2. Taxa de sobrevivência diária dos ninhos baseada no protocolo de Mayfield (1961, 1975).

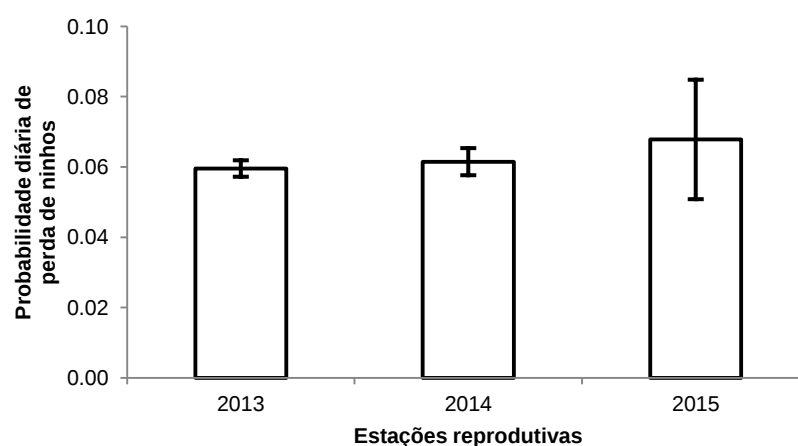


Figura 3 – Probabilidade diária de perda de ninhos de *Himantopus mexicanus* em três estações reprodutivas (2013, 2014 e 2015), em salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN. Erros padrão após Johnson (1979), e Hensler e Nichols (1981).

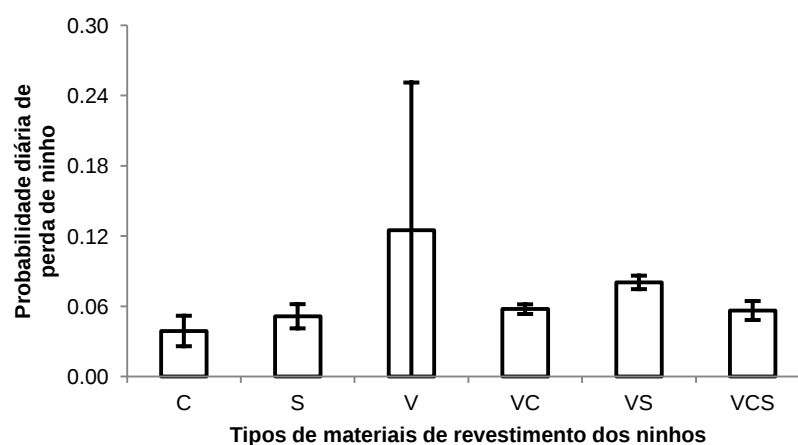


Figura 4 – Probabilidade diária de perda de ninhos ativos de *Himantopus mexicanus* em relação aos tipos de materiais de revestimento dos ninhos em três estações reprodutivas (2013, 2014 e 2015) em salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN. Erros padrão após Johnson (1979), e Hensler e Nichols (1981). (i) C – conchas; (ii) S – cristais de sal; (iii) V – vegetação; (iv) VC – vegetação e conchas; (v) VS – vegetação e cristais de sal; (vi) VCS – vegetação, conchas e cristais de sal. Ver detalhes em Resultados.

4 DISCUSSÃO

4.1 Descrição da ocorrência sazonal

O padrão migratório exibido pelo pernilongo-de-costas-negras registrado neste estudo corresponde a um padrão contrário das aves limícolas migratórias Neárticas (ANTAS, 1983). Por outro lado, o padrão encontrado é semelhante ao padrão das aves limícolas migratórias Neotropicais, isto é, as populações destas aves reproduzem-se na América do Sul e migram para o norte durante a estação não reprodutiva (ver HAYES, 1995). Contudo, ainda são escassos os dados científicos sobre a ocorrência sazonal e migração do pernilongo-de-costas-negras, principalmente para a região nordeste do Brasil (revisão em ROBINSON et al., 1999). Provavelmente, isto se deve aos movimentos complexos (e.g., deslocamentos altitudinais, latitudinais e longitudinais; regionais ou locais) que as aves Neotropicais apresentam (ALVES, 2007). Em áreas úmidas (naturais ou artificiais) do Hemisfério Norte, onde se concentra a maioria das informações científicas publicadas para o pernilongo-de-costas-negras, alguns autores relatam que esta espécie realiza movimentos sazonais dentro da própria zona de residência. Durante o verão na Baía de McKay, Flórida, o pernilongo-de-costas-negras é residente, onde os indivíduos chegam entre os meses de março e abril, e partem desta região a partir de agosto (DINSMORE, 1977). Há relatos de que pequenos números de indivíduos invernam no sul da Flórida (revisão em DINSMORE, 1977). No Lago Honey, Califórnia, populações de pernilongo-de-costas-negras deslocam-se para lagoas de evaporação na Bacia de Tulare (ROBINSON; ORING, 1996). Um estudo com radiomarcagem de indivíduos de pernilongo-de-costas-negras no Estuário da Baía de São Francisco, EUA, detectou movimentos intra-estuário relativamente curtos, durante o período reprodutivo e pós-reprodutivo (HICKEY et al., 2007). Os resultados sobre variação sazonal apresentados neste estudo basearam-se apenas em contagem de indivíduos. Para se determinar com precisão o comportamento migratório e as rotas migratórias desta população serão necessários estudos envolvendo radiotelemetria ou análise de isótopos. No entanto, além dos censos realizados nesta salina, verificou-se a ausência de pernilongos-de-costas-negras durante o período não-reprodutivo em regiões costeiras e interiores dos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, durante censos mensais realizados entre 2010 e 2015 (Vitor O. Lunardi, comunicação pessoal; OLMOS; SILVA; ALBANO, 2005) – fato que sustenta a hipótese que as populações desta espécie que nidificam no nordeste do semiárido brasileiro se deslocam para outra(s) região(ões), ainda não conhecida(s), durante o período não-reprodutivo.

4.2 Monitoramento da colônia reprodutiva

O período reprodutivo da população de pernilongo-de-costas-negras no Estuário Apodi-Mossoró assemelha-se com o período descrito para populações desta espécie em outras regiões (naturais ou artificiais) do Hemisfério Norte (e.g., ROBINSON; ORING, 1996) e Hemisfério Sul (e.g., LIMA; SANTOS, 2004). O número total de ninhos ativos de pernilongo-de-costas-negras registrado por estação reprodutiva na área de estudo foi inferior ao número registrado em habitats naturais (ACKERMAN; HERZOG, 2012). Em áreas naturais o número de ninhos ativos desta espécie pode variar de 50-180 ninhos por estação (e.g., áreas de pântano de Nova Chicago e Reserva Ecológica *Eden Landing*; ACKERMAN; HERZOG, 2012). Ninhos considerados como “abandonados” no final das estações reprodutivas, provavelmente, poderiam ser cavidades construídas durante o processo de seleção do local do ninho; ou estes ninhos podem ter sido predados antes dos pesquisadores encontra-los (ver ROBINSON et al., 1999). Vale ressaltar que não há possibilidade de registrar ninhos antigos, já que em todas as estações monitoradas os ninhos foram georreferenciados. Além disso, a área de estudo passa por frequentes transformações ambientais (referentes ao manejo da produção do sal), o que pode levar a destruição dos ninhos (obs. pessoal).

Há relatos que as populações reprodutivas de pernilongo-de-costas-negras exibem preferência pelas ilhotas dos tanques de evaporação de salinas para nidificar (HERRING et al., 2011; LUNARDI et al., 2015), como observado no presente estudo. Provavelmente, esta preferência se deve ao fato deste microhabitat possuir maior disponibilidade de recursos alimentares (invertebrados), em comparação aos outros microhabitats na salina (LAURO; BURGER, 1989; LARRAZÁBAL; AZEVEDO-JÚNIOR; PENA, 2002). A distância dos ninhos em relação ao nível de água, nos tanques de evaporação, registrada neste estudo é inferior ao observado em áreas do Hemisfério Norte – a qual pode variar de 1 a 50m (revisão em ROBINSON et al., 1999). Geralmente, o pernilongo-de-costas-negras nidifica distante do nível da água para evitar inundações de seus ninhos (revisão em ROBINSON et al., 1999). Não foram constatadas inundações dos ninhos desta espécie na área de estudo. O fato do nível da água nos tanques da área de estudo não variar muito (obs. pessoal) pode explicar a proximidade da maioria dos ninhos em relação ao nível da água na salina. As características ‘distância média entre ninhos’ e ‘diâmetro médio dos ninhos’ observadas na área de estudo assemelham-se com as das colônias reprodutivas descritas para o Hemisfério Norte (revisão em ROBINSON et al., 1999). A grande distância média entre ninhos evidencia que o pernilongo-de-costas-negras apresenta colônia reprodutiva frouxa, isto é, os ninhos não estão

posicionados muito próximos uns dos outros (revisão em ACKERMAN et al., 2014). A alta diversidade de itens utilizados como revestimento nos ninhos registrada na área de estudo segue o mesmo padrão encontrado para a espécie em outras regiões de sua distribuição geográfica, sendo um comportamento típico de espécies *Recurvirostridae* (revisão em ROBINSON et al., 1999). Os membros desta família adicionam aos seus ninhos materiais que encontram-se próximos ao local escolhido para nidificação (e.g. fragmentos de vegetação, penas, barro, pedras, conchas e ossos, revisão em VENEGAS; TENGLER, NIETO, 2015). O tamanho da ninhada, o comprimento e a largura dos ovos observados na colônia reprodutiva de pernillongo-de-costas-negras na área de estudo são relativamente semelhantes aos mesmos descritos em salinas da Baía de São Francisco, Califórnia (ACKERMAN; HERZOG, 2012).

4.3 Sucesso reprodutivo

As taxas de predação de ninhos de pernillongo-de-costas-negras observadas neste estudo foram mais altas do que as taxas registradas em outros estudos envolvendo a reprodução de aves limícolas em salinas artificiais. Em salinas da Baía de São Francisco, EUA, a taxa de predação de ninhos desta ave foi de 59% (HERRING et al., 2011). Taxas de predação de ninhos mais baixas também foram observadas em outras espécies de aves limícolas como o *Recurvirostridae* alfaite, *Recurvirostra avosetta*, com 45% dos ninhos predados em salinas da Tunísia (CHOKRI; SELMI, 2011). Contudo, há relatos de elevadas taxas de predação de ninhos para outras espécies *Charadriiformes*, como o borrelho-de-coleira-interrompida, *Charadrius alexandrinus*, e o perna-longa, *Himantopus himantopus*, em salinas do Estuário do Tejo, Portugal (FONSECA, 2013).

Na literatura científica é encontrado que aves limícolas que nidificam em habitats abertos apresentam algumas estratégias para minimizar a predação de seus ninhos, como a utilização de materiais do entorno para camuflagem do ninho (COLWELL, 2010). Contudo, neste estudo os tipos de materiais utilizados para o revestimento dos ninhos de pernillongo-de-costas-negras parecem não ter contribuído efetivamente em maior sucesso reprodutivo na área de estudo. O mesmo foi observado para os ninhos de borrelho-de-coleira-interrompida em salinas do Estuário do Tejo (FONSECA, 2013). Estudos prévios têm associado as altas taxas de predação de ninhos de aves limícolas em salinas artificiais com a ocorrência de animais domésticos que habitam zonas urbanas adjacentes às salinas (e.g., FONSECA, 2013). A presença de animais domésticos (especialmente, o cão-doméstico) provenientes da zona

adjacente à salina do presente estudo pode ser um dos fatores que ocasionam alta taxa de predação de ninhos.

Os resultados apresentados confirmam a região das salinas do Estuário do Rio Apodi-Mossoró como área de ocorrência sazonal de populações do pernilongo-de-costas-negras, entre os meses de março e outubro. Além disso, estes resultados confirmam que a região de salinas em estudo pode ser considerada como área anual de reprodução do pernilongo-de-costas-negras no nordeste do Brasil. Entretanto, as taxas de predação de ninhos são muito elevadas comparadas às mesmas taxas em outras regiões de sua distribuição geográfica. Apesar dos novos resultados apresentados neste estudo, ainda há uma escassez de informações sobre a biologia e ecologia de aves limícolas nesta região, tornando-se imprescindível a realização de estudos adicionais a fim de: (i) descrever precisamente as rotas migratórias dos indivíduos que utilizam o nordeste brasileiro, utilizando dados de anilhamentos, radiotelemetria e geoprocessamento, e (ii) identificar os principais fatores ambientais responsáveis pelo baixo sucesso reprodutivo do pernilongo-de-costas-negras, para subsidiar estratégias de conservação para esta espécie na região.

REFERÊNCIAS

ACKERMAN, J. T.; HERZOG, M. P. **Waterbird nest monitoring program in San Francisco Bay (2005-10)**. US Geological Survey: [s.n.], 2012. 16 p.

ACKERMAN, J. T. et al. Comparative reproductive biology of sympatric species: nest and chick survival of American avocets and black-necked stilts. **Journal of Avian Biology**, v. 45, n. 6, p. 609-623, 2014.

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 Ornintologia**, v. 15, n. 2, p. 231-238, 2007.

ANTAS, P. T. Z. Migration of nearctic shorebirds (Charadriidae and Scolopacidae) in Brazil - flyways and their different seasonal use. **Wader Study Group Bulletin**, v. 39, n. 1, p. 52-56, 1983.

CHOKRI, M.; SELMI, S. Predation of Pied Avocet *Recurvirostra avosetta* nests in a salina habitat: evidence for an edge effect. **Bird Study**, v. 58, n. 2, p. 171-177, 2011.

COLWELL, M. A. **Shorebird ecology, conservation, and management**. 1. ed. Berkeley: University of California Press, 2010. 344 p.

COSTA, D. F. S. et al. Breve revisão sobre a evolução histórica da atividade salineira no estado do Rio Grande do Norte (Brasil). **Sociedade & Natureza**, v. 25, n. 1, p. 21-34, 2013.

DINSMORE, J. J. Notes on avocets and stilts in Tampa Bay, Florida. **Florida Field Naturalist**, v. 5, n. 1, p. 25-30, 1977.

FONSECA, D. M. L. A. **Seleção de habitat e conservação de aves nidificantes nas salinas do Samouco**. 2013. 48 p. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Universidade de Coimbra, Coimbra, 2013.

GREENWOOD, J. J. D.; ROBINSON, R. A. Principles of sampling. In: SUTHERLAND, W.J. (Ed). **Ecological Census Techniques: A Handbook**. 2. ed. New York: Cambridge University Press, 2006. p. 11-85.

HAMILTON, R. B. Comparative behavior of the American Avocet and the Black-Necked Stilt (*Recurvirostridae*). **Ornithological Monographs**, v. 1, n. 17, p. 1-98, 1975.

HAYES, F. E. Definitions for Migrant Birds: What is a Neotropical Migrant? **The Auk**, v. 112, n. 2, p. 521-523, 1995.

HENSLER, G. L.; NICHOLS, J. D. The Mayfield method of estimating nesting success: a model, estimators and simulation results. **The Wilson Bulletin**, v. 93, n. 1, p. 42-53, 1981.

HERRING, G. et al. Identifying nest predators of American avocets (*Recurvirostra americana*) and Black-Necked Stilts (*Himantopus mexicanus*) in San Francisco Bay, California. **The Southwestern Naturalist**, v. 56, n. 1, p. 35-43, 2011.

HICKEY, C. et al. Space use by Black-necked Stilts *Himantopus mexicanus* in the San Francisco Bay estuary. **Ardea**, v. 95, n. 2, p. 275-288, 2007.

International Union for Conservation of Nature (IUCN). *Himantopus himantopus*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. 2014. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/details/22727969/0>>. Acesso em: 21 jan. 2015.

JOHNSON, D. H. Estimating nest success: the Mayfield method and an alternative. **The Auk**, v. 96, n. 4, p. 651-661, 1979.

LAURO, B.; BURGER, J. Nest-site selection of American Oystercatchers (*Haematopus palliatus*) in salt marshes. **The Auk**, v. 106, n. 2, p. 185-192, 1989.

LARRAZÁBAL, M. E.; AZEVEDO-JÚNIOR, S. M.; PENA, O. Monitoramento de aves limícolas na Salina Diamante Branco, Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 4, p. 1081-1089, 2002.

LIMA, P. C.; SANTOS, S. S. Ensaio fotográfico sobre o comportamento reprodutivo do Perna-longa - *Himantopus himantopus mexicanus* (Muller, 1776). **Atualidades Ornitológicas**, v. 120, n. 3, p. 1-10, 2004.

LÓPEZ, E. et al. Selection of ecological indicators for the conservation, management and monitoring of Mediterranean coastal salinas. **Environmental monitoring and assessment**, v. 166, n. 1, p. 241-256, 2009.

LUNARDI, V. O. et al. First record of a breeding colony of black-necked stilt *Himantopus mexicanus* (Aves: Recurvirostridae) in northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 4, p. 259-261, 2015.

MAIA, L. P. et al. **Estudo das áreas de manguezais do nordeste do Brasil: Avaliação das áreas de manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco**. Fortaleza: SEMACE, 2005. 60 p.

MASERO, J. A. Assessing alternative anthropogenic habitats for conserving waterbirds: salinas as buffer areas against the impact of natural habitat loss for shorebirds. **Biodiversity & Conservation**, v. 12, n. 6, p. 1157-1173, 2003.

MAYFIELD, H. Nesting success calculated from exposure. **The Wilson Bulletin**, v. 73, n. 3, p. 255-261, 1961.

MAYFIELD, H. F. Suggestions for calculating nest success. **The Wilson Bulletin**, v. 87, n. 4, p. 456-466, 1975.

MORRISON, R. I. G.; ROSS, R. K. **Atlas of Nearctic shorebirds on the coast of South America**. 1. ed. Ottawa: Canadian Wildlife Service Special Publication, 1989. 130 p.

MÚRIAS, T. et al. Use of traditional salines by waders in the Mondego estuary (Portugal): a conservation perspective. **Ardeola**, v. 49, n. 2, p. 223-240, 2002.

MYERS, J. P. Conservation of migrating shorebirds: staging areas, geographic bottlenecks, and regional movements. **American Birds**, v. 37, n. 1, p. 23-25, 1983.

OLMOS, F.; SILVA, W. A. G.; ALBANO, C. G. Aves em oito áreas de Caatinga no sul do Ceará e Oeste de Pernambuco, Nordeste do Brasil: composição, riqueza e similaridade. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 45, n. 14, p. 179-1999, 2005.

PALMEIRIM, J. M.; RABAÇA, J. E. A method to analyze and compensate for time-of- day effects on bird counts. **Journal of Field Ornithology**, v. 65, n. 1, p. 17-26, 1994.

PÉREZ-HURTADO, A. et al. Importancia de la Bahía de Cádiz para las poblaciones de limícolas invernantes e influencia de las transformaciones humanas. **Ardeola**, v. 40, n. 2, p. 133-142, 1993.

PINHO, J. B.; MARINI, M. Â. Birds' nesting parameters in four forest types in the Pantanal wetland. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 4, p. 890-898, 2014.

RAY, G. C. Coastal-Zone Biodiversity Patterns. **BioScience**, v. 41, n. 7, p. 490-498, 1991.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2015. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 10 mai. 2015.

ROBINSON, J. A. et al. Black-necked Stilt (*Himantopus mexicanus*). **The Birds of North America Online**, v. 1, n. 449, p. 1-70, 1999.

ROBINSON, J. A.; ORING, L. W. Long-distance movements by American Avocets and Black-necked Stilts. **Journal of Field Ornithology**, v. 67, n. 2, p. 307-320, 1996.

SUTHERLAND, W. J. **The conservation handbook: research, management and policy**. 1. ed. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2000. 296 p.

VENEGAS, D. V.; TENGLE, M. E. D.; NIETO, J. C. Avoceta americana (*Recurvirostra americana*): primeros registros reproductivos en Chihuahua, México. **Huitzil**, v. 16, n. 1, p. 28-32, 2015.

WEBER, T. P.; HOUSTON, A. I.; ENS, B. Consequences of habitat loss at migratory stopover sites: a theoretical investigation. **Journal of Avian Biology**, v. 30, n. 4, p. 416-426, 1999.

WEST, A. D. et al. Predicting the impacts of disturbance on shorebird mortality using a behaviour-based model. **Biological Conservation**, v. 106, n. 3, p. 319-328, 2002.

ZAR, J. H. **Biostatistic alanalysis**. 4. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1999. 663 p.

CAPÍTULO II

PREDÇÃO DE NINHOS ARTIFICIAS EM SALINAS: CONTRIBUIÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO DE *Himantopus mexicanus* NO NORDESTE BRASILEIRO

RESUMO – Salinas artificiais do nordeste brasileiro são habitats alternativos para reprodução de algumas aves limícolas, em especial do pernilongo-de-costas-negras (*Himantopus mexicanus*). O objetivo deste estudo foi realizar um experimento com ninhos artificiais para uma melhor compreensão acerca da influência de fatores ambientais no sucesso reprodutivo de aves que nidificam no solo em salinas do nordeste do Brasil. Ninhos artificiais foram utilizados para: avaliar se as taxas de predação variam entre microhabitats e entre diferentes materiais utilizados na confecção dos ninhos, e identificar potenciais predadores. O estudo foi desenvolvido em uma salina de ~145ha (04°57'S; 37°08'O) no Estuário Apodi-Mossoró, Areia Branca, RN, utilizada como área de reprodução do *H. mexicanus*. Foi construído um total de 164 ninhos, com dimensões, estruturas e distribuição semelhantes aos ninhos do *H. mexicanus*, em três principais microhabitats das salinas: tanques de evaporação e cristalização, e remanescentes de manguezal. Os ninhos foram monitorados ao longo de 32 dias, em intervalos de quatro dias entre as vistorias. Para a confecção dos ninhos, utilizou-se o material mais abundante (conchas, cristais de sal ou vegetação) encontrado no local pré-determinado para construção dos mesmos, aos quais foram adicionados três ovos de codorna-japonesa (*Coturnix coturnix*). Para identificar potenciais predadores, foram realizados registros de pegadas e de vestígios dos ovos predados, censos visuais de potenciais predadores e instalações de armadilhas fotográficas. Foram predados 133 ninhos artificiais utilizados no experimento. Foram constatadas diferenças nas taxas de predação de ninhos entre os diferentes microhabitats e entre os materiais de revestimento dos ninhos. Ilhotas dos tanques de evaporação e ninhos confeccionados com conchas foram, respectivamente, o microhabitat e o tipo de material que apresentaram as maiores taxas de predação. Mamíferos e aves, incluindo animais domésticos, foram os potenciais predadores. A exclusão de animais domésticos em tanques de evaporação e adjacências, poderia ser uma primeira estratégia de manejo para reduzir as taxas de predação dos ninhos de aves limícolas nas salinas.

Palavras-chave: Habitats alternativos. Reprodução. Aves limícolas. Estuário Apodi-Mossoró.

1 INTRODUÇÃO

A predação é uma das principais causas de insucesso de nidificação em Aves tropicais (RICKLEFS, 1969). O risco de predação varia entre espécies e seus respectivos habitats (MARTIN, 1993). Para aves limícolas que constroem seus ninhos no solo de habitats abertos, a predação pode influenciar na escolha do local de nidificação (COLWELL, 2010). Por exemplo, a tarambola-dourada (*Pluvialis apricaria*) prefere nidificar em locais planos, onde a sobrevivência dos ninhos é maior (WHITTINGHAM; PERCIVAL; BROWN, 2002). A predação pode influenciar também na escolha dos materiais utilizados no revestimento do ninho (COLWELL, 2010). Ninhos do borrelho-de-coleira-interrompida (*Charadrius alexandrinus nivosus*) apresentam maior sobrevivência em áreas onde as pedras são relativamente do tamanho de seus ovos (COLWELL et al., 2011). Todavia, em habitats antrópicos, como salinas artificiais, onde as pressões de predação podem ser mais intensas e os microhabitats são diferentes dos encontrados em áreas naturais, algumas estratégias antipredatórias podem não contribuir no sucesso de nidificação (ver CHOKRI; SELMI, 2011a).

Salinas artificiais consistem em habitats supramareais antrópicos associados a estuários, que têm sido documentados como ambientes alternativos para a reprodução de aves limícolas (ver WALMSLEY, 1999). Estes habitats são constituídos por uma heterogeneidade de microhabitats atrativos para aves limícolas reprodutoras, tendo espécies que nidificam com relativa exclusividade nestes locais (e.g., o alfaiate *Recurvirostra avosetta*, em salinas de Portugal; CATRY; CATRY; LECOQ, 2004). Em salinas do norte do Mediterrâneo, relata-se que mais de 20 espécies de aves apresentam preferência para nidificar em ilhotas que dividem os tanques das salinas (WALMSLEY, 1999). Destas espécies, algumas apresentam preferências para nidificar em ilhotas de tanques hipersalinos (i.e., cristalizadores; ver WALMSLEY, 1999). As ilhotas dos evaporadores também têm sido descritas como locais de nidificação para o perna-longa (*Himantopus himantopus*) em salinas do litoral Norte do Rio Grande do Norte, Brasil (AZEVEDO-JÚNIOR; LARRAZÁBAL; PENA, 2004). O mesmo foi observado para o alfaiate-de-pescoço-pardo *Recurvirostra americana* em salinas do Estuário da Baía de São Francisco, Califórnia (HERRING et al., 2011). Próximo às salinas pode ocorrer ambientes naturais como os manguezais, os quais são limitados por ilhotas das próprias salinas, podendo ser um microhabitat de nidificação para as aves (ver MAIA et al., 2005). Além disso, as salinas apresentam também no solo de seus microhabitats uma

diversidade de materiais que podem ser utilizados no revestimento dos ninhos crípticos das aves. Em salinas da Califórnia, o alfaite-de-pescoço-pardo reveste seus ninhos com uma variedade de materiais encontrados no local de nidificação, como conchas, fragmentos de vegetação e cristais de sal (HAMILTON, 1975). Já o borrelho-de-coleira-interrompida, em salinas do Estuário do Tejo, Portugal, utiliza apenas fragmentos de vegetação (FONSECA, 2013). No entanto, em habitats de salinas, principalmente, próximos às zonas urbanas, aves reprodutoras podem sofrer elevadas taxas de predação de ninhos, devido à adição de predadores influenciados pelo ser humano. Por exemplo, estudos realizados em salinas da Tunísia relatam que o cão-doméstico (*Canis familiaris*) foi o principal predador de ninhos de aves limícolas (CHOKRI; SELMI, 2011a; CHOKRI; SELMI, 2011b). Apesar disso, ainda há uma escassez de estudos sobre a influência destes fatores ambientais na predação de ninhos de aves limícolas que utilizam as salinas como área de reprodução, principalmente no nordeste do Brasil.

Por isso, há uma necessidade de desenvolvimento de estudos e monitoramento da nidificação para que seja possível identificar as estratégias antipredatórias essenciais para o sucesso reprodutivo das diferentes espécies de aves (ver SUTHERLAND, 2000). Todavia, estudos e monitoramentos de ninhos requerem um grande esforço amostral e a análise de múltiplos fatores, podendo também elevar as taxas de predação pela simples presença dos pesquisadores (revisão em VILLARD; PÄRT, 2004). Em virtude desta problemática, estudos baseados em experimentos com ninhos artificiais têm sido frequentemente desenvolvidos para avaliar e estimar taxas de predação, e identificar possíveis predadores para muitos grupos de aves em diferentes habitats (revisão em VILLARD; PÄRT, 2004). No entanto, apesar de salinas serem reconhecidas como habitats alternativos para reprodução de aves limícolas, e também como um ambiente iminente de predação, poucos estudos baseados em experimentos com ninhos artificiais foram desenvolvidos nestas regiões (e.g., HERRING et al., 2011).

Atualmente, em salina artificial do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, semiárido do nordeste do Brasil, o pernilongo-de-costas-negras (*Himantopus mexicanus*, Recurvirostridae, Charadriiformes) é uma espécie de ave limícola reprodutora (LUNARDI et al., 2015). Neste habitat antrópico, esta espécie constrói seus ninhos crípticos no solo das ilhotas que dividem os tanques de evaporação, utilizando comumente materiais encontrados ao redor do ninho, especialmente conchas, cristais de sal e fragmentos de vegetação (LUNARDI et al., 2015). Supostamente, o pernilongo-de-costas-negras sofre elevada taxa de predação de seus ninhos, devido à ação de cães-domésticos, oriundos da zona urbana vizinha à salina (ver LUNARDI

et al., 2015). Com isso, no presente estudo foi realizado um experimento com ninhos artificiais, baseando-se nos ninhos naturais do pernillongo-de-costas-negras, para analisar a predação dos mesmos em salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, visando uma melhor compreensão acerca da influência de fatores ambientais no sucesso reprodutivo do pernillongo-de-costas-negras que nidifica no solo em salinas do nordeste do Brasil. Mais especificamente, este estudo teve como objetivos: (i) avaliar se existem diferenças nas taxas de predação de ninhos artificiais em relação aos diferentes microhabitats encontrados em salinas (ilhotas dos tanques de cristalização, de evaporação e adjacentes ao manguezal); (ii) avaliar se há diferenças nas taxas de predação dos ninhos artificiais em relação aos tipos de materiais utilizados para a confecção dos ninhos (conchas, cristais de sal ou vegetação); e (iii) identificar potenciais predadores de ninhos de aves que nidificam no solo na região em estudo. As hipóteses levantadas neste estudo foram: (A) ninhos localizados no microhabitat ilhota dos tanques de evaporação serão menos predados que ninhos localizados em outros microhabitats da salina – considerando que o pernillongo-de-costas-negras utiliza este microhabitat para nidificar em salinas (ver LUNARDI et al., 2015); (B) taxas de predação de ninhos artificiais não são influenciadas pelo tipo de material utilizado no revestimento dos ninhos – visto que o sucesso reprodutivo dos ninhos do pernillongo-de-costas-negras construídos com diferentes tipos de materiais é semelhante (ver LUNARDI et al., 2015); e (C) o cão-doméstico será o principal predador de ninhos artificiais na área de estudo – considerando que este animal é um potencial predador em salinas localizadas próximas a zonas urbanas (ver CHOKRI; SELMI, 2011a,b). As conclusões deste estudo poderão subsidiar futuras estratégias de conservação para as populações do pernillongo-de-costas-negras que se reproduzem anualmente nas salinas do Estuário Apodi-Mossoró.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em uma salina artificial de ~145ha, localizada no Estuário do Rio Apodi-Mossoró (04°57'S; 37°08'W), Areia Branca, RN, Brasil (Figura 1). A salina é composta por uma heterogeneidade de microhabitats atrativos para o forrageio e descanso de aves limícolas, como tanques de evaporação e cristalização, respectivamente (ELIAS et al., 2014). Estes tanques são delimitados por ilhotas, as quais têm sido descritas como um local de

nidificação para o pernilongo-de-costas-negras, principalmente as ilhotas dos evaporadores (ver LUNARDI et al., 2015). No solo destas ilhotas há uma diversidade de materiais que são comumente utilizados pelo pernilongo-de-costas-negras no revestimento de seus ninhos (e.g., conchas, cristais de sal e vegetação; LUNARDI et al., 2015). Além disso, eventualmente, a salina é visitada por animais domésticos, especialmente, cães-domésticos (*Canis familiaris*) provenientes de comunidades vizinhas e por aves e mamíferos silvestres como o guaxinim (*Procyon cancrivorus*) que utiliza uma faixa remanescente de manguezal adjacente à salina (obs. pessoal).

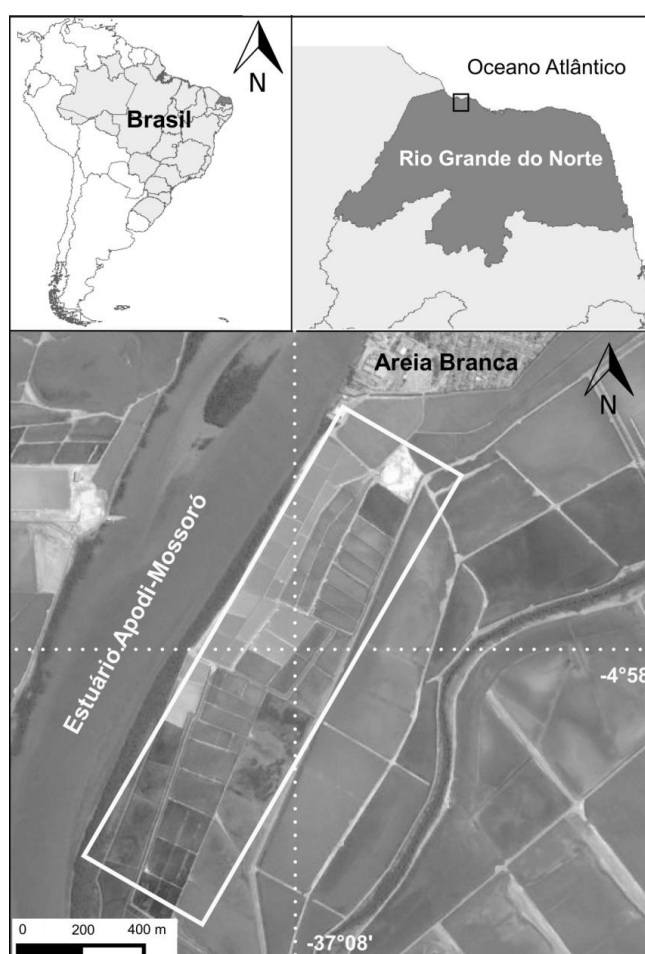


Figura 1 – Acima: a esquerda, mapa do Brasil com detalhes (em cinza escuro) o Estado do Rio Grande do Norte; a direita, em destaque a região em estudo (quadrado preto) no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Abaixo: área de estudo próxima à foz do Estuário Apodi-Mossoró (retângulo branco), limitada por uma faixa de remanescente manguezal associada ao estuário (esquerda); detalhes de parte da zona urbana do município de Areia Branca. Imagens obtidas pelo Google Earth®, posteriormente modificadas em software livre QGis® (*Open Source Geographic Information System*), versão 2.10.1.

2.2 Experimento com ninhos artificiais

O experimento com ninhos artificiais ocorreu entre os meses de março e abril de 2015. Os ninhos artificiais foram distribuídos em três principais microhabitats terrestres (comumente encontrados em salinas do nordeste brasileiro): ilhota dos tanques de evaporação (ITE); ilhota dos tanques de cristalização (ITC); e ilhota adjacente ao remanescente manguezal (IAM) (Figura 2 A, B e C). O microhabitat ITE foi dividido em dois ambientes neste estudo, denominados ITEa e ITEb, sendo este último utilizado pelo pernilongo-de-costas-negras para constituição de sua colônia reprodutiva no ano de 2014. Foram construídos 164 ninhos artificiais, com 41 ninhos dispostos em cada um dos microhabitats estabelecidos. O número e a distribuição de ninhos basearam-se nos dados obtidos na estação reprodutiva do pernilongo-de-costas-negras em 2014 na área de estudo. A distância de um ninho para o outro nos microhabitats ITEa, ITC e IAM foi de ~35m. Com auxílio de GPS, os ninhos artificiais em ITEb foram construídos aproximadamente nos mesmos locais onde o pernilongo-de-costas-negras construiu ninhos em 2014, a fim de simular a reprodução da espécie e estimar taxas de predação de ninhos na região.

Para a confecção dos ninhos artificiais em cada um dos microhabitats, foi feita uma cavidade côncava superficial (~5cm) no solo, mantendo-se um diâmetro externo e interno médios de 33x10cm para cada ninho (ver LUNARDI et al., 2015). Em seguida, foram adicionados materiais de revestimento nos ninhos (conchas, cristais de sal ou vegetação) que encontravam-se disponíveis em áreas próximas à cavidade do ninho, assemelhando-se, assim, ao comportamento de nidificação de aves limícolas Charadriiformes que nidificam em solo, como o pernilongo-de-costas-negras (revisão em ROBINSON et al., 1999). Considerando que poderia ser encontrado mais de um tipo de material (conchas, cristais de sal ou vegetação) nas adjacências da cavidade do ninho, foi escolhido e utilizado no revestimento do ninho apenas o tipo de material que compreendesse >80% dos objetos encontrados até ~1m da cavidade do ninho. Desta maneira foram construídos apenas três tipos de ninhos artificiais: (i) ninhos construídos com conchas (n=74, sendo: 54% em ITEa; 33,8% em ITEb; e 12,2% em ITC), (ii) ninhos construídos com cristais de sal (n=47, sendo: 31,9% em ITEb; e 68,1% em ITC) e (iii) ninhos construídos com fragmentos de vegetação (n=43, sendo: 2,3% em ITEa; 2,3% em ITEb; e 95,4% em IAM) (Figuras 2 D, E e F, respectivamente).

Logo após a confecção dos ninhos artificiais, foram adicionados ovos de codorna-japonesa (*Coturnix coturnix* Linnaeus, 1758, Phaseanidae, Galliformes) em cada ninho. A

adição destes tipos de ovos foi realizada com o propósito de simular a estação reprodutiva do pernilongo-de-costas-negras e estimar a predação de ninhos. Ovos de codorna-japonesa são comumente utilizados em experimentos com ninhos artificiais por se aproximarem em tamanho (3x2,5cm) e pigmentação de ovos de aves silvestres, e por serem facilmente encontrados no comércio (revisão em ALVAREZ, 2007). Com isso, foi disposto um total de 492 ovos, sendo três ovos para cada ninho, considerando o tamanho médio da postura do pernilongo-de-costas-negras na área de estudo. Em todo o processo de construção dos ninhos artificiais foram utilizados luvas e sapatos de borracha, previamente enodoados com o sedimento da área de estudo, para amenizar o odor humano (ver HERRING et al., 2011).



Figura 2 – Experimento com ninhos artificiais de *Himantopus mexicanus* realizado em 2015, em salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN. Microhabitats da salina: (A) ilha dos tanques de evaporação (ITE), (B) ilha dos tanques de cristalização (ITC) e (C) ilha adjacente ao manguezal (IAM). Ninhos artificiais revestidos com: (D) conchas, (E) cristais de sal e (F) fragmentos de vegetação.

2.3 Coleta de dados

2.3.1 Monitoramento dos ninhos artificiais

Os ninhos artificiais foram expostos na área de estudo durante um período de 32 dias – correspondente ao tempo médio compreendido entre a postura e nascimento de filhotes descrito para o pernilongo-de-costas-negras (revisão em ROBINSON et al., 1999). Ao longo deste período foram realizadas oito vistorias, entre março e abril de 2015, com intervalo de quatro dias entre estas, totalizando um esforço amostral de 40h. O período de estudo foi escolhido por não corresponder com o período da estação reprodutiva do pernilongo-de-costas-negras na região (ver LUNARDI et al., 2015). Visto que, durante a estação reprodutiva, a presença de seres humanos pode causar estresse nos indivíduos adultos reprodutores desta espécie (e.g., SORDAHL, 1996). Além disso, aparentemente o pernilongo-de-costas-negras sofre elevadas taxas de predação de seus ninhos na área de estudo (LUNARDI et al., 2015). Provavelmente, a realização deste experimento durante a estação reprodutiva desta espécie poderia agravar a situação. Em um experimento com ninhos artificiais, durante a estação reprodutiva do pernilongo-de-costas-negras em salinas do Estuário da Baía de São Francisco, Califórnia, observou-se ninhos abandonados (HERRING et al., 2011).

Durante cada vistoria foram registrados o número de ninhos artificiais e ovos de codorna-japonesa intactos e predados, em cada microhabitat e categoria de material de revestimento, seguindo a seguinte classificação: (i) ninho intacto (i.e., ninho que continha três ovos presentes, sem sinal de predação); (ii) ninho predado (i.e., ninho que tinha ao menos um ovo predado (e.g., LUNARDI; MACEDO, 2010); (iii) ovo intacto (i.e., ovo que não sofreu nenhum dano); e (iv) ovo predado (i.e., ovo que foi furado, quebrado e/ou que desapareceu). É válido ressaltar que quando apenas um ovo no ninho havia sido predado, o monitoramento continuou sendo realizado até que todos os ovos fossem predados, ou até o final do tempo de exposição.

2.3.2 Identificação de potenciais predadores

Neste estudo, considerou-se como ‘potencial predador’ determinado animal (mamífero ou ave) que foi registrado consumindo ovos e/ou quando havia pegadas próximas a ninhos

predados. Para identificar estes potenciais predadores de ninhos artificiais do pernilongo-de-costas-negras foi realizado um conjunto de metodologias, no decorrer das vistorias (ver item 2.3.1):

(A) registros fotográficos de pegadas de possíveis predadores próximas aos ninhos artificiais predados, as quais foram comparadas com guias de rastros (BORGES; TOMÁS, 2004);

(B) registros dos estados dos ovos de codorna-japonesa, classificados em cinco estados: (i) intacto (ovo não predado), (ii) furado (ovo com orifícios na casca), (iii) parcialmente destruído (até 50% da casca do ovo danificada), (iv) totalmente destruído (ovo picado ou mastigado) (Figura 3) e (v) totalmente consumido (quando não foi registrado o ovo ou cascas de ovos nos ninhos ou próximos a estes) (MARINI; MELO, 1998);

(C) censos visuais de possíveis predadores, como: carcará *Caracara plancus* (MARINI; MELO, 1998), gaivotas, garças (SORDAHL, 2004), cão-doméstico *Canis familiaris* (CHOKRI; SELMI, 2011a,b) e guaxinim *Procyon cancrivorus* (CHEIDA; GUIMARÃES; BEISIEGEL, 2013). Os censos foram realizados durante o experimento, por meio de transectos lineares (DEVELEY, 2006), os quais ocorreram no período diurno em todas as vistorias e nos quatro microhabitats estabelecidos. Foram estimadas classes de distância entre os animais registrados e o ninho mais próximo (0m; 1-50m; 51-100m; >101m), utilizando dados georreferenciados dos registros aplicados ao software Google Earth® (versão 7.1.5.1557);

(D) e instalações de câmeras armadilha fotográficas (*camera trap* Bushnell®) em ninhos artificiais (n=15). Cada aplicação da câmera teve duração de ~14h de exposição (entre 17:00h e 7:00h), totalizando 210h de esforço de exposição fotográfica. As armadilhas foram instaladas a 2m de distância dos ninhos, fixadas em estacas de metal ou madeira.



Figura 3 – Registro dos estados dos ovos de codorna-japonesa (*Coturnix coturnix*) durante o monitoramento dos ninhos artificiais de *Himantopus mexicanus* expostos no ano de 2015 em salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN: (A) intactos; (B) furado; (C) parcialmente destruído; e (D) totalmente destruído.

2.4 Análise de dados

Inicialmente, os dados foram avaliados por meio do teste de normalidade de Shapiro-Wilk (ZAR, 1999). A partir desta avaliação, foi selecionado o teste paramétrico de Pearson (r) para analisar a correlação entre: (i) número total de ninhos artificiais e número total de ovos de codorna-japonesa predados ao longo do tempo de exposição. O teste de Qui-quadrado de Pearson (χ^2) e o Resíduo Ajustado (RA) foram utilizados para verificar diferenças significativas gerais nas taxas de predação de ninhos artificiais entre os diferentes microhabitats; e entre as categorias de materiais de revestimento destes ninhos (ZAR, 1999). Todos estes testes foram realizados utilizando o pacote *stats*, no programa estatístico R, versão 3.2.1 (R Core Team, 2015).

Foi estimada a Taxa de Sobrevivência Diária dos ninhos (TSD) utilizando-se o protocolo de Mayfield (1961, 1975). Por meio deste protocolo calculou-se a TSD para o período total do experimento (32 dias), a partir da seguinte fórmula:

$$S = 1 - \frac{\text{número de falhas}}{\text{total de dias-ninho}}$$

onde (i) *número de falhas* corresponde ao número total de ninhos predados; e (ii) *total de dias-ninho* equivale ao somatório do tempo de exposição para cada ninho ativo registrado (ver

SUTHERLAND, 2000). Em seguida, para comparação entre par do sucesso de nidificação entre os microhabitats e categorias de materiais de revestimento dos ninhos artificiais, foi realizado o teste de variância de TSD (z) estabelecido por Johnson (1979), com modificação de Hensler e Nicholls (1981).

3 RESULTADOS

3.1 Monitoramento dos ninhos artificiais

A primeira predação de ninhos artificiais foi registrada após oito dias de exposição dos mesmos (Figura 4). Durante o tempo de exposição dos ninhos, as taxas relativas de predação variaram de 0 a 41% por vistoria, onde houve dois períodos em que as taxas foram evidentemente maiores (36,7% após 12 dias e 41,5% após 32 dias, Figura 4). No final do tempo de exposição (32 dias) foram constatados um total de 133 (81,0%) ninhos e 393 (79,9%) ovos predados, verificando-se uma alta correlação positiva entre o número de ninhos e de ovos predados por vistoria ($r=0,99$; $p<0,0001$; $n=9$). A taxa de sobrevivência diária de ninhos (TSD) considerando o período total do experimento (32 dias) foi de 0,97.

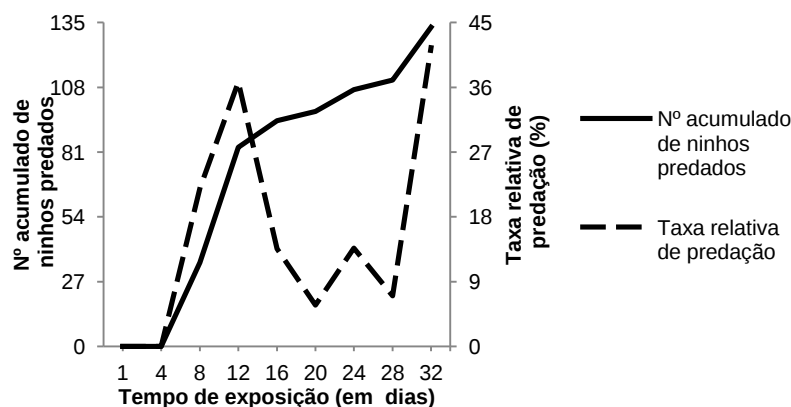


Figura 4 – Variação temporal da predação de ninhos artificiais de *Himantopus mexicanus* em 2015, ao longo do tempo de exposição (em dias) em salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN. Taxa relativa de predação (%): $1 - (\text{nº de ninhos intactos registrados na vistoria atual} / \text{nº de ninhos intactos registrados na vistoria anterior}) \times 100$.

Foi constatada diferença significativa no número de ninhos predados entre os microhabitats analisados (teste $\chi^2=27,486$; g.l.=3; $p<0,0001$; $n=4$; $-2 \leq RA \leq 2$). O microhabitat com maior número de ninhos predados foi a ilha dos tanques de evaporação, tendo cada um

dos tipos de ilhotas de tanques de evaporação (ITEa e ITEb) 39 ninhos predados. O segundo microhabitat mais afetado com predação foi a ilha adjacente ao manguezal (IAM) com 32 ninhos predados, seguido da ilha dos tanques de cristalização (ITC) com 23 ninhos predados. A probabilidade de perda de ninhos foi diferente entre os microhabitats ilhotas dos tanques de evaporação (ITEa e ITEb) e ITC (teste de variância de TSD: $z=2,03$; $p=0,04$; $n=2$). Não foram constatadas diferenças significativas na probabilidade diária de perda de ninhos entre os demais microhabitats (teste de variância de TSD: $z=0,00-1,21$; $p\geq 0,23$; $n=4$) (Figura 5).

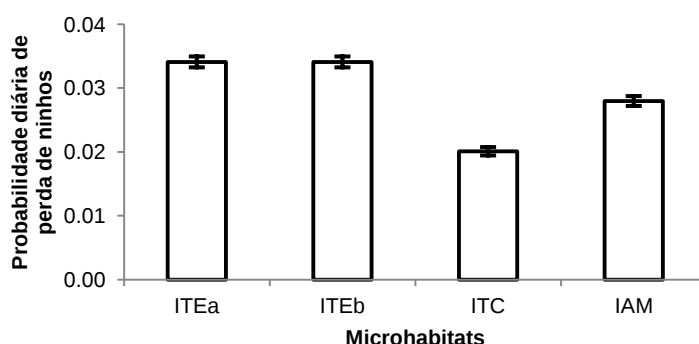


Figura 5 – Probabilidade diária de perda de ninhos artificiais de *Himantopus mexicanus*, construídos em 2015 em diferentes microhabitats da salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN. Erros padrão após Johnson (1979), e Hensler e Nichols (1981). Microhabitats: ITEa e ITEb = ilhotas dos tanques de evaporação (ver detalhes em Material e Métodos); ITC = ilha dos tanques de cristalização; IAM = ilha adjacente ao remanescente manguezal.

Constatou-se também diferença significativa no número de ninhos predados entre os três tipos de categorias de materiais de revestimento utilizados na confecção dos ninhos artificiais ($\chi^2=24,961$; $g.l=2$; $p\leq 0,0001$; $n=3$; $-2\leq RA\leq 2$). A categoria ‘conchas’ apresentou o maior número de ninhos predados, tendo 71 ninhos predados. A segunda categoria com maior número de ninhos predados foi ‘fragmentos de vegetação’, tendo 34 ninhos predados, seguida da categoria ‘cristais de sal’ com 28 ninhos predados. A probabilidade diária de perda de ninhos foi diferente significativamente entre as categorias de materiais de revestimento ‘conchas’ e ‘cristais de sal’ (teste de variância de TSD: $z=2,27$; $p=0,02$; $n=1$). Não foram constatadas diferenças significativas na probabilidade diária de perda de ninhos entre as demais categorias de materiais de revestimento (teste de variância de TSD: $z=0,95-1,11$; $p\geq 0,27$; $n=4$) (Figura 6).

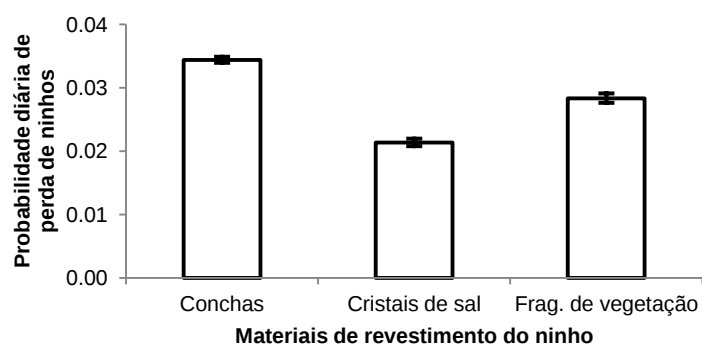


Figura 6 – Probabilidade diária de perda de ninhos artificiais de *Himantopus mexicanus*, construídos em 2015 com diferentes materiais de revestimento, em salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN. Erros padrão após Johnson (1979), e Hensler e Nichols (1981).

3.2 Identificação de potenciais predadores

Durante o período de estudo foi possível registrar e identificar pegadas de guaxinim, *Procyon cancrivorus* (Figura 7A), e de cão-doméstico, *Canis familiaris* (Figura 7B), próximas a ninhos artificiais predados nos microhabitats IAM e ITEa, respectivamente. O uso de armadilhas fotográficas possibilitou apenas o registro de predação de um ninho pela ave vira-pedras, *Arenaria interpres*, no microhabitat ITBb (Figura 7E). A sequência de fotos do comportamento de predação e o estado do ovo após a predação possibilitou registrar que a ave bicou o ovo para consumir o conteúdo interior (Figura 7F). Com relação aos registros dos estados dos ovos, a maior frequência de registros concentrou-se na classe ‘parcialmente destruído’, com 49,8% dos registros (Figura 8). E por meio de censos visuais, foram registrados 126 eventos referentes a sete potenciais espécies predadoras de ninhos, sendo o urubu-de-cabeça-preta, *Coragyps atratus*, a espécie com maior número de eventos (Tabela 1).

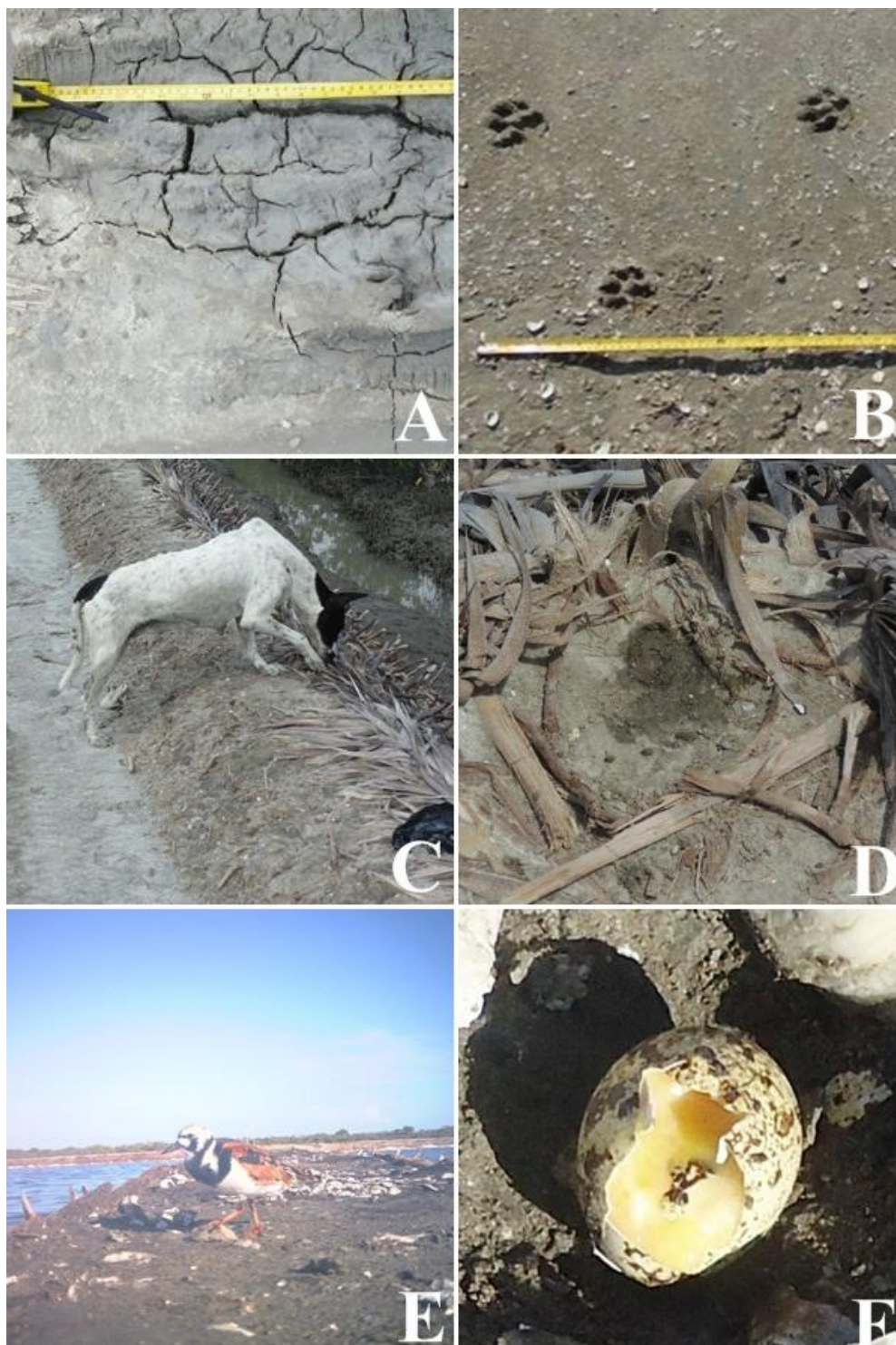


Figura 7 – Registros de evidências e de predação de ninhos artificiais de *Himantopus mexicanus*, construídos em 2015, em salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN: (A) pegadas de guaxinim (*Procyon cancrivorus*); (B) pegadas de cão-doméstico (*Canis familiaris*); (C) cão-doméstico predando ninho artificial; (D) ninho após predação por cão-doméstico em Figura C; (E) registro da ave vira-pedras (*Arenaria interpres*) nas proximidades de um ninho artificial por armadilha fotográfica; e (F) ovo predado pela ave vira-pedras em Figura E.

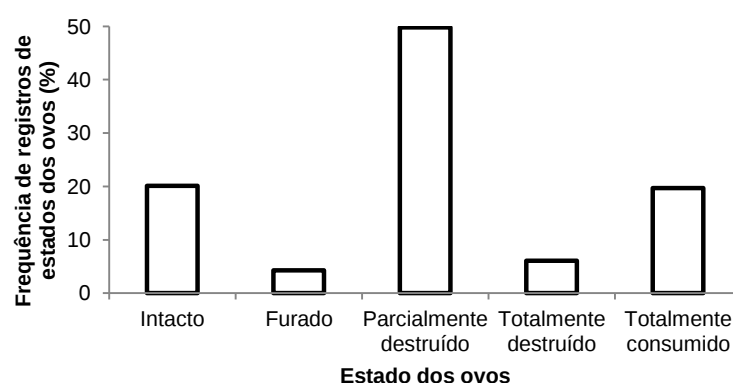


Figura 8 – Frequência relativa do estado dos ovos de codorna-japonesa em ninhos artificiais de *Himantopus mexicanus*, construídos em 2015, em salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN. Estado dos ovos: intacto (ovo não predado); furado (ovo com orifícios na casca); parcialmente destruído (até 50% da casca do ovo danificada); totalmente destruído (ovo picado ou mastigado); e totalmente consumido (quando não havia restos de cascas de ovos no ninho ou próximo a este).

Tabela 1 – Registros visuais dos potenciais predadores de ninhos artificiais de *Himantopus mexicanus*, obtidos por meio de censos visuais realizados em 2015, em salina do Estuário Apodi-Mossoró, RN.

Ordem	Nº total de registros ¹	Densidade ² (ind./ha)	Distância estimada entre a densidade de animais registrados em relação ao ninho mais próximo ³			
			0m	1 - 50m	50 - 100m	>100m
Ciconiiformes						
<i>Ardea alba</i> (garça-branca-grande)	7	0,05	-	-	0,05	-
<i>Egretta thula</i> (garça-branca-pequena)	11	0,08	-	-	0,08	-
Cathartiformes						
<i>Coragyps atratus</i> (urubu-de-cabeça-preta)	91	0,63	-	-	-	0,63
Falconiformes						
<i>Caracara plancus</i> (carcará)	1	0,01	-	-	0,01	-
Charadriiformes						
<i>Gelochelidon nilotica</i> (trinta-réis-de-bico-preto)	9	0,06	-	-	0,06	-
<i>Chroicocephalus cirrocephalus</i> (gaivotão-da-cabeça-cinza)	1	0,01	-	-	0,01	-
Carnívora						
<i>Canis familiaris</i> (cão-doméstico)	6	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01

1. Número total de registros dos possíveis predadores, obtidos por meio de censos visuais em um esforço amostral total de 40h; 2. Número total de registro / ~145h correspondentes à área da salina artificial do Estuário Apodi-Mossoró, RN; e 3. Distância estimada por meio de dados georeferenciados entre a densidade dos animais registrados em relação ao ninho mais próximo.

4 DISCUSSÃO

4.1 Monitoramento dos ninhos artificiais

A partir dos resultados do número acumulado de ninhos predados ao longo do experimento, foi possível verificar que o risco a predação aumentou, seguindo uma tendência exponencial alguns dias após a exposição dos ninhos. Esta tendência em aumento exponencial assemelha-se, em parte, ao modelo ecológico ‘teorema do valor marginal’ de energia acumulada extraída por predadores (CHARNOV, 1976). O modelo prevê que os consumidores (no caso do presente estudo, predadores) levam um determinado tempo de busca inicial para encontrarem seus alimentos (ninhos e ovos, no presente estudo); sendo baixas as taxas de ingestão de alimento no momento que este é disponibilizado no ambiente. Após este período, os consumidores maximizam suas taxas de ingestão, suprimindo o gasto energético do tempo inicial investido na procura e identificação das presas, até o momento que a taxa de ingestão atinge um valor máximo e estabiliza (CHARNOV, 1976). Porém, no presente estudo, o número acumulado de ninhos predados não se estabilizou, apresentando um aumento de ninhos predados no final do período de exposição dos ninhos. Este aumento pode estar relacionado com a introdução de um maior número e/ou novas espécies de predadores na salina, já que este ambiente é aberto e está propenso a invasão por animais domésticos (ver BURGER, 1989). Contudo, deve-se levar em consideração que o recurso (ovos) não foi reposto, o que provavelmente gerou uma redução mais acentuada na disponibilidade de alimento, do que poderia ocorrer em condições normais.

A elevada taxa de predação de ninhos artificiais observada neste experimento pode estar associada a sua disposição no solo, em ambiente aberto, desprovidos de qualquer proteção (cobertura) ou defesa. A alta correlação positiva observada entre o número de ninhos e de ovos predados evidencia que quando um ninho foi encontrado por um predador, a maioria dos ovos contida neste ninho foi consumida. Estas evidências confirmam a alta sensibilidade à predação para Aves que nidificam no solo, comparada às espécies que escolhem outros locais para nidificação (revisão em FLETCHER et al., 2010). Estudos prévios realizados com aves limícolas que nidificam no solo em habitats de salina também constataram altas taxas de predação de ninhos (e.g., CHOKRI; SELMI, 2011a). Ainda, a taxa de sobrevivência diária (TSD) total de ninhos artificiais estimada neste estudo assemelha-se aos valores descritos para outros Charadriiformes em áreas de salinas, como o alfaiate

(*Recurvirostra americana*) com uma TSD total de 0,96, em salinas da Tunísia (CHOKRI; SELMI, 2011b). Porém, quando comparada com a TSD total de ninhos naturais de pernilongo-de-costas-negras na área de estudo, verifica-se que o valor da TSD total obtida no experimento com ninhos artificiais é um pouco maior. A desigualdade observada entre a TSD total para ninhos artificiais e TSD total para naturais de pernilongo-de-costas-negras pode estar associada com a adição de novos microhabitats de reprodução (ilhotas de tanques de cristalização e adjacente ao manguezal) como também, ao maior número de ninhos distribuídos na área de estudo. Por outro lado, esperava-se que a TSD total para ninhos artificiais seria menor que a TSD total para ninhos naturais, considerando que nos ninhos artificiais houve ausência de supervisionamento por adultos reprodutores – os quais exibem uma série de comportamentos de distração de predadores durante a estação reprodutiva, com o intuito de evitar a predação dos ovos e filhotes (revisão em ROBINSON et al., 1999).

Esperava-se encontrar baixa taxa de predação no microhabitat ilhota dos tanques de evaporação (ITE), já que este microhabitat foi selecionado pelo pernilongo-de-costas-negras para reprodução na área de estudo em três estações reprodutivas monitoradas (LUNARDI et al., 2015). No entanto, este foi o microhabitat onde ocorreram as maiores taxas de predação de ninhos artificiais. Portanto, provavelmente, a escolha do ITE pelo pernilongo-de-costas-negras para reprodução em salinas deve estar relacionada a fatores adicionais ao risco de predação. Por exemplo, em salinas da Califórnia o pernilongo-de-costas-negras nidifica próximo a áreas de alimentação (HAMILTON, 1975). Se considerarmos que em salinas artificiais os evaporadores apresentam potencialmente a maior disponibilidade de alimento para aves limícolas (e.g. artemia *Artemia franciscana* e peixes; LARRAZÁBAL; AZEVEDO JÚNIOR; PENA, 2002), a escolha de ITE pelo pernilongo-de-costas-negras para reprodução esteja direcionado, supostamente, a maior proximidade deste recurso. Sob outro ponto de vista, áreas com elevada abundância de recursos alimentares podem atrair um maior número de predadores de diferentes espécies (MARINI; WEALE, 1997). Ninhos construídos próximos a esses recursos tornam-se mais vulneráveis à predação – fato que poderia explicar a alta predação de ninhos observados em ITE. A memorização dos predadores sobre locais onde presas foram capturadas (SONERUD; FJELD, 1987) pode ser outro fator que explicaria as altas taxas de predação registradas em ITE na área de estudo, visto que é o microhabitat escolhido pelo pernilongo-de-costas-negras para reprodução anualmente. Em áreas abertas no Arizona, EUA, observou-se que em locais onde ninhos haviam sido predados em anos

anteriores, as taxas de predação foram mais elevadas na estação reprodutiva posterior (MARTIN; SCOTT; MENGE, 2000).

Em geral, as aves limícolas selecionam materiais do entorno com intuito de camuflar seus ninhos (ver COLWHEEL, 2010). Como, por exemplo, ninhos do maçarico *Charadrius alexandrinus nivosus* revestidos com cascalho em áreas naturais da Califórnia apresentam maior sucesso reprodutivo (revisão em COLWHEEL, 2010). A escolha dos materiais de revestimento do ninho também pode estar relacionada com a disponibilidade destes no microhabitat de nidificação. Por exemplo, em salinas da Califórnia observou-se que o pernilongo-de-costas-negras utiliza materiais que estão facilmente disponíveis próximos aos seus ninhos, independente do tipo de material (HAMILTON, 1975). No presente estudo, esperava-se que as taxas de predação de ninhos artificiais não seriam influenciadas pelo tipo de material utilizado no revestimento dos mesmos uma vez que: (i) não foram observadas diferenças em sucesso reprodutivo dos ninhos do pernilongo-de-costas-negras construídos com diferentes tipos de materiais (ver LUNARDI et al., 2015); (ii) no experimento foi utilizada uma metodologia de escolha de material de revestimento semelhante à adotada pelo pernilongo-de-costas-negras (seleção dos materiais disponíveis em maior abundância a fim de tornar o ninho semelhante ao microhabitat de nidificação). Todavia, este pressuposto foi refutado, com ‘cristais de sal’ conferindo menores taxas de predação. Os ninhos confeccionados com ‘cristais de sal’ foram principalmente construídos próximos aos tanques de cristalização, nos quais este material parece ser mais predominante na área de estudo (obs. pessoal). No entanto, este ambiente apresenta uma maior concentração de sais, a qual impossibilita o desenvolvimento de uma alta diversidade biológica, sendo pouco atrativo como área de alimentação para espécies de aves e mamíferos que ocorrem em salinas (ver DIAS, 2009). Este fato poderia explicar um menor número de ninhos predados, confeccionados com ‘cristais de sal’ e localizados no microhabitat ilhota dos tanques de cristalização (ITC), em comparação aos outros microhabitats estabelecidos.

4.2 Identificação de potenciais predadores

O conjunto de metodologias empregadas neste estudo para identificar os predadores de ninhos do pernilongo-de-costas-negras, que nidifica em salinas possibilitou o reconhecimento de algumas espécies potenciais predadoras. A metodologia de registro de pegadas nos microhabitats não foi muito eficiente, embora tenha possibilitado a identificação de duas

espécies de mamíferos potenciais predadoras. Os poucos registros de pegadas obtidos no estudo podem ser explicados pela heterogeneidade de tipos de solo encontrados nas ilhotas, os quais variam entre hipersalinos compactados, arenosos e argilosos (obs. pessoal). Por meio dos registros dos estados dos ovos de codorna-japonesa, supõem-se que aves como garça, gaivota, carcará e urubu estejam entre as possíveis espécies predadoras, já que a maior frequência dos registros concentrou-se na classe ‘parcialmente destruído’. Aves de maior porte, como o carcará, podem ser capazes de destruir a casca do ovo de forma parcial ou completa, devido ao formato de seus bicos (ver MARINI; MELO, 1998). Outros estudos com ninhos artificiais também relataram uma alta frequência de predação por aves (e.g., ZANETTE; JENKINS, 2000). Apesar do urubu-da-cabeça-preta ter sido a espécie mais frequentemente registrada nos censos visuais, nenhum indivíduo desta espécie foi observado próximo aos ninhos artificiais. Ainda, é válido ressaltar que experimentos com ninhos artificiais podem atrair predadores diferentes daqueles atraídos por ninhos naturais (THOMPSON; BURHANS, 2004).

As evidências mais relevantes de predação de ninhos artificiais registradas foram do guaxinim, do cão-doméstico e do maçarico vira-pedras. A princípio, acreditava-se que o cão-doméstico seria o principal potencial predador de ninhos artificiais, já que estes animais têm sido descritos como potenciais predadores de ninhos de aves limícolas reprodutoras em salinas localizadas próximas as zonas urbanas (e.g., CHOKRI; SELMI, 2011b; LUNARDI et al., 2015). Contudo, registraram-se também espécies nativas como potenciais predadores, como o maçarico vira-pedras e o guaxinim. De fato, ovos fazem parte da dieta destas duas espécies (ROUNDS, ERWIN, PORTER, 2004; CHEIDA, GUIMARÃES, BEISIEGEL, 2013) – as quais são frequentemente encontradas em salinas associadas às áreas costeiras (e.g., ALBANO et al., 2007; CHEIDA; GUIMARÃES; BEISIEGEL, 2013). O maçarico vira-pedras é uma espécie migratória Neártica (ANTAS, 1983), ou seja, está ausente na área de estudo durante o período reprodutivo do pernilongo-de-costas-negras (LUNARDI et al., 2015). Entretanto, alguns indivíduos desta espécie podem não conseguir migrar, permanecendo na região (revisão em LARRAZÁBAL; AZEVEDO-JÚNIOR; PENA, 2002), podendo, desta forma, ser considerados como potenciais predadores de ovos. Portanto, estes indícios sugerem que mamíferos domésticos (cão-doméstico) e silvestres (guaxinim), e aves limícolas e costeiras, possivelmente são os principais potenciais predadores de ninhos de pernilongo-de-costas-negras na área de estudo.

Conclui-se, por meio dos resultados deste estudo, que o pernिलongo-de-costas-negras sofre alto risco de predação quando se reproduz em habitats de salinas artificiais do nordeste brasileiro. Independente da estratégia antipredatória utilizada (i.e., escolha de microhabitats para nidificação e de material de revestimento dos ninhos) por esta espécie, as taxas de predação de ninhos naturais e artificiais em salinas são elevadas, comparadas às mesmas taxas descritas para outras áreas costeiras. De acordo com os dados obtidos neste e em outros estudos, mamíferos (cão-doméstico e guaxinim) e aves (maçarico vira-pedras) são os potenciais predadores de ninhos de pernिलongo-de-costas-negras em salinas próximas à zona urbana. Desse modo, é de fundamental importância o desenvolvimento de planos de manejo em salinas do nordeste brasileiro para minimizar a predação e otimizar o sucesso dos ninhos. O uso de metodologias para o controle de animais domésticos (e.g., cercas), especialmente próximos aos tanques de evaporação, poderia ser uma medida imediata para mitigar a predação de ninhos do pernिलongo-de-costas-negras e demais espécies de aves limícolas que venham a utilizar o local para reprodução.

REFERÊNCIAS

- ALBANO, C. et al. **Aves costeiras de Icapuí**. 1. ed. Fortaleza: Editora Fundação Brasil Cidadão, 2007. 72 p.
- ALVAREZ, A. D. **Predação de Ninhos Artificiais: Aplicações, Desafios e Perspectivas para as Áreas Tropicais**. 2007. 66 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- ANTAS, P. T. Z. Migration of Nearctic shorebirds (Charadriidae and Scolopacidae) in Brazil – flyways and their different seasonal use. **Wader Study Group Bulletin**, v. 39, n. 1, p. 52-53, 1983.
- AZEVEDO-JÚNIOR, S. M.; LARRAZÁBAL, M. E.; PENA, O. 2004. Aves aquáticas de ambientes antrópicos (salinas) do Rio Grande do Norte, Brasil. In: BRANCO, J. O. (Org.). **Aves marinhas e insulares brasileiras: bioecologia e conservação**. Itajaí: UNIVALI, 2004. p. 255-266.

BORGES, P. A. L.; TOMÁS, W. M. **Guia de rastros e outros vestígios de mamíferos do Pantanal**. 2. ed. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2004. 146 p.

BURGER, J. Least tern populations in coastal New Jersey: monitoring and management of a regionally-endangered species. **Journal of Coastal Research**, v. 5, n. 4, p. 801-811, 1989.

CATRY, T.; CATRY, I.; LECOQ, M. Distribuição, abundância e medidas de conservação para a população reprodutora de Alfaiate *Recurvirostra avosetta* em Portugal. **Airo**, v. 14, n. 1, p. 3-10, 2004.

CHARNOV, E. L. Optimal foraging, the marginal value theorem. **Theoretical population biology**, v. 9, n. 2, p. 129-136, 1976.

CHEIDA, C. C.; GUIMARÃES, F. H.; BEISIEGEL, B. M. Avaliação do risco de extinção do guaxinim *Procyon cancrivorus* (Cuvier, 1798) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 3, n. 1, p. 283-290, 2013.

CHOKRI, M. A.; SELMI, S. Nesting ecology of Pied Avocet *Recurvirostra avosetta* in Sfax salina, Tunisia. **Ostrich**, v. 82, n. 1, p. 11-16, 2011a.

CHOKRI, M.; SELMI, S. Predation of Pied Avocet *Recurvirostra avosetta* nests in a salina habitat: evidence for an edge effect. **Bird Study**, v. 58, n. 2, p. 171-177, 2011b.

COLWELL, M. A. **Shorebird ecology, conservation, and management**. 1. ed. Berkeley: Univ. of California Press, 2010. 328 p.

COLWELL, M. A. et al. Western Snowy Plovers *Charadrius alexandrinus nivosus* select nesting substrates that enhance egg crypsis and improve nest survival. **Ibis**, v. 153, n. 2, p. 303-311, 2011.

DEVELEY, P. F. Métodos para estudos com aves. In: CULLEN JR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Org.). **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: UFPR, 2006. p. 153-168.

DIAS, M. P. Use of salt ponds by wintering shorebirds throughout the tidal cycle. **Waterbirds**, v. 32, n. 4, p. 531-537, 2009.

ELIAS, A. P. R. et al. Seleção de habitat por aves limícolas em salinas no nordeste do Brasil. In: XXXII Encontro Anual de Etologia e V Simpósio Latino-americano de Etologia, 2014, Mossoró. **Anais...** Mossoró: UFERSA, 2014.

FLETCHER, K. et al. Changes in breeding success and abundance of ground-nesting moorland birds in relation to the experimental deployment of legal predator control. **Journal of Applied Ecology**, v. 47, n. 2, p. 263-272, 2010.

FONSECA, D. M. L. A. **Seleção de habitat e conservação de aves nidificantes nas salinas do Samouco**. 2013. 48 p. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Universidade de Coimbra, Coimbra, 2013.

HAMILTON, R. B. Comparative behavior of the American Avocet and the Black-Necked Stilt (Recurvirostridae). **Ornithological Monographs**, v. 1, n. 17, p. 1-98, 1975.

HENSLER, G. L.; NICHOLS, J. D. The Mayfield method of estimating nesting success: a model, estimators and simulation results. **The Wilson Bulletin**, v. 93, n. 1, p. 42-53, 1981.

HERRING, G. et al. Identifying nest predators of American avocets (*Recurvirostra americana*) and Black-necked Stilts (*Himantopus mexicanus*) in San Francisco Bay, California. **The Southwestern Naturalist**, v. 56, n. 1, p. 35-43, 2011.

JOHNSON, D. H. Estimating nest success: the Mayfield method and an alternative. **The Auk**, v. 96, n. 4, p. 651-661, 1979.

LARRAZÁBAL, M. E.; AZEVEDO-JÚNIOR, S. M.; PENA, O. Monitoramento de aves limícolas na Salina Diamante Branco, Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 4, p. 1081-1089, 2002.

LUNARDI, V. O.; MACEDO, R. H. First Reproductive Record of Wilson's Plover in Baía de Todos os Santos, Northeastern Brazil. **The Wilson Journal of Ornithology**, v. 122, n. 4, p. 788-791, 2010.

LUNARDI, V. O. et al. First record of a breeding colony of Black-necked Stilt *Himantopus mexicanus* (Aves: Recurvirostridae) in northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 4, p. 259-261, 2015.

MAIA, L. P. et al. **Estudo das áreas de manguezais do nordeste do Brasil: Avaliação das áreas de manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco**. Fortaleza: SEMACE, 2005. 60 p.

MARINI, M. Â.; MELO, C. Predators of quail eggs, and the evidence of the remains: implications for nest predation studies. **The Condor**, v. 100, n. 2, p. 395-399, 1998.

MARINI, M. Â.; WEALE, M. E. Density-and frequency-dependent predation of artificial bird nests. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 62, n. 2, p. 195-208, 1997.

MARTIN, T. E. Nest predation and nest sites: New perspectives on old patterns. **BioScience**, v. 43, n. 8, p. 523-532, 1993.

MARTIN, T. E.; SCOTT, J.; MENGE, C. Nest predation increases with parental activity: separating nest site and parental activity effects. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 267, n. 1459, p. 2287-2293, 2000.

MAYFIELD, H. Nesting success calculated from exposure. **The Wilson Bulletin**, v. 73, n. 3, p. 255-261, 1961.

MAYFIELD, H. F. Suggestions for calculating nest success. **The Wilson Bulletin**, v. 87, n. 4, p. 456-466, 1975.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2015. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>.

RICKLEFS, R. E. **All analysis of nesting mortality in birds**. 9 ed. Washington: Smithsonian Institution Press, 1969. 56 p.

ROBINSON, J. A. et al. Black-necked Stilt (*Himantopus mexicanus*). **The Birds of North America Online**, v. 1, n. 449, p. 1-70, 1999.

ROUNDS, R. A.; ERWIN, R. M.; PORTER, J. H. Nest-site selection and hatching success of waterbirds in coastal Virginia: some results of habitat manipulation. **Journal of Field Ornithology**, v. 75, n. 4, p. 317-329, 2004.

SONERUD, G. A.; FJELD, P. E. Long-term memory in egg predators: an experiment with a hooded crow. **Ornis Scandinavica**, v. 18, n. 4, p. 323-325, 1987.

SORDAHL, T. A. Breeding biology of the American Avocet and Black-necked Stilt in northern Utah. **The Southwestern Naturalist**, v. 41, n. 4, p. 348-354, 1996.

SORDAHL, T. A. Field evidence of predator discrimination abilities in American Avocets and Black-necked Stilts. **Journal of Field Ornithology**, v. 75, n. 4, p. 376-385, 2004.

SUTHERLAND, W. J. **The conservation handbook: research, management and policy**. 1. ed. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2000. 296 p.

THOMPSON, F. R.; BURHANS, D. E. Differences in predators of artificial and real songbird nests: evidence of bias in artificial nest studies. **Conservation Biology**, v. 18, n. 2, p. 373-380, 2004.

VILLARD, M. A.; PÄRT, T. Don't put all your eggs in real nests: a sequel to Faaborg. **Conservation biology**, v. 18, n. 2, p. 371-372, 2004.

WALMSLEY, J. G. The ecological importance of Mediterranean salinas. In: Proceedings of the Post Conference Symposium SALTWORKS: Preserving Saline Coastal Ecosystems-Global NEST. 6., 1999, Pythagorion. **Anais...** Pythagorion: Global Nest, 1999. p. 81-95.

WHITTINGHAM, M. J.; PERCIVAL, S. M.; BROWN, A. F. Nest-site selection by golden plover: why do shorebirds avoid nesting on slopes? **Journal of Avian Biology**, v. 33, n. 2, p. 184-190, 2002.

ZANETTE, L.; JENKINS, B. Nesting success and nest predators in forest fragments: a study using real and artificial nests. **The Auk**, v. 117, n. 2, p. 445-454, 2000.

ZAR, J. H. **Biostatistic alanalysis**. 4. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1999. 663 p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do conjunto de resultados obtidos nesta dissertação, foi possível realizar o monitoramento migratório e reprodutivo do pernilongo-de-costas-negras durante três anos consecutivos. A análise da predação de ninhos artificiais de aves em uma área de salina artificial do Estuário do Rio Apodi-Mossoró possibilitou melhor compreensão de fatores ambientais que ocasionam elevada ameaça aos ninhos do pernilongo-de-costas-negras. Os resultados deste estudo poderão servir como base para a elaboração de planos de manejo e conservação de aves limícolas migratórias, que utilizam salinas associadas a estuários brasileiros para se reproduzir. Abaixo, seguem as principais conclusões deste estudo:

No primeiro capítulo, foi possível identificar, durante três anos de monitoramento, que a região de salinas do Estuário Apodi-Mossoró é uma área de reprodução anual do pernilongo-de-costas-negras no nordeste brasileiro. Esta espécie ocorre nesta região entre os meses de março e outubro. Durante o período de estadia nesta região, especialmente entre maio e agosto, os indivíduos de pernilongo-de-costas-negras utilizam frequentemente as ilhotas que dividem os tanques de evaporação para nidificar. Os materiais de revestimento identificados em cada ninho sugerem que a espécie escolhe objetos que se encontram no próprio microhabitat de nidificação. As taxas de predação entre os diferentes tipos de ninhos encontrados não diferiu e foram altas.

No segundo capítulo, a partir dos dados adquiridos no experimento com ninhos artificiais, baseados em ninhos do pernilongo-de-costas-negras, foi possível determinar que ninhos construídos com conchas em ilhotas dos tanques de evaporação exibiram as maiores taxas de predação. Ainda, os resultados deste experimento identificaram que o cão-doméstico, aves e outros mamíferos silvestres (e.g. guaxinim) são potenciais predadores de ninhos do pernilongo-de-costas-negras na área de estudo. Estes dados servem como estimativa de base do nível de predação, assim como um inventário das potenciais espécies predadoras de ninhos do pernilongo-de-costas-negras em salinas do nordeste brasileiro.

Apesar do pernilongo-de-costas-negras não ser considerada como uma espécie em extinção em nível global, a degradação de seus habitats naturais e a redução da sobrevivência de seus ninhos podem implicar drasticamente em sua dinâmica populacional na região em estudo. Entretanto ainda não foi avaliado o nível de ameaça local e regional para a espécie no Hemisfério Sul. Os dados apresentados neste estudo poderão auxiliar na categorização do grau de ameaça localmente (nordeste brasileiro). O contínuo monitoramento migratório e

reprodutivo contínuos das espécies de aves limícolas reprodutoras em salinas é necessário para que seja possível avaliar os impactos (positivos ou negativos) que estes habitats alternativos podem trazer aves. A aplicação de metodologias de controle de animais domésticos, como as cercas, próximas aos microhabitats de nidificação preferíveis pelas aves (i.e. tanques de evaporação), poderia contribuir como estratégia imediata para minimizar as taxas de predação e, fornecer uma maior sobrevivência para os ovos. Além disso, é indispensável sensibilizar os funcionários das empresas salineiras e a população humana local para que esta metodologia torne-se mais eficaz.

PROPOSTA ÀS SALINAS ARTIFICIAIS (INDÚSTRIAS SALINEIRAS, LOCALIZADAS NO NORDESTE BRASILEIRO)

O pernilongo-de-costas-negras, *Himantopus mexicanus* (Aves, Charadriiformes), é uma ave migratória que ocorre em uma ampla extensão geográfica, especialmente em zonas costeiras dos EUA, México, América Central e América do Sul. Este fato caracteriza o pernilongo-de-costas-negras como uma espécie não-ameaçada de extinção em nível global. No entanto, a acelerada ocupação da zona costeira tem ocasionado a destruição de áreas naturais de alimentação, descanso e reprodução para o pernilongo-de-costas-negras e outras espécies de aves limícolas. Em consequência, muitas populações destas aves limícolas têm utilizado áreas alternativas para realização de suas atividades essenciais para sobrevivência e reprodução.

As salinas artificiais ou indústrias salineiras são reconhecidas em todo o mundo como habitats alternativos para a alimentação, descanso e reprodução de aves migratórias. Por meio de um estudo científico, envolvendo o monitoramento populacional e reprodutivo do pernilongo-de-costas-negras, durante três anos consecutivos, na região de salinas artificiais do Estuário do Rio Apodi-Mossoró (RN, Brasil), foi identificado que os tanques das salinas são uma importante área de ocorrência anual alternativa para esta ave limícola. O pernilongo-de-costas-negras está presente nas salinas artificiais deste estuário principalmente entre os meses de março e outubro. Durante este período, esta ave utiliza as ilhotas/paredões dos tanques de evaporação das salinas para construir seus ninhos. Ao longo do período de estudo e monitoramento, foram registradas elevadas taxas de predação de ninhos do pernilongo-de-costas-negras na região em estudo. Além disso, identificou-se, mediante a um experimento com ninhos artificiais, que animais domésticos (e.g., cão-doméstico) têm um grande potencial de aumentar as taxas naturais de predação (as quais são ocasionadas por predadores naturais, como o, guaxinim e algumas aves silvestres).

Com isso, sugere-se a construção de cercas que possibilitem impedir o acesso de mamíferos domésticos (especialmente cães e gatos domésticos) a locais onde aves limícolas são encontradas em descanso, alimentação e reprodução. A aplicação de cercas contribuirá como estratégia imediata para minimizar as elevadas taxas de predação e fornecer uma maior sobrevivência para ovos e filhotes do pernilongo-de-costas-negras que se reproduz em áreas de salinas. De acordo com outros estudos de exclusão de predadores (e.g., RIMMER; DEBLINGER, 1990; JIMENEZ; CONOVER; MESSMER, 2001), recomenda-se o uso de

cercas de 5x5cm de malha de arame, tela vazada, com altura >122cm, e com a parte inferior da cerca enterrada >10cm. Além da implementação de cercas de exclusão de potenciais predadores, pode-se optar por gaiolas de proteção para os ninhos, para aumentar a proteção do ninho e das aves reprodutoras. Alguns estudos indicam que as gaiolas devem ter a parte superior e inferior circulares de 60cm e 70cm, respectivamente, ligadas por 26cm barras de aço soldadas, sendo que o espaçamento entre as barras dependerá do tipo de ave estudada (e.g., ISAKSSON; WALLANDER; LARSSON, 2007). Ainda, é indispensável sensibilizar de forma educativa os funcionários das empresas salineiras e a população humana local para que esta metodologia torne-se mais eficaz.

REFERÊNCIAS

ISAKSSON, D.; WALLANDER, J.; LARSSON, M. Managing predation on ground-nesting birds: the effectiveness of nest exclosures. **Biological Conservation**, v. 136, n. 1, p. 136-142, 2007.

JIMENEZ, J. E.; CONOVER, M. R.; MESSMER, T. A. **Exclusionary methods to reduce predation on ground-nesting birds and their nests**. 1. ed. Utah: Berryman Institute Publication, 2001. 16 p.

RIMMER, D. W.; DEBLINGER, R. D. Use of predator exclosures to protect Piping Plover nests. **Journal of Field Ornithology**, v. 61, n. 2, p. 217-223, 1990.