



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

ANYELLE PAIVA ROCHA ELIAS

**SALINAS ARTIFICIAIS COMO HABITAT ALTERNATIVO PARA AVES
LIMÍCOLAS CHARADRIIFORMES: SAZONALIDADE E USO DO HABITAT NO
ESTUÁRIO APODI-MOSSORÓ, RN, BRASIL**

MOSSORÓ

2017

ANYELLE PAIVA ROCHA ELIAS

**SALINAS ARTIFICIAIS COMO HABITAT ALTERNATIVO PARA AVES
LIMÍCOLAS CHARADRIIFORMES: SAZONALIDADE E USO DO HABITAT NO
ESTUÁRIO APODI-MOSSORÓ, RN, BRASIL**

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

2017

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade da autora, 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 tomar-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 sua respectiva autora sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

E42s ELIAS, ANYELLE PAIVA ROCHA .
SALINAS ARTIFICIAIS COMO HABITAT ALTERNATIVO
PARA AVES LIMÍCOLAS CHARADRIIFORMES: SAZONALIDADE
E USO DO HABITAT NO ESTUÁRIO APODI-MOSSORÓ, RN,
BRASIL / ANYELLE PAIVA ROCHA ELIAS. - 2017.
80 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, 2017.

1. Área de invernagem. 2. Conservação da
avifauna. 3. Habitats alternativos. 4. Migração.
5. Semiárido. 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.

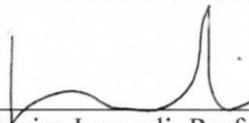
ANYELLE PAIVA ROCHA ELIAS

**SALINAS ARTIFICIAIS COMO HABITAT ALTERNATIVO PARA AVES
LIMÍCOLAS CHARADRIIFORMES: SAZONALIDADE E USO DO HABITAT NO
ESTUÁRIO APODI-MOSSORÓ, RN, BRASIL**

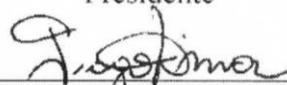
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus de Mossoró, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Defendida em: 21 / 02 / 2017

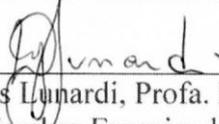
BANCA EXAMINADORA



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



Tiago Augusto Lima Cardoso, Dr. (UFCEG)
Membro Examinador



Diana Gonçalves Lunardi, Profa. Dra. (UFERSA)
Membro Examinador

*À minha amada Mãe,
Adeilma Paiva.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por guiar meu caminho, por sua bondade, proteção, por ser meu refúgio e fortaleza. Obrigado Senhor, sem ti não sou nada!

A minha Mãe Adeilma, minha presença de Deus na Terra. Obrigado por tudo que fez, e continua fazendo por mim. Por me ensinar a nunca perder a fé em Deus e a acreditar nos meus sonhos. Sou eternamente grata por tudo. Te amo!

Ao meu Pai Celso, pelo amor, carinho e cuidado, por todas as vezes que me ajudou em campo, e pela admiração que tem ao meu trabalho. E ao meu irmão Bartarely. Obrigada, amo vocês!

Aos meus orientadores Vitor Lunardi e Diana Lunardi, muito obrigada por todos os ensinamentos, ajuda, carinho e dedicação durante esse tempo em que estou no ECOMOL. Amadureci muito, cresci como pessoa, como profissional, e só tenho a agradecer pela orientação de vocês, sem ela este trabalho não seria possível. Muito obrigada!

A minha amiga Maria Luiza (Malu), obrigada por tornar o trabalho de campo (de baixo de sol e chuva) divertido, pela amizade fiel e sincera que levarei para o resto da vida, por todo o companheirismo, por ouvir meus desabafos e por toda ajuda durante essa jornada acadêmica, da graduação até o mestrado. Sem você este trabalho não seria possível! Muito obrigada!

Ao meu namorado Alysson por todo apoio e amor a mim dedicados durante esses dois anos. E por acreditar tanto no meu potencial. Obrigada por cada “vai dar certo”, “você consegue”. Te amo!

Aos amigos do ECOMOL Mayara, Virginia, Larycynthia, Jânio, Catharina, Ana Clara, Gessica e Ray por todo companheirismo e amizade. Em especial a Josivânia, Diana Carvalho, Rodolfo e Érica pela companhia diária e por toda ajuda sempre que precisei. Vocês são pessoas maravilhosas e de bom coração, muito obrigada!

Ao meu avô Antônio e minha avó Maria por compreenderem minha ausência durante esses dois anos. Obrigada pelo amor e carinho de sempre. Saudades!

Aos amigos e familiares que torceram por mim e me apoiaram. E a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho. Em especial a minha querida Tia Anielma por sempre ter me incentivado a estudar e por ser exemplo de dedicação. E a minha amiga Brena pelas palavras de incentivo e carinho.

A Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Norte/FAPERN pelo suporte financeiro.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq, pela concessão de bolsa sob o número 005/2011 / PPP IV / Termo n.º 100 – Edital Primeiros Projetos de Pesquisa. E a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES e o recurso PROAP/CAPES pela bolsa de estudo concedida.

A CIASAL – Indústria Salineira Ltda. pela autorização de acesso à área de estudo. Em especial, ao Senhor Francisco, pela preocupação conosco em campo, e por ser sempre tão gentil e atencioso.

Contudo vosso Pai, também nos céus assim
como as aves, dá sustento a todos nós.

Catedral

RESUMO

A crescente degradação de áreas úmidas naturais tem levado muitas populações de aves limícolas a buscarem habitats alternativos ou complementares, sendo as salinas artificiais um dos locais mais utilizados por estes animais para alimentação e descanso. O objetivo deste estudo foi investigar a riqueza, a composição, o uso do habitat e a variação sazonal de espécies de aves limícolas associadas às salinas artificiais do Estuário Apodi-Mossoró, semiárido brasileiro. Entre agosto de 2012 e julho de 2016, foram realizados quinzenalmente censos (2 h duração) de aves limícolas Charadriiformes em uma área de 145 ha de salina deste Estuário (04°57'S; 37°08'O), em períodos de maré alta e baixa. Um total acumulado de 28.868 registros de indivíduos de 19 espécies Charadriiformes foram obtidos em 192 censos. O número de registros de aves limícolas por censo no verão (2ª quinzena de agosto a 1ª quinzena de março: $167,9 \pm 16,9$ registros, média \pm EP, N = 112 censos) foi semelhante ao registrado no inverno (2ª quinzena de março a 1ª quinzena de agosto: $125,7 \pm 11,4$, N = 80) ($U = 4221$; $p = 0,495$). No período do verão, o número de registros de aves limícolas por censo não variou entre períodos de maré alta e de maré baixa ($U = 1280$; $p = 0,094$). Por outro lado, no inverno, o número de registros em maré alta foi maior que em maré baixa ($U = 501,5$; $p = 0,004$). Em comparação ao uso de microhabitats na salina, as aves limícolas foram mais frequentes nos tanques de evaporação (85% do total de registros), e menos frequentes nos tanques de bombeamento (9%) e de cristalização (6%). Houve diferença significativa no número de registros de indivíduos/ha (densidade), com a maior densidade de indivíduos por censo nos microhabitats de evaporação ($H = 246$; $p < 0,0001$). Os tanques de evaporação e bombeamento foram utilizados principalmente para o forrageamento (respectivamente, 79% e 76% dos registros em cada um dos tipos de microhabitat) e os de cristalização para o descanso (75%). A partir destes resultados, o Estuário Apodi-Mossoró pode ser reconhecido como uma relevante área para a conservação de populações de Charadriiformes migratórias e residentes na América do Sul. O uso das salinas deste Estuário como habitats alternativos para alimentação e descanso por aves limícolas implica na necessidade de implementação de um programa de monitoramento ambiental continuado nas salinas, a fim de garantir a manutenção dos requerimentos ecológicos espécie-específicos e a não contaminação química destes animais.

Palavras-chave: Área de invernagem. Conservação da avifauna. Habitats alternativos. Migração. Semiárido.

ABSTRACT

The increasing degradation of natural wetlands has led many shorebirds populations to use alternative or complementary habitats. The artificial salines are one of the most common alternative habitats used by shorebird to feed and rest in coastal areas. The aim of this study was to investigate the richness, composition, habitat use and seasonal variation of shorebirds species associated with the artificial salines of the Apodi-Mossoró Estuary, Brazilian semiarid. Between August 2012 and July 2016, fortnightly shorebirds Charadriiformes censuses were conducted (2 h duration) in an area of 145 ha of saline from this Estuary (04°57'S; 37°08'O), in periods of high and low tide. A cumulative total of 28,868 records of individuals of 19 species Charadriiformes were obtained during 192 censuses. The number of records of shorebirds per census in the summer (2nd fortnight of August to the first fortnight of March: 167.9 ± 16.9 records, mean \pm SE, N = 112 censuses) was similar to that sighted in the winter (2nd fortnight of March to the 1st fortnight of August: 125.7 ± 11.4 , N = 80) (U = 4221; p = 0.495). In the summer period, the number of shorebirds records per census did not vary between periods of high tide and low tide (U = 1280; p = 0.094). On the other hand, in the winter, the number of shorebird records at high tide was higher than at low tide (U = 501.5; p = 0.004). Comparing the use of microhabitats over the studied saline area, shorebirds were more frequent in the evaporation ponds (85% of total records), and less frequent in pumping (9%) and crystallization (6%) ponds. There was a significant difference in the number of records of individuals/ha (density), with the highest density of individuals per census in the evaporation ponds (H = 246; p < 0.0001). The evaporation and pumping ponds were used mainly for foraging (respectively 79% and 76% of the records by microhabitat) and the crystallization pond for resting (75%). Our results shows that the Apodi-Mossoró Estuary may be recognized as an important area for the conservation of migratory and resident Charadriiformes populations in the South America. The use of artificial salines of this Estuary by shorebirds as alternative habitats for feeding and resting makes important to implement a continuous environmental monitoring program in the salines in order to ensure the maintenance of species-specific ecological requirements and to avoid chemical contamination of these animals.

Keywords: Wintering area. Bird conservation. Alternative habitats. Migration. Semiarid.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Acima: América do Sul, Brasil, Estado do Rio Grande do Norte, município de Areia Branca, em destaque a localização da foz do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, incluindo o complexo salineiro estudado (quadrado). Abaixo: ampliação da área de estudo no complexo salineiro (145 ha), margem direita da foz do Estuário do Rio Apodi-Mossoró (perímetro da área de estudo destacado em linha contínua de cor preta). Imagem modificada do Google Earth®.....38
- Figura 2 – Detalhes da área de estudo no Estuário do Rio Apodi-Mossoró, evidenciando os microhabitats: (A) tanque de bombeamento, (B) tanque de cristalização e (C) tanque de evaporação. Detalhes da salina: (D) ilha, (E) estrada não pavimentada, (F) canal de drenagem, (G) comporta em tanque de cristalização e (H) vista parcial da salina, destacando a área de lavagem do sal.....39
- Figura 3 – Exemplo de espécies de aves limícolas registradas (selecionadas com base na melhor qualidade das fotos) na área de estudo no complexo salineiro (145 ha), localizado na margem direita da foz do Estuário do Rio Apodi-Mossoró: (A) *Calidris himantopus*, (B) *Calidris canutus*, (C) *Numenius phaeopus*, (D) *Rynchops niger*, (E) *Himantopus mexicanus*, e (F) *Arenaria interpres*.....41
- Figura 4 – Variação sazonal do número de registros de indivíduos de quatro espécies Charadriidae em uma área de salina de 145 ha do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. Os pontos são baseados nos censos quinzenais realizados entre agosto de 2012 e julho de 2016, em períodos de marés alta e baixa. As linhas representam médias móveis centradas em 6–contagens.....44
- Figura 5 –Variação sazonal do número de registros de indivíduos de seis espécies Scolopacidae em uma área de salina de 145 ha do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. Os pontos são baseados nos censos quinzenais realizados entre agosto de 2012 e julho de 2016, em períodos de marés alta e baixa. As linhas representam médias móveis centradas em 6–contagens.....46
- Figura 6 – Variação sazonal do número de registros de indivíduos de seis espécies Scolopacidae em uma área de salina 145 ha do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. Os pontos são baseados nos censos quinzenais realizados entre agosto de 2012 e julho de 2016,

em períodos de marés alta e baixa. As linhas representam médias móveis centradas em 6–contagens.....47

Figura 7 – Variação sazonal do número de registros de indivíduos de uma espécie Haematopodidae, uma espécie Recurvirostridae e uma espécie Rynchopidae em uma área de salina 145 ha do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. Os pontos são baseados nos censos quinzenais realizados entre agosto de 2012 e julho de 2016, em períodos de marés alta e baixa. As linhas representam médias móveis centradas em 6–contagens..... 48

Figura 8 – Exemplo de espécies de aves limícolas em voo, descanso e forrageamento (selecionadas com base na melhor qualidade das fotos) nos microhabitats da salina (tanques de bombeamento, cristalização e evaporação) no complexo salineiro (145 ha), margem direita da foz do Estuário do Rio Apodi-Mossoró: (A) *Calidris himantopus*, (B) *Numenius phaeopus*, *Tringa semipalmata* e *Calidris canutus* (C) *Calidris himantopus* e *Limnodromus griseus* (D) *Arenaria interpres*, *Calidris pusilla* e *Calidris himantopus* (E) *Calidris himantopus*, (F) *Numenius phaeopus*.....52

Figura 9 – A: Número total de registros de indivíduos em cada tipo de microhabitat (tanques de bombeamento, cristalização e evaporação), em uma área de salina 145 ha do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, RN, Brasil. B: Número médio (\pm EP) – barras representam o erro padrão – de registros de indivíduos/ha (densidade) em cada tipo de microhabitat (tanques de bombeamento, cristalização e evaporação). Variação entre o uso dos tipos de microhabitats foi realizado por meio de teste de Kruskal-Wallis (H) seguida de múltiplas comparações (testes de Mann-Whitney e Bonferroni).....53

Figura 10 – Número médio (\pm EP) – barras representam o erro padrão – de registros de indivíduos/ha (densidade) de quatro espécies Charadriidae em cada tipo de microhabitat (tanques de bombeamento, cristalização e evaporação) em uma área de salina de 145 ha do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. Variação entre o uso dos tipos de microhabitats por meio de múltiplas comparações via teste de Mann-Whitney (conforme avaliado pelo teste de Kruskal-Wallis).....54

Figura 11 – Número médio (\pm EP) – barras representam o erro padrão – de registros de indivíduos/ha (densidade) de seis espécies Scolopacidae em tanques de bombeamento, cristalização e evaporação, em uma área de salina de 145 ha do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. Variação entre o uso dos tipos de microhabitats foi realizada por meio de

teste de Kruskal-Wallis (H) seguida de múltiplas comparações (testes de Mann-Whitney e Bonferroni).....55

Figura 12 – Número médio (\pm EP) – barras representam o erro padrão – de registros/ha de indivíduos de seis espécies Scolopacidae em tanques de bombeamento, cristalização e evaporação, em uma área de salina de 145 ha do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. Variação entre o uso dos tipos de microhabitats foi realizada por meio de teste de Kruskal-Wallis (H) seguida de múltiplas comparações (testes de Mann-Whitney e Bonferroni).....56

Figura 13 – Número médio (\pm EP) – barras representam o erro padrão – de registros/ha de indivíduos de uma espécie Haematopodidae, uma espécie Recurvirostridae e uma espécie Rynchopidae em tanques de bombeamento, cristalização e evaporação em uma área de salina de 145 ha do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. Variação entre o uso dos tipos de microhabitats foi realizado por meio de teste de Kruskal-Wallis (H) seguida de múltiplas comparações (testes de Mann-Whitney e Bonferroni).....57

Figura 14 – Uso do habitat de indivíduos de quatro espécies Charadriidae em uma área de salina 145 ha do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. Dados representam número total de registros de indivíduos em cada microhabitat (tanques de bombeamento, cristalização, evaporação) e seus respectivos estados comportamentais (voo, descanso, forrageamento), a partir de dados de censos quinzenais entre agosto de 2012 e julho de 2016, realizados em períodos de marés alta e baixa.....59

Figura 15 – Uso do habitat de indivíduos de seis espécies Scolopacidae em uma área de salina 145 ha do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. Dados representam número total de registros de indivíduos em cada microhabitat (tanques de bombeamento, cristalização, evaporação) e seus respectivos estados comportamentais (voo, descanso, forrageamento), a partir de dados de censos quinzenais entre agosto de 2012 e julho de 2016, realizados em períodos de marés alta e baixa.....60

Figura 16 – Uso do habitat de indivíduos de seis espécies Scolopacidae em uma área de salina 145 ha do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. Dados representam número total de registros de indivíduos em cada microhabitat (tanques de bombeamento, cristalização, evaporação) e seus respectivos estados comportamentais (voo, descanso, forrageamento), a

partir de dados de censos quinzenais entre agosto de 2012 e julho de 2016, realizados em períodos de marés alta e baixa.....61

Figura 17 – Uso do habitat de indivíduos de uma espécie Haematopodidae, de uma espécie Recurvirostridae e de uma espécie Rynchopidae em uma área de salina 145 ha do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. Dados representam número total de registros de indivíduos em cada microhabitat (tanques de bombeamento, cristalização e evaporação) e seus respectivos estados comportamentais (voo, descanso e forrageamento), a partir de dados de censos quinzenais entre agosto de 2012 e julho de 2016, realizados em períodos de marés alta e baixa.....62

Figura 18 – Proposta de mapa estratégico para conservação de aves limícolas (Charadriiformes) em salinas artificiais do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, RN, Brasil.....79

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Abundância (média \pm EP) de aves limícolas (Charadriiformes) em uma área de 145 ha de salina, no Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. A abundância foi obtida a partir dos censos quinzenais realizados, entre agosto de 2012 e maio de 2016. Valores médios significativamente diferentes entre os censos nos períodos de verão e inverno foram analisados pelo teste de Mann-Whitney.....42
- Tabela 2 – Abundância (média \pm EP) de aves limícolas em uma área de 145 ha de salina, no Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. A abundância das aves limícolas foi obtida a partir de censos quinzenais realizados entre agosto de 2012 e julho de 2016. Valores médios significativamente diferentes entre as contagens de maré alta e baixa, nos períodos de verão e inverno (conforme avaliado pelo teste de Mann-Whitney) estão indicados em negrito.....50
- Tabela 3 – Número total de registros de indivíduos e seus respectivos estados comportamentais em cada tipo de microhabitat (tanques de bombeamento, cristalização, evaporação), obtidos em 192 censos em uma área 145 ha de salina no Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil.....58

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	17
REFERÊNCIAS	23
SALINAS ARTIFICIAIS COMO HABITAT ALTERNATIVO PARA AVES LIMÍCOLAS CHARADRIIFORMES: SAZONALIDADE E USO DO HABITAT NO ESTUÁRIO APODI-MOSSORÓ, RN, BRASIL	29
1 INTRODUÇÃO	30
2 MATERIAL E MÉTODOS	33
2.1 Área de estudo.....	33
2.2. Coleta de dados.....	35
2.2.1 Censos de aves.....	35
2.2.2 Riqueza, composição e abundância sazonal de espécies.....	36
2.2.3 Influência da maré no uso das salinas.....	36
2.2.4 Uso de microhabitats na área da salina.....	36
2.3 Análise dos dados.....	36
3 RESULTADOS	40
3.1 Riqueza, composição e abundância sazonal de espécies.....	40
3.2 Influência da maré no uso da salina.....	48
3.3 Uso dos microhabitats dentro da salina.....	51
4 DISCUSSÃO	63
4.1 Riqueza, composição e abundância sazonal de espécies.....	63
4.2 Influência da maré no uso das salinas.....	66
4.3 Uso dos microhabitats dentro da salina.....	67
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
REFERÊNCIAS	70
ANEXO A – PROPOSTA DE MAPA ESTRATÉGICO PARA CONSERVAÇÃO DE AVES LIMÍCOLAS (CHARADRIIFORMES) EM SALINAS ARTIFICIAIS DO ESTUÁRIO DO RIO APODI-MOSSORÓ, RN, BRASIL	78
REFERÊNCIAS	80

INTRODUÇÃO GERAL

A ordem Charadriiformes é uma das maiores da Classe Aves e inclui uma ampla diversidade de espécies limícolas conhecidas mundialmente como *shorebirds* ou *waders* (PIERSMA et al., 1996; CLEMENTS, 2000). Espécies Charadriiformes limícolas habitam exclusivamente áreas úmidas continentais ou costeiras, tendo sua distribuição limitada pela disponibilidade e qualidade destes ambientes (revisão em PIERSMA et al., 1996). São um dos grupos de aves mais conhecidos, com a maioria das espécies sendo migratórias e parcialmente migratórias (PIERSMA et al., 1996; ALVES et al., 2009). A maior parte das espécies realiza migrações de longa distância, hemisféricas e transcontinentais, chegando a percorrer anualmente até 40.000 km entre as áreas reprodutivas e as não reprodutivas ou de invernagem (SERRANO, 2010). Alguns indivíduos viajam mais de 20 mil km por ano durante seu tempo de vida, o qual pode ser superior a 20 anos (BAMFORD et al., 2008). Dentre as espécies de aves limícolas Charadriiformes destacam-se as famílias Charadriidae e Scolopacidae devido às amplas distâncias percorridas durante suas migrações entre os hemisférios (ANTAS, 1983; MORRISON; ROSS, 1989a). A família Charadriidae é representada por 10 gêneros e 67 espécies, sendo popularmente conhecidas como batuíras e caracteristicamente identificadas por apresentarem pequeno ou médio porte, olhos grandes, bicos grossos e asas pontiagudas (PIERSMA et al., 1996; PIERSMA; WIERSMA, 1996). Popularmente conhecidas como maçaricos, as espécies Scolopacidae são representadas por 24 gêneros e 86 espécies, e possuem como características de identificação os tarsos médios ou longos, olhos pequenos e bicos finos e alongados (PIERSMA et al., 1996; THOMAS; WILLS; SZÉKELY, 2004). A dieta alimentar destas famílias é composta principalmente de pequenos invertebrados que habitam o sedimento, apresentando diferenças quanto ao estrato de forrageamento. Enquanto as batuíras alimentam-se principalmente dos invertebrados encontrados na superfície do solo, os maçaricos consomem também àqueles encontrados no interior do solo. Espécies de batuíras e de maçaricos diferenciam-se principalmente em adaptações em seus bicos, especialmente em formato, tamanho e número de terminações nervosas – os quais permitem algumas espécies de aves limícolas alimentarem-se no mesmo microhabitat sem sobreposição completa de nichos (PIERSMA; WIERSMA, 1996; THOMAS; WILLS; SZÉKELY, 2004; COLWELL, 2010b). A maioria das espécies Charadriidae e Scolopacidae não apresenta dimorfismo sexual aparente, no entanto apresentam diferenças bastante evidentes entre suas plumagens de acordo com seu ciclo biológico (plumagens de reprodução, eclipse e

intermediária), com a grande maioria das espécies reproduzindo entre os meses de junho e julho no Ártico (PIERSMA et al., 1996; PIERSMA; WIERSMA, 1996; KAM et al., 2004). As aves limícolas Charadriiformes migratórias compõem um dos grupos mais importantes da avifauna do Ártico (PIERSMA et al., 1996; PIERSMA; WIERSMA, 1996). Nestes habitats encontram disponibilidade de recursos alimentares e condições ambientais necessárias para a reprodução bem sucedida. No entanto, com a proximidade do outono boreal, ocorre brusca redução na oferta de recurso alimentar e temperatura nestas áreas de reprodução. Neste período, as espécies precisam realizar longas migrações em busca de áreas para a invernagem, onde há condições climáticas e recursos alimentares adequados à sobrevivência (MORRISON, 1984; AZEVEDO-JÚNIOR et al., 2002; CABRAL et al., 2006; COSTA et al., 2011; PETRY et al., 2012; SCHERER; PETRY, 2012; BARBIERI et al., 2013).

A migração tem papel fundamental no ciclo anual de aves limícolas migratórias e consiste, principalmente, na movimentação sazonal previsível de populações entre as áreas de reprodução e invernagem. Este ciclo migratório demanda tempo e grandes reservas de energia para que os indivíduos consigam chegar as suas áreas de destino (revisão em WARNOCK et al., 2001; revisão em COLWELL, 2010a). Sazonalmente, milhares de aves limícolas vindas do Hemisfério Norte e Sul migram rumo a suas áreas de invernagem nas regiões tropicais ou subtropicais das Américas Central e do Sul, e também dos continentes Africano, Ásia e Oceania (revisão em PIERSMA; WIERSMA, 1996). No Brasil, os migrantes do Hemisfério Norte (espécies neárticas) ocorrem principalmente durante o verão austral. Já os migrantes do Hemisfério Sul (espécies neotropicais) ocorrem no Brasil durante o inverno austral (e.g. MORRISON, 1984; MORRISON; ROSS, 1989ab, MYERS et al., 1990; SICK, 1997; ALVES, 2007; COSTA; SANDER, 2008, COSTA et al., 2011, PETRY et al., 2012, SCHERER; PETRY, 2012; BARBIERI et al., 2013). Indivíduos jovens de algumas espécies Charadriiformes neárticas e neotropicais podem ocorrer no Brasil não somente durante os períodos de invernagem, mas durante quase todo o ano. Estes indivíduos jovens que não foram capazes de retornar as áreas de origem permanecem nos sítios de invernagem por mais alguns anos até estarem fisiologicamente preparados para retornar nas próximas primaveras boreais (SICK, 1979; AZEVEDO-JÚNIOR; LARRAZÁBAL, 1994; AZEVEDO-JÚNIOR et al., 2001a; AZEVEDO-JÚNIOR et al., 2001b; SCHERER; PETRY, 2012).

Aves limícolas migratórias deslocam entre áreas de reprodução e invernagem em rotas específicas (*flyways*) (BOERE; STROUD, 2006; COLWELL, 2010a). A partir de estudos de marcação e captura-recaptura, principalmente por meio do anilhamento de indivíduos, foi

possível conhecer um pouco mais sobre as principais rotas utilizadas pelas aves migratórias neárticas nas Américas. Algumas populações migram a partir da costa leste do Canadá e Estados Unidos atravessando o Atlântico, em voos ininterruptos ou fazendo paradas em ilhas do Caribe, até a América do Sul. Outras populações migram pelo interior do Canadá e Estados Unidos, atravessam os países da América Central, pela costa atlântica ou pela costa pacífica também tendo como principal destino a América do Sul (CEMAVE, 2016). Mais precisamente, são conhecidas três rotas principais no Continente Americano utilizadas por diversas espécies de aves limícolas: a rota compreendendo a Costa Pacífica Americana (*Pacific America*), a rota do Interior do Continente Americano (*Mississippi America*) e a rota Costeira Atlântica Americana (*Atlantic America*) (BOERE; STROUD, 2006). A costa atlântica da América do Sul está entre as regiões mais importantes para internada e escalas durante a migração (*stopover*) de Charadriidae e Scolopacidae neárticas (MORRISON, 1984; MORRISON; MYERS, 1987; MORRISON; ROSS, 1989ab). As populações Charadriidae e Scolopacidae neárticas se deslocam pela rota do Interior do Continente Americano e pela rota Costeira Atlântica Americana quando migram rumo as suas áreas de internagem na costa brasileira (ANTAS, 1983; SERRANO, 2008). Aquelas que migram pela rota Costeira Atlântica Americana utilizam a costa nordestina como passagem para chegarem a outros destinos no Sul do continente (ANTAS, 1983). Na região Nordeste da América do Sul, estas espécies ocupam preferencialmente zonas úmidas naturais no litoral (e.g. praias, estuários e manguezais) (MORRISON; ROSS, 1989ab). Já no interior do Brasil, os principais fluxos de aves limícolas ocorrem em três rotas principais: Brasil Central, Amazônia Central e Pantanal, utilizadas por aves que entraram na América Sul pelas Guianas e se deslocaram sentido sul do continente (ANTAS, 1983; MORRISON; ROSS, 1989ab). Embora os fluxos migratórios de espécies limícolas neárticas na América do Norte sejam bem compreendidos, os fluxos migratórios e sua conectividade com o continente Sul-americano ainda são pouco conhecidos e mal definidos (revisão em MORRISON et al., 2008).

O comportamento migratório da maioria das espécies de aves limícolas é caracterizado pelo uso de habitats de descanso e alimentação em vários países ao longo dos ciclos anuais, o que leva a necessidade da implementação de planos de conservação internacionais. Por este motivo, é essencial a identificação da riqueza e composição de espécies, dos padrões sazonais, da abundância de indivíduos e do uso do habitat pelas espécies limícolas migratórias em todas as principais áreas utilizadas como *stopover* e internagem – informações essenciais para a elaboração de estratégias de manejo e conservação destes animais (BAMFORD et al., 2008;

revisão em NASCIMENTO, 2010). Ao longo de toda a costa brasileira – do Estado do Amapá ao do Rio Grande do Sul – há sítios de invernagem e/ou *stopovers* específicos que agregam centenas ou milhares de indivíduos de diferentes espécies, os quais foram reconhecidos como áreas-chaves para a conservação e manutenção de populações de aves limícolas no Brasil (revisão em CEMAVE, 2016). Estes sítios ao longo de rotas migratórias das aves limícolas representam habitats selecionados por diferentes espécies de acordo com seus hábitos alimentares, necessidades energéticas e táticas de forrageamento, e geralmente correspondem a locais específicos da costa onde há alta abundância de presas invertebradas (CEMAVE, 2013; CEMAVE, 2014).

As principais causas do declínio das populações de aves limícolas migratórias em todo o mundo são a perda e a degradação de habitats naturais entre rotas migratórias (áreas de escalas durante a migração – *stopover*, invernagem e nidificação). Estas perdas e degradações de habitats são consequências de atividades antrópicas diretas (e.g., urbanização, caça e turismo) ou do aumento do nível do mar devido às recentes mudanças climáticas (MASERO, 2003; revisão em MORGADO et al., 2009). Frente a esta problemática, a recuperação de cada população ou espécie depende de sua plasticidade ecológica, especialmente da capacidade intrínseca de alterarem seus mecanismos de uso do habitat, adaptando-se às novas condições encontradas nos habitats modificados e/ou alternativos (revisão em MASERO et al., 2000; ver MÚRIAS et al., 2002). Nos últimos anos, a resposta das espécies de aves limícolas à perda e degradação de habitats naturais tem sido alvo de estudos na tentativa de estabelecer estratégias de conservação destas populações. Em alguns estudos realizados em estuários degradados foi identificado que algumas espécies de aves limícolas adaptaram-se ao uso de ambientes antrópicos como habitats alternativos ou complementares para forrageio e descanso. Dentre estes habitats, as salinas costeiras artificiais se destacam como ambientes antrópicos mais ocupados por populações de aves limícolas (MÚRIAS et al., 2002; revisão em MASERO, 2003; revisão em MORGADO et al., 2009).

Muitas das áreas naturais dos estuários do Nordeste brasileiro foram impactadas por atividades antrópicas e uma das mais antigas modificações de habitats naturais foi a construção das salinas artesanais a partir dos séculos 16 e 17, principalmente no litoral norte do Estado do Rio Grande do Norte. Nesta região costeira do Brasil encontram-se as condições ideais para a produção salineira: estuários em região semiárida, alta incidência solar e de ventos e relevo plano. Originalmente, a região era formada por apicuns (hipersalinos) e manguezais, os quais foram completamente alterados principalmente para atividade salineira

(COSTA et al., 2014; ver também BILDSTEIN et al., 1991; VALENTE et al., 2011). Considerando toda a costa brasileira (~ 9.198 km de extensão), as maiores empresas salineiras do país estão atualmente localizadas no litoral setentrional do Rio Grande do Norte – região popularmente conhecida como Costa Branca (ver COSTA et al., 2014). Nestas salinas são produzidos aproximadamente 97% de todo o sal marinho consumido e exportado pelo Brasil, com influência direta na economia local e regional (revisão em COSTA et al., 2013; COSTA et al., 2014). Alguns estudos apontaram sobre a importância destes habitats antrópicos para a conservação de aves limícolas, especialmente durante os períodos pré-migratórios e durante os períodos de maré alta (revisão em MORGADO et al., 2009). Entretanto, estudos de longo prazo contendo informações detalhadas sobre riqueza e composição de espécies, variação sazonal e uso de habitats são necessários para uma melhor compreensão do uso destas salinas por aves limícolas como habitat alternativo para descanso e alimentação.

O Rio Apodi-Mossoró é originado pelos afluentes localizados no sul do Rio Grande do Norte e norte da Paraíba, e corta a região do Alto Oeste e a Meso-Região Mossoroense, cruzando parte da região semiárida do oeste potiguar. Originalmente este Rio possuía fluxo intermitente, assim como muitos dos rios do semiárido brasileiro, no entanto, seu curso tornou-se perenizado a partir da construção da barragem Santa Cruz do Apodi. No Estuário do Rio Apodi-Mossoró, entre os municípios de Grossos e Areia Branca, foram construídas algumas das grandes salinas produtoras de sal marinho do Brasil, além de viveiros de camarão e fazendas de carcinicultura (ARAÚJO, 2006). No passado, estas atividades econômicas foram responsáveis pelo alto grau de antropização da área, destacando-se as salinas, como as principais causadoras de impactos ambientais, como por exemplo: o desmatamento de grandes faixas de manguezal e apicuns na área estuarina, alteração da rede de drenagem natural, represamento de águas salinas em ambientes dulcícolas e estuarinos, bem como a salinização dos solos da planície flúvio-marinha (MEDEIROS; CUNHA; ALMEIDA, 2011).

As salinas costeiras artificiais são ecossistemas antrópicos supramaré, classificadas como zonas úmidas funcionais de elevada riqueza biológica, abrigando um número elevado de espécies de aves aquáticas em salinas de todo o mundo (MASERO, 2003). O processo de produção do sal marinho consiste no represamento da água do mar e/ou estuário em tanques, interligados, por onde a água captada é distribuída por gravidade ou bombeamento, através de comportas e canais. À medida que é distribuída a água evapora gradativamente com a ação do sol e dos ventos, aumentando o ponto de saturação, chegando ao estágio final na forma de cristais de cloreto de sódio (revisão em COSTA et al., 2013; COSTA et al., 2014). Estas

salinas possuem uma série de microhabitats, formados por seus conjuntos de tanques, que contribuem para uma maior diversidade de recursos alimentares, locais de descanso e abrigo contra predadores para as aves limícolas (SANTOS, 1997; revisão em FONSECA, 2013). Estes habitats possuem um gradiente de salinidade, iniciando com os tanques de bombeamento e os tanques de evaporação que apresentam características semelhantes às de lagoas salinas naturais, terminando com os tanques de cristalização que compõem lagoas hipersalinas (DAVIS, 2000; revisão em EVAGELOPOULOS et al., 2008). Estes três tipos de tanques podem constituir microhabitats antrópicos alternativos para aves limícolas em estuários degradados (revisão em FONSECA, 2013).

Estudos realizados em salinas localizadas na porção leste da Região da Costa Branca, nos municípios Galinhos, Macau e Porto do Mangue (complexo litorâneo da Bacia Potiguar) apontaram salinas como sendo áreas-chave para a conservação de aves limícolas no Rio Grande do Norte (LARRAZÁBAL et al., 2002; CEMAVE, 2016). No entanto, as salinas localizadas no complexo salineiro do Estuário Apodi-Mossoró na porção oeste da região da Costa Branca, ainda carecem de estudos sobre riqueza e composição de espécies, padrões de variação sazonal e uso do habitat por espécies de aves limícolas. Estas informações são essenciais para a elaboração de estratégias de manejo e conservação da biodiversidade desta região drasticamente alterada. Frente a essa problemática, este estudo visa fornecer dados inéditos de longo prazo sobre a abundância sazonal de aves limícolas e seu uso do habitat. Estes estudos são essenciais para auxiliar na determinação mais precisa das principais rotas de migração utilizadas pelas aves limícolas (BOERE; STROUD, 2006) e monitorar a variação populacional anual das espécies (e.g., LOPES et al., 2005; CATRY et al., 2011). Ainda, estes estudos podem auxiliar na identificação dos recursos críticos espécie-específicos e as principais ameaças as espécies nestes habitats (ver LUNARDI et al., 2012), a fim de fomentar a criação e implementação de medidas para a conservação e o manejo de espécies de aves limícolas. Com o objetivo de se determinar a riqueza e a composição de espécies, o uso do habitat e a variação sazonal de espécies de aves limícolas associadas às salinas localizadas no Estuário do Rio Apodi-Mossoró foi realizado um estudo de longo prazo (2012 a 2016) de aves limícolas em uma área de 145 ha de salina a fim de fomentar futuramente o estabelecimento de estratégias para conservação ambiental desta região. Este estudo teve como objetivos gerais: (i) descrever a riqueza e a composição de espécies de aves limícolas (Charadriiformes) migratórias com ocorrência na salina; (ii) descrever a abundância sazonal de indivíduos para cada espécie, a partir de dados históricos para a região, obtidos através do

monitoramento de indivíduos na área de estudo entre 2012 e 2016; (iii) analisar a importância da salina como habitat alternativo para aves limícolas durante a migração; e, (iv) analisar, com base nos registros dos estados comportamentais das aves, o uso dos diferentes tipos de microhabitats encontrados na salina pelas espécies de aves limícolas registradas. Os resultados obtidos com este estudo poderão fomentar a elaboração de planos de manejo e conservação de aves limícolas em salinas no Nordeste do Brasil.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. A. et al. Monitorização das populações de aves aquáticas dos Estuários do Tejo e do Guadiana. **Anuário Ornitológico – SPEA**, v. 7, p. 109-119, 2009.

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 Brasil – flyways and their different seasonal use. **Wader Study Group Bulletin**, v. 39, p. 52-56, 1983.

ARAÚJO, A. B. “Análise caracterização da dinâmica da foz do Rio Apodi, região de Areia Branca / RN, com base na cartografia temática multitemporal de produtos de sensores remotos”. 2006. 76 f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) – Programa de Pós Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal, 2006.

AZEVEDO-JÚNIOR, S. M. et al. Recapturas e recuperações de aves migratórias no litoral de Pernambuco, Brasil. **Ararajuba**, v. 9, p. 33-42, 2001b.

AZEVEDO-JÚNIOR, S. M. et al. Capacidade de vôo de quatro espécies de Charadriiformes (Aves) capturadas em Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 1, p. 183-189, 2002.

AZEVEDO-JÚNIOR, S. M.; DIAS, M. M.; LARRAZÁBAL, M. E. Plumagens e mudas de Charadriiformes (Aves) no litoral de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, p. 657-672, 2001a.

AZEVEDO-JÚNIOR, S. M.; LARRAZÁBAL, M. E. Censo de aves limícolas na Coroa do Avião, Pernambuco, Brasil, informações de 1991 a 1992. **Revista Nordestina de Zoolgia**, v. 1, p. 263-277, 1994.

BAMFORD, M. et al. Migratory Shorebirds of the East Asian - Australasian Flyway; Population Estimates and Internationally Important Sites. **Wetlands International - Oceania**, p. 237, 2008.

BARBIERI, E.; DELCHIARO, R. T. C.; BRANCO, J. O. Flutuações mensais na abundância dos Charadriidae e Scolopacidae da praia da Ilha Comprida, São Paulo, Brasil. **Biota Neotrop.**, v. 13, n. 3, p. 268-277, 2013.

BILDSTEIN, K. L. et al. Approaches to the conservation of coastal wetlands in the Western Hemisphere. **The Wilson Bulletin**, v. 103, n. 2, p. 218-254, 1991.

BOERE, G. C.; STROUD, D. A. The flyway concept: what it is and what it isn't. In: BOERE, G. C.; GALBRAITH, C. A.; STROUD, D. A. (Eds.). **Waterbirds around the world**. Edinburgh: The Stationery Office, 2006. p. 40-47.

CABRAL, S. A. S.; AZEVEDO-JÚNIOR, S. M.; LARRAZÁBAL, M. E. Abundância sazonal de aves migratórias na Área de Proteção Ambiental de Piaçabuçu, Alagoas, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, p. 865-869, 2006.

CATRY, T. et al. Long-term declines of wader populations at the Tagus estuary, Portugal: a response to global or local factors? **Bird Conservation International**, v. 21, p. 438-453, 2011.

CEMAVE – Centro nacional de pesquisa e conservação de aves silvestres. **Sumário executivo do plano de ação nacional para conservação das aves limícolas migratórias**. Brasília: CEMAV/CMBio, 2013. 8 p. Disponível em: www.icmbio.gov.br/...plano...aves-limicolas-migratorias/sumario-aves-limicolas.pdf. Acesso em: 29 nov. 2016.

CEMAVE – Centro nacional de pesquisa e conservação de aves silvestres. **Relatório anual de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil**. Cabedelo: CEMAVE/ICMBio, 2014. 88 p. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/Miolo-Relatorio-Rotas-Migratorias_10-02-2015_Corrigido.pdf. Acesso em: 30 nov. 2016.

CEMAVE – Centro nacional de pesquisa e conservação de aves silvestres. **Relatório anual de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil**. Cabedelo: CEMAVE/ICMBio, 2016. 63 p. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/DCOM_Miolo_Rotas_Migrat%C3%B3rias_2016_final.pdf. Acesso em: 14 fev. 2016.

CLEMENTS, J. F. **Birds of the world: A check-list**. 5. ed. Califórnia: Ibis Publishing Company, 2000.

COLWELL, M. A. Migration. **Shorebirds ecology, conservation, and management**. London: University of California Press, Ltd., 2010a. p. 105-130.

COLWELL, M. A. Foraging ecology and habitat use. **Shorebirds ecology, conservation, and management**. London: University of California Press, Ltd., 2010b. p. 131-157.

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

COSTA, D. F. S.; ROCHA, R. M.; CESTARO, L. A. Análise fitoecológica e zonação de manguezal em estuário hipersalino. **Mercator**, v. 13, n. 1, p.119-126, 2014.

COSTA, E. S. et al. Antarctic and Sub-Antarctic seabirds in South America: **A Review**. **Oecol. Baust**, v. 15, p. 59-68, 2011.

COSTA, E. S.; SANDER, M. Variação sazonal de aves costeiras (Charadriiformes e Ciconiiformes) no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Biodiversidade Pampeana**, v. 6, n. 1, p. 3-8, 2008.

DAVIS, J. Structure, function, and management of the biological system for seasonal solar saltworks. **Global Nest**, v. 2, n. 3, p. 217-226, 2000.

EVAGELOPOULOS, A. et al. Spatial and seasonal variability of the macrobenthic fauna in Mediterranean solar saltworks ecosystems. **Aquatic Conservation: Marine & Freshwater Ecosystems**, v. 18, p. 118-134, 2008.

FONSECA, D. M. L. A. **Seleção de habitat e conservação de aves nidificantes nas salinas do Samouco**. 2013. 48 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Departamento Ciências da Vida da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2013.

KAM, J. V.; ENS, B.; PIERSMA, T.; ZWARTS, L. Shorebirds. An Illustrated Behavioural Ecology. In: KUS, B. E. (Ed.) **Book reviews** Utrecht: KNNV Publishers, 2004. p. 188-189.

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, p. 1081-1089, 2002.

LOPES, R. J. et al. A ten year study of variation, trends and seasonality of a shorebird community in the Mondego estuary, Portugal. **Waterbirds**, v. 28, n. 1, p. 8-18, 2005.

LUNARDI, V. O. et al. Migratory flows and foraging habitat selection by shorebirds along the Northeastern coast of Brazil: The case of Baía de Todos os Santos. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 96, p. 179-187, 2012.

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

MASERO, J. A. et al. Complementary use of intertidal mudflats and adjacent salinas by foraging waders. **Ardea**, v. 88, n. 2, p. 177-191, 2000.

MEDEIROS, W. D. A.; CUNHA, L.; ALMEIDA, A. C. Dinâmica territorial e impactos ambientais no município de Areia Branca-RN (Nordeste do Brasil): uma análise preliminar. **Revista Geográfica de América Central**, n. Especial EGAL, p. 1-14, 2011.

MORGADO, R. et al. A importância do salgado para a gestão da avifauna limícola invernante na Ria de Aveiro (Portugal). **Revista de Gestão Costeira Integrada/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 9, p. 79-93, 2009.

MORRISON, R. I. G. et al. **Aves migratórias no Pantanal**: distribuição de aves limícolas neárticas e outras espécies aquáticas no Pantanal. Brasília: WWF-Brasil, 2008.

MORRISON, R. I. G. Migrations systems of new world shorebirds, In: BURGUER, J.; OLLA, B. L. (Eds.). **Shorebirds: migration and foraging behavior**. v. 6. New York: Plenum Express, 1984. p. 125-202.

MORRISON, R. I. G.; MYERS, J. P. Wader migration systems in the New World. **Wader Study Group Bulletin**, v. 49, p. 57-69, 1987.

MORRISON, R. I. G.; ROSS, R. K. **Atlas of Nearctic shorebirds on the coast of South America**, v. 1. Ottawa: Canadian Wildlife Service Special Publication, 1989a. 128p.

MORRISON, R. I. G.; ROSS, R. K. **Atlas of Nearctic shorebirds on the coast of South America**, v. 2. Ottawa: Canadian Wildlife Service Special Publication, 1989b. 326p.

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

MYERS, J. P. et al. Migration routes of New World Sanderlings (*Calidris alba*). **Auk**, v. 107, p. 172-180, 1990.

NASCIMENTO, J. L. X. **Monitoramento de aves migratórias da ordem Charadriiformes no parque nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul**. 2010. 110 f. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

PETRY, M. V.; SCHERER, J. F. M.; SCHERER, A. L. Ocorrência, alimentação e impactos antrópicos de aves marinhas nas praias do litoral do Rio Grande do Sul, Sul do Brasil. **Rev. Bras. Ornitol.**, v. 20, n. 65-70, 2012.

PIERSMA, T.; GILS, J. V.; WIERSMA, P. Family Scolopacidae (sandpipers, snipes and phalaropes). In: DEL HOYO, J.; ELLIOTT, A.; SARGATAL, J. (Eds.). **Handbook of the bird of the world**, v. 3. Barcelona: Lynx Editions, 1996.

PIERSMA, T.; WIERSMA, P. Family Charadriidae (Plovers). In: DEL HOYO, J.; HELLIOT, A.; SARGATAL, J. (Eds.), **Handbook of the birds of the world**. v. 3. Barcelona: Lynx Editions, 1996, p. 384-443.

SANTOS, T. F. A. M. **Effects of habitat loss on waders (Aves, Charadrii) in the Mondego Estuary (Portugal)**. 1997. 174 f. Tese (Doutorado em Ecologia Animal) – Departamento de Zoologia da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra, 1997.

SCHERER, A. L.; PETRY, M. V. Seasonal variation in shorebird abundance in the state of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. **The Wilson Journal of Ornithology**, v.124, p. 40-50, 2012.

SERRANO, I. L. Challenges and advances at the Brazilian WHSRN sites. **Ornitología Neotropical**, v. 19, p. 329-337, 2008.

SERRANO, I. L. **Distribuição e conservação de aves migratórias neárticas da ordem Charadriiformes (famílias Charadriidae e Scolopacidae) no Brasil**. 2010. 193 f. Tese (Doutorado em Zoologia) – Programa de Pós Graduação em Zoologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

SICK, H. Migrações de aves no Brasil. **Brasil Florestal**, v. 9, p.7-10, 1979.

SICK, H. **Ornitologia brasileira**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1997, 868 p.

THOMAS, G. H.; WILLS, A. M.; SZÉKELY, T. A super tree approach to shorebird phylogeny. **BMC Evolutionary Biology**, v. 4, p. 1-2, 2004.

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

WARNOCK, N.; ELPHICK, C.; RUBEGA, M. A. Shorebirds in the marine environment. In: SCHREIBER, E. A.; BURGER, J. (Org.) **Biology of Marine birds**. Boca Raton: CRC Press, 2001. p. 581-615.

**SALINAS ARTIFICIAIS COMO HABITAT ALTERNATIVO PARA AVES
LIMÍCOLAS CHARADRIIFORMES: SAZONALIDADE E USO DO HABITAT NO
ESTUÁRIO APODI-MOSSORÓ, RN, BRASIL**



ANYELLE PAIVA ROCHA ELIAS

MOSSORÓ

2017

1 INTRODUÇÃO

Muitas espécies de aves limícolas Charadriiformes neárticas têm a migração como parte essencial de seu ciclo de vida. Estas aves estão entre os grupos animais que realizam as maiores migrações da natureza (BURGER, 1984; BAMFORD et al., 2008). Espécies limícolas migratórias utilizam rotas específicas (*flyways*) quando se deslocam entre as áreas de reprodução e as de invernagem. Geralmente, estas aves reproduzem em regiões temperadas ou polares no verão, deixando seus locais de origem durante o inverno, rumo a regiões tropicais ou subtropicais. As áreas utilizadas durante o período de invernagem (não reprodutivo) e durante as escalas (*stopovers*) nas migrações são habitats restritos, específicos e com recursos e condições adequados para a sobrevivência de grandes agregações de aves limícolas (e.g., temperatura e alta disponibilidade de presas). Estas áreas restritas chegam a agregar de centenas a milhares de aves simultaneamente durante os períodos de invernagem, no entanto, durante os períodos de reprodução, estas aves deixam essas regiões com destino as suas áreas de origem (e.g., BARBIERI et al., 2003; TELINO-JÚNIOR et al., 2003; BARBIERI; MENDONÇA, 2005; LUNARDI, 2010; revisão em SCHERER; PETRY, 2012). Durante os períodos migratórios e de invernagem, aves limícolas destinam grande parte do seu tempo em alimentação e descanso para suprir suas necessidades fisiológicas, tanto para recuperação da jornada de imigração, quanto para a preparação para a próxima emigração. Assim, a manutenção da qualidade ambiental dos habitats utilizados como áreas de invernagem e escalas durante a migração (*stopovers*) nos ciclos anuais é de fundamental importância para garantir a sobrevivência destas populações em suas jornadas migratórias (MYERS et al., 1987; MORRISON; ROSS, 1989ab; CEMAVE, 2016). Diversos estudos têm evidenciado o crescente declínio de populações de aves limícolas migratórias em todos os continentes, e algumas das principais ameaças causadoras deste declínio são a perda e a deterioração de habitats de nidificação, invernagem e parada temporária ao longo das rotas migratórias (IWSG, 2003; revisão em MORGADO et al., 2009). Contudo, a recuperação destas populações depende da plasticidade ecológica de cada espécie e da sua capacidade em se adaptar às condições e aos recursos disponíveis em áreas degradadas. Levando em consideração que grande parte das zonas úmidas utilizadas por aves limícolas sofreram alterações por atividades humanas, o uso de ambientes antrópicos como habitats alternativos e/ou complementares para alimentação e descanso por aves limícolas tornou-se comum para

muitas populações – por exemplo, o uso frequente das salinas artificiais costeiras como habitat alternativo para alimentação e descanso em estuários degradados (MASERO, 2003).

No Novo Mundo, uma das principais rotas utilizadas por muitas espécies de aves limícolas é a rota Costeira Atlântica Americana (*Atlantic America flyway*; ver ANTAS, 1983; BOERE; STROUD, 2006). Nesta rota, destacam-se os estuários e as praias da costa brasileira como os mais importantes sítios de invernagem, tanto para espécies neárticas, como para as neotropicais (MORRISON, 1984; MORRISON; MYERS, 1987; MORRISON; ROSS, 1989ab; LUCA; DEVELEY; OLMOS, 2006; SERRANO, 2008). A maioria destes estuários e praias localizam-se em áreas tropicais úmidas, com exceção de alguns localizados na costa semiárida nos Estados do Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí (ver MORRISON; ROSS 1989ab; LUCA; DEVELEY; OLMOS, 2006; VALENTE et al., 2011). Recentes estudos na região costeira semiárida têm indicado que os estuários e praias desta região são ecossistemas naturalmente muito frágeis em termos de estrutura e funcionamento, e que por isso estão mais susceptíveis de serem degradados por atividades antrópicas (revisão em FEDRIZZI et al., 2016). Nestes ecossistemas costeiros semiáridos, diversas populações encontram, supostamente, condições ecológicas suficientes para realizarem ciclos de muda de penas, descanso e alimentação, e para recuperarem as condições fisiológicas necessárias para o retorno às suas áreas de origem (AZEVEDO-JÚNIOR; LARRAZÁBAL, 2011; VALENTE et al., 2011; FEDRIZZI et al., 2016). Entretanto, muitas dessas áreas naturais foram alteradas pela atividade humana, sendo uma das mais antigas modificações de habitat nos estuários do semiárido brasileiro o estabelecimento das indústrias salineiras artesanais entre os séculos 16 e 17, especialmente no litoral norte do Estado do Rio Grande do Norte – região popularmente conhecida como Costa Branca (ver BILDSTEIN et al., 1991; VALENTE et al., 2011; COSTA et al., 2014).

Os estuários da Costa Branca foram modificados pela construção de salinas de grande extensão, em razão da alta incidência de ventos e por ser uma região plana, originalmente dominada por apicuns (hipersalinos) e manguezais. As salinas artificiais costeiras são habitats supramareais antrópicos, utilizados para a produção de sal por meio da evaporação da água do mar, compostas por um conjunto de microhabitats característicos (WALMSLEY, 1999; MORGADO et al., 2009). Atualmente nestas amplas áreas de salinas artificiais da Costa Branca é frequente o registro de aves limícolas, especialmente as migratórias, as quais buscam habitats alternativos ou complementares para suprir suas demandas energéticas (AZEVEDO-JÚNIOR; LARRAZÁBAL; PENA, 2004; MEDEIROS; CUNHA; ALMEIDA, 2011). Áreas

de salinas artificiais em todo o planeta são classificadas como zonas úmidas funcionais, de elevada riqueza biológica, abrigando grande número de espécies de aves limícolas em todo o mundo (MASERO, 2003). A pouca influência das marés e a elevada disponibilidade de invertebrados proporcionam condições para alimentação, descanso e/ou reprodução das aves (AZEVEDO-JÚNIOR; LARRAZÁBAL; PENA, 2004). Estas características tornaram as salinas artificiais habitats antrópicos alternativos de grande importância para a conservação de muitas populações de aves limícolas, especialmente quando áreas naturais costeiras foram destruídas. Salinas são utilizadas principalmente pelas aves limícolas durante os períodos pré-migratórios e na maré alta – quando áreas intermareais dos estuários foram submersas e as aves são obrigadas a buscar áreas secas para descanso (revisão em MORGADO et al., 2009).

Estudos prévios realizados na porção leste da Costa Branca indicaram as salinas artificiais dos municípios de Galinhos e Macau (RN) como áreas relevantes para a conservação de aves migratórias (LUCA; DEVELEY; OLMOS, 2006; AZEVEDO-JÚNIOR; LARRAZÁBAL, 2011; IRUSTA; SAGOT-MARTIN, 2011; CEMAVE, 2016). Entretanto, salinas associadas à porção oeste desta região, especialmente as do Estuário Apodi-Mossoró, ainda carecem de estudos sobre riqueza e composição de espécies, uso do habitat e variação sazonal, para que seja avaliada esta relevância e estabelecimento de estratégias para conservação e manejo destas espécies.

Estudos em longo prazo sobre a abundância sazonal de aves limícolas são essenciais para identificar as principais rotas de migração (BOERE; STROUD, 2006) e monitorar a variação populacional anual (e.g., LOPES et al., 2005; CATRY et al., 2011). Tais estudos em longo prazo também possibilitam identificar os recursos críticos espécie-específicos e as principais ameaças (e.g., LUNARDI et al., 2012), para que sejam estabelecidas estratégias de manejo e conservação adequados. Assim, o presente estudo teve como objetivo apresentar dados inéditos e de longo prazo (2012-2016) sobre a riqueza e a composição de espécies, uso do habitat e variação sazonal de espécies de aves limícolas associadas às salinas localizadas no Estuário do Rio Apodi-Mossoró. Especificamente, este estudo teve como objetivos: (i) descrever a riqueza e a composição de espécies de aves limícolas (Charadriiformes) migratórias com ocorrência na salina; (ii) descrever a abundância sazonal de indivíduos para cada espécie registrada, a partir de dados históricos para a região, obtidos através do monitoramento de indivíduos na área de estudo no período de 2012 a 2016; (iii) analisar a importância da salina como habitat alternativo para aves limícolas durante a migração; e, (iv) analisar, com base nos registros dos estados comportamentais das aves, o uso dos diferentes

tipos de microhabitats encontrados na salina pelas espécies de aves limícolas registradas. Os resultados deste estudo contribuem com novas informações sobre distribuição, rotas migratórias e uso de habitats de espécies Charadriiformes no Brasil e América do Sul, e poderão fomentar estratégias para conservação ambiental desta região.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no município de Areia Branca em uma área de aproximadamente 145 ha de salinas localizadas à margem direita da foz do Estuário do Rio Apodi-Mossoró (04°57'S; 37°08'O) (Figura 1), litoral norte do Estado do Rio Grande do Norte, região centro-oeste da Bacia Potiguar (BOORI, 2011). O município de Areia Branca pertence à região da Costa Branca, e abrange a região estuarina e a foz do Rio Apodi-Mossoró, sendo sua porção úmida originalmente caracterizada por um complexo natural hipersalino supramaré associado às zonas intermareais e manguezais (ARAÚJO, 2006; SERPE et al., 2010; ver COSTA et al., 2013). Este município destaca-se como um dos principais produtores de sal marinho do país, com grandes empreendimentos salineiros em seu território (ARAÚJO, 2006; MEDEIROS; CUNHA; ALMEIDA, 2011). Desde aproximadamente as primeiras décadas de 1700, esta atividade econômica vem sendo responsável pelo alto grau de antropização da região, causando uma série de impactos ambientais, especialmente a degradação de apicuns, zonas intermareais e manguezais (MEDEIROS; CUNHA; ALMEIDA, 2011). A região apresenta clima semiárido, com temperatura média de 27,5°C e período chuvoso curto, de janeiro a julho, com chuvas esporádicas, constituindo condições ambientais ideais para a produção de sal marinho (ARAÚJO, 2006). A área total coberta pela região do Estuário Apodi-Mossoró é de aproximadamente 47.163 ha (4°54'24''-5°10'18''S; 37°18'08''-37°02'12''O). Atualmente, cerca de 30,7% (10.932 ha) do Estuário foram transformadas em lagoas artificiais salinas, conhecidas popularmente por tanques, pela indústria salineira (ARAÚJO, 2006; revisão em ROCHA et al., 2011). Os tanques de salinas compõem um sistema artificial com diferentes níveis de salinidade, profundidade de água e organismos produtores (e.g., algas) (BRITTON; JOHNSON, 1987; PAVLOVA et al., 1998; DAVIS, 2000; ZENO, 2006; ROCHA et al.,

2012), tornando-se atraentes para muitos consumidores primários e secundários (EVAGELOPOULOS et al., 2008; HAMDI et al., 2008; LÓPEZ et al., 2009).

A área de estudo (145 ha) representa uma unidade típica das indústrias salineiras encontradas no Estuário Apodi-Mossoró. Os 145 ha em estudo compreendem 54 tanques artificiais, sendo: 1 tanque de bombeamento da água do Estuário (área: 5,3 ha), 45 tanques de cristalização (0,13-1,9 ha cada; área total: 35,5 ha), 8 tanques de evaporação (1,1-3 ha cada; área total de 18,6 ha). Estes tanques são limitados por pequenas ilhotas (paredões de terra) de 1 a 2 m de largura, levemente inclinadas, podendo ser recobertas por pedras ou folhas de palmeiras. Além dos tanques e suas ilhotas, há duas estradas não pavimentadas (5-7 m de largura) paralelas que dividem a área, as quais são utilizadas para o transporte de sal, mas não são utilizadas pelas aves limícolas. Os microhabitats úmidos característicos das salinas do Estuário Apodi-Mossoró são: os tanques de bombeamento, os de evaporação e os de cristalização. O tanque de bombeamento possui, caracteristicamente, 80 cm de profundidade e salinidade entre 30-40 g/L, e os tanques de evaporação, profundidade de 30 cm e salinidade entre 45-65 g/L. Ambos apresentam fundo composto por substrato lamacento, com margens e bancos de sedimento argiloso, apresentando uma considerável riqueza de recursos alimentares (invertebrados), semelhantes aos encontrados nos ecossistemas naturais (ver SERPE et al., 2010). Estes tanques também sofrem pouca influência da presença humana, uma vez que a etapa do processo de evaporação da água é feita ao longo de meses com a ação do sol e dos ventos, havendo a necessidade apenas de eventuais controles de abertura e fechamento das comportas (ver LOPES, 1955; MÚRIAS et al., 2002; MASERO, 2003; EVAGELOPOULOS; KOUTSOUBAS, 2008). Já os tanques de cristalização apresentam profundidade média variando entre 15-20 cm, salinidade superior a 100 g/L, com fundo de topografia plana, substrato duro e ausência de margens, além da baixa presença de biodiversidade e maior interferência humana (ver MASERO, 2003; EVAGELOPOULOS et al., 2008; DIAS, 2009). Os tanques das salinas artificiais são interligados por canais de drenagem e circulação com comportas, por onde a água do mar circula controladamente. Durante o período de maré alta, a água do mar é bombeada e armazenada no tanque de bombeamento, sendo distribuída pelos tanques de evaporação, aumentando a concentração de sal por evaporação com a ação do sol e dos ventos, chegando próximo do ponto de saturação salina. Essa solução salina, conhecida como salmoura, é bombeada para os cristalizadores, onde fica retida até o ponto de cristalização e extração do sal marinho comercial (MÚRIAS et al., 2002; MASERO, 2003; DIAS, 2009) (Figura 2). A existência deste conjunto de três microhabitats úmidos da salina

possibilita a avaliação do uso destes microhabitats pelas aves limícolas para alimentação e descanso.

2.2. Coleta de dados

2.2.1 Censos de aves

O período de coleta de dados na área de estudo foi de agosto de 2012 a julho de 2016. Neste período foram conduzidos dois censos de aves limícolas a cada 15 dias, sendo um durante a maré baixa e outro durante a maré alta. Cada censo teve a duração de 2 h, sendo, portanto, realizados 192 censos, totalizando 384 h de esforço amostral durante o período de estudo. Os períodos de maré baixa e alta seguiram o Centro de Previsões de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) para o Porto de Areia Branca – Termisa (RN) (disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/>). Foram estabelecidos 54 pontos fixos de observação nas duas estradas não pavimentadas para realização dos censos de indivíduos em cada um dos 54 tanques presentes na área de estudo. Os 54 pontos fixos e os tanques da salina foram identificados em mapa por meio de georeferenciamento utilizando GPS (Garmin® eTrex Vista HCX) e imagem de satélite da área de estudo (Google Earth®), a fim de garantir a precisão dos locais de censos e dos tanques em todos os dias de amostragem. Os censos foram realizados simultaneamente pelos mesmos dois observadores, onde cada um dos observadores contava os indivíduos presentes em tanques diferentes, tomando cuidado para evitar a recontagem de indivíduos, a fim de garantir a precisão dos dados. O deslocamento entre os pontos fixos se deu por meio de caminhadas em velocidade baixa e constante, para evitar quaisquer perturbações às aves que utilizavam os tanques. Durante cada censo foram contabilizados o número de registros de indivíduos por espécie de ave em cada um dos 54 tanques da área de estudo, sendo o número de registros obtidos uma estimativa do número aproximado de indivíduos na salina em cada censo (ver metodologia de censo de aves em LUNARDI et al., 2012). Para cada registro de indivíduo foi anotado em uma planilha: a espécie, o horário do registro, o estado da maré, o estado comportamental (voo, descanso ou forrageamento) exibido pela ave no momento do registro, o tipo de microhabitat e o local onde ocorreu o registro, com o auxílio de GPS e do mapa elaborado para a realização dos censos. Os censos foram realizados com auxílio de binóculos (10x50 e 8x42 mm Bushnell®) e guia de identificação de aves costeiras para a região (e.g., ALBANO et al., 2007).

2.2.2 Riqueza, composição de espécies e abundância sazonal

Os resultados obtidos nos censos quinzenais de aves limícolas foram utilizados para descrever: (i) uma lista da riqueza (independente da abundância) e da composição de espécies na área de estudo e (ii) a variação na abundância de indivíduos ao longo de quatro anos (2012-2016), por meio de representação gráfica dos dados coletados em campo. Considerando que a maioria das espécies investigadas apresenta comportamento migratório e variação sazonal, os dados dos censos também foram agrupados e apresentados em dois períodos: verão austral (2^a quinzena de agosto a 1^a quinzena de março) e inverno austral (2^a quinzena de março a 1^a quinzena de agosto) (adaptado de LUNARDI et al., 2012).

2.2.3 Influência da maré no uso das salinas

Os dados dos censos quinzenais na maré baixa e na maré alta de aves limícolas foram separados para a análise da influência do movimento da maré no uso da área de estudo pelas aves. Considerando que a maioria das espécies Charadriiformes exibem diferenças em comportamento entre verão e inverno (ver LUNARDI et al., 2012), os dados foram analisados separadamente para o período de inverno e para o período de verão.

2.2.4 Uso de microhabitats na área da salina

A avaliação do uso de microhabitats na área de estudo por aves limícolas Charadriiformes neste estudo se baseou em dois conjuntos de dados coletados no momento do registro de cada indivíduo: (i) estado comportamental – neste estudo categorizado por três estados mutuamente exclusivos: voo, descanso e forrageamento; (ii) tipo de microhabitat onde o espécime foi registrado – neste estudo categorizado pelos três diferentes microhabitats: tanque de bombeamento, de cristalização ou de evaporação.

2.3 Análise dos dados

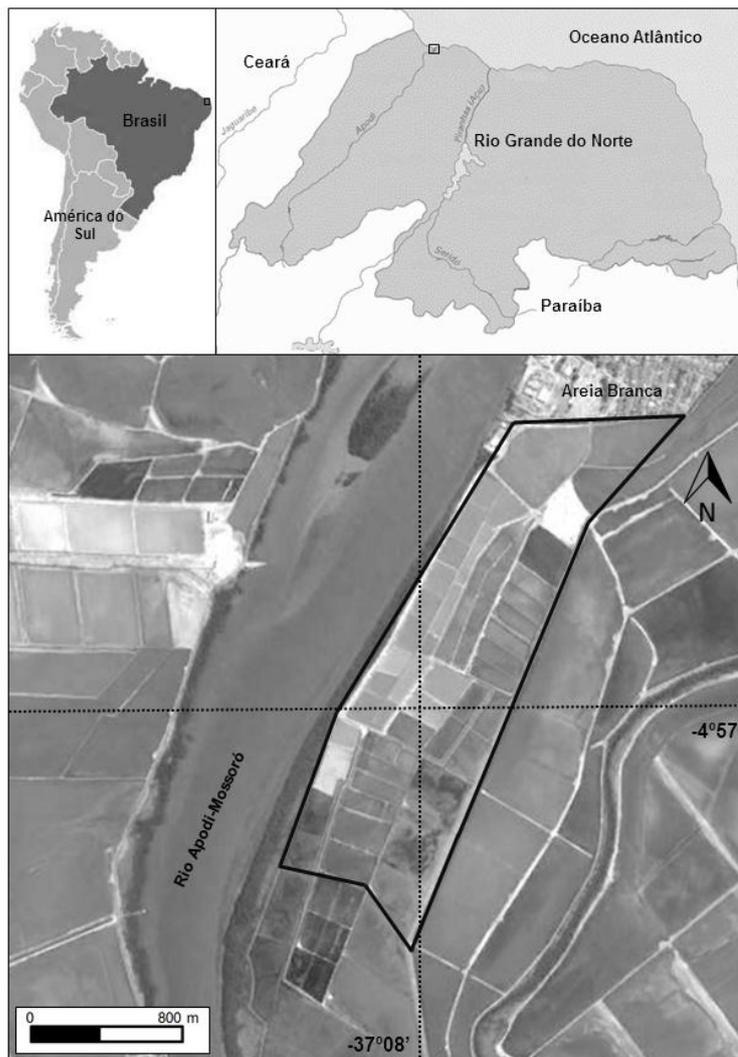
A ferramenta estatística média móvel centrada (*centered moving average*) dos registros de indivíduos por espécie nos censos foi utilizada para avaliar a variação sazonal dos registros ao longo do período de estudo a fim de identificar os períodos de alta e baixa abundância em cada espécie. Nesta análise, a série de dados absolutos de cada censo foi transformada em uma nova série de valores, com cada valor correspondendo à média, centrada em seis contagens, utilizando o software SPSS versão 11.5.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA) (adaptado de LUNARDI et al., 2012). Foi calculado também o valor médio do

número de indivíduos registrados nos quatro censos de cada mês (média de registros em cada mês \pm EP) para cada espécie.

O conjunto de dados coletados nos censos por espécie neste estudo não seguiu os pressupostos paramétricos, por isso foram utilizados neste estudo apenas testes não paramétricos. Todas as análises foram realizadas em software livre PAST versão 2.17c (PAST, HAMMER et al., 2001). O teste não paramétrico bicaudal U de Mann-Whitney é aplicado para duas amostras independentes, onde é testada a igualdade das medianas (ZAR, 1999a; HAMMER et al., 2001). Os valores de U calculados pelo teste avaliam o grau de entrelaçamento dos dados dos dois grupos após a ordenação, assumindo que as distribuições dos dois grupos têm a mesma forma (ZAR, 1999a; HAMMER et al., 2001). Este teste foi utilizado para avaliar a existência de diferenças significativas entre o número de registros de indivíduos por espécie nos períodos verão e inverno. Adicionalmente, em cada um destes períodos, este mesmo teste foi utilizado para avaliar se o número de indivíduos que utilizam a área de estudo durante a maré alta foi semelhante durante à maré baixa. Os testes de Mann-Whitney foram realizados em software livre PAST versão 2.17c (PAST, HAMMER et al., 2001).

O teste de Kruskal-Wallis (KW) é uma Análise de Variância (ANOVA) não-paramétrica, utilizada para comparar médias de uma série de grupos univariados, sendo considerada uma extensão do teste de Mann-Whitney para vários grupos (ZAR, 1999b; HAMMER et al., 2001). No presente estudo, foi utilizado o teste KW para verificar diferenças no uso dos microhabitats da salina quanto ao número de registros de indivíduos/ha (densidade) em cada tipo de microhabitat (tanque de bombeamento, cristalização e evaporação). Caso identificado diferenças significativas no uso destes três microhabitats, foi realizado adicionalmente comparações múltiplas entre pares (de dados referentes aos três microhabitats) por meio dos testes de Mann-Whitney e de Bonferroni (PAST, HAMMER et al., 2001).

Figura 1 – Acima: América do Sul, Brasil, Estado do Rio Grande do Norte, município de Areia Branca, em destaque a localização da foz do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, incluindo o complexo salineiro estudado (quadrado). Abaixo: ampliação da área de estudo no complexo salineiro (145 ha), margem direita da foz do Estuário do Rio Apodi-Mossoró (perímetro da área de estudo destacado em linha contínua de cor preta). Imagem modificada do Google Earth®.



Fonte: Anyelle Paiva Rocha Elias.

Figura 2 – Detalhes da área de estudo no Estuário do Rio Apodi-Mossoró, evidenciando os microhabitats: (A) tanque de bombeamento, (B) tanque de cristalização e (C) tanque de evaporação. Detalhes da salina: (D) ilha, (E) estrada não pavimentada, (F) canal de drenagem, (G) comporta em tanque de cristalização e (H) vista parcial da salina, destacando a área de lavagem do sal.



Fonte: Anyelle Paiva Rocha Elias

3 RESULTADOS

3.1 Riqueza, composição de espécies e abundância sazonal

Entre agosto de 2012 e julho de 2016 foram obtidos na área de estudo um total acumulado de 28.868 registros de indivíduos de 19 espécies de aves limícolas Charadriiformes (lista da composição de espécies, ver Tabela 1) em 192 censos (Figura 3). Além destas espécies, também foram observadas ocasionalmente sobrevoando (de passagem) a área de estudo as seguintes espécies de aves marinhas Charadriiformes: *Chroicocephalus cirrocephalus* (Laridae), *Sternula antillarum*, *Sternula superciliaris*, *Gelochelidon nilotica*, *Sterna hirundo* e *Thalasseus sandvicensis* (Sternidae). Estas espécies não utilizaram a área de estudo para descanso ou alimentação.

A maioria das espécies de aves limícolas apresentou ampla variação em abundância ao longo do período de estudo, sendo registradas principalmente no verão, entre a 2ª quinzena de agosto e a 1ª quinzena de março (N = 18.812, total acumulado de registros de indivíduos em 112 censos durante o verão) (Tabela 1, Figuras 4 a 7). No entanto, o número médio de registros de indivíduos por censo, incluindo todas as espécies, nos dois períodos sazonais avaliados (verão: $167,9 \pm 16,9$; média \pm EP, N = 112; e inverno: $125,7 \pm 11,4$; N = 80) foi estatisticamente semelhante (teste de Mean-Whitney: U = 4221; $p = 0,495$). Isto é, não houve diferenças entre o número de aves limícolas registradas em censos realizados no verão e em censos realizados no inverno. Quando esta análise foi realizada por espécie separadamente, foi encontrado um resultado distinto para as seguintes espécies: (i) *C. semipalmatus*, *A. interpres*, *C. alba*, *A. macularius* e *T. flavipes* foram registradas em maior abundância no verão, e (ii) *H. mexicanus* e *R. niger* foram registradas em maior abundância no inverno (detalhes na Tabela 1).

Figura 3 – Exemplo de espécies de aves limícolas registradas (selecionadas com base na melhor qualidade das fotos) na área de estudo no complexo salineiro (145 ha), localizado na margem direita da foz do Estuário do Rio Apodi-Mossoró: (A) *Calidris himantopus*, (B) *Calidris canutus*, (C) *Numenius phaeopus*, (D) *Rynchops niger*, (E) *Himantopus mexicanus*, e (F) *Arenaria interpres*.



Fonte: Vitor de Oliveira Lunardi.

Tabela 1 – Abundância (média \pm EP) de aves limícolas (Charadriiformes) em uma área de 145 ha de salina, no Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. A abundância foi obtida a partir dos censos quinzenais realizados, entre agosto de 2012 e maio de 2016. Valores médios significativamente diferentes entre os censos nos períodos de verão e inverno foram analisados pelo teste de Mann-Whitney.

Espécies	Verão (N =112) ^a	Inverno (N = 80) ^b	Mean-Whitney U (p)
Charadriidae			
<i>Pluvialis squatarola</i>	3,6 \pm 1,0	2,85 \pm 0,6	4009 (0,112)
<i>Charadrius semipalmatus</i>	13,7 \pm 2,6	6,8 \pm 1,8	3180 (**)
<i>Charadrius wilsonia</i>	—	0,2 \pm 0,1	4469 (0,942)
<i>Charadrius collaris</i>	1,2 \pm 0,2	0,5 \pm 0,1	3955 (0,090)
Haematopodidae			
<i>Haematopus palliatus</i>	0,1 \pm 0,0	0,4 \pm 0,1	4194 (0,126)
Recurvirostridae			
<i>Himantopus mexicanus</i>	17,8 \pm 5,9	38,5 \pm 5,7	2162 (**)
Scolopacidae			
<i>Numenius phaeopus</i>	3,4 \pm 0,8	6,6 \pm 1,6	4201 (0,435)
<i>Arenaria interpres</i>	10,4 \pm 1,2	4,2 \pm 0,6	2666 (**)
<i>Calidris canutus</i>	2,9 \pm 2,4	3,5 \pm 2,5	4328 (0,357)
<i>Calidris himantopus</i>	32,7 \pm 7,5	22,5 \pm 4,5	3797 (0,056)
<i>Calidris alba</i>	25,7 \pm 3,1	9,3 \pm 2,0	2386 (**)
<i>Calidris minutilla</i>	1,1 \pm 0,6	0,4 \pm 0,3	4156 (0,050)
<i>Calidris pusilla</i>	16,6 \pm 3,2	10,5 \pm 1,6	4150 (0,376)
<i>Limnodromus griseus</i>	11,9 \pm 2,8	8,5 \pm 2,4	4249 (0,511)
<i>Actitis macularius</i>	0,9 \pm 0,1	0,7 \pm 0,6	3332 (**)
<i>Tringa melanoleuca</i>	0,3 \pm 0,0	0,6 \pm 0,2	4453 (0,907)
<i>Tringa semipalmata</i>	0,7 \pm 0,5	—	4273 (0,156)
<i>Tringa flavipes</i>	23,9 \pm 7,2	5,1 \pm 2,0	3027 (**)
Rynchopidae			
<i>Rynchops niger</i>	—	3,7 \pm 1,4	4088 (*)

^a 2^a quinzena de agosto a 1^a quinzena de março.

^b 2^a quinzena de março a 1^a quinzena de agosto.

N = Número de censos.

*p<0,001.

**p<0,0001.

Ocorreu grande variação no número de indivíduos e de espécies ao longo dos meses em estudo. O número máximo de registros de indivíduos foi obtido em outubro de 2013 (dados acumulados nos quatro censos realizados neste mês: 925 registros). Os dados da variação sazonal das espécies estão descritos nas figuras 4 a 7. Considerando o conjunto de dados acumulados, obtidos em 192 censos (2012-2016), as espécies mais abundantes (em ordem decrescente) foram: *C. himantopus* (N = 5.472 registros), *H. mexicanus* (N = 5.083), *C. alba* (N = 3.634), *T. flavipes* (N = 3.089), *C. pusilla* (N = 2.713), *C. semipalmatus* (N = 2.086), *L. griseus* (N = 2.019) e *A. interpres* (N = 1.512). As espécies menos abundantes, registradas ocasionalmente com indivíduos solitários e pequenos bandos, foram *C. collaris* (N = 185 registros nos 192 censos), *C. wilsonia* (N = 28) [Charadriidae], *A. macularius* (N = 165), *C. minutilla* (N = 165), *T. semipalmata* (N = 92), *T. melanoleuca* (N = 86) [Scolopacidae], e *H. palliatus* (N = 53) [Haematopodidae].

Considerando os dados mais relevantes em abundância para as espécies da família Charadriidae (Figura 4), temos que: *P. squatarola* apresentou maiores abundâncias em dezembro de 2014 (N = 102 registros, quando somados os quatro censos do mês) e em outubro de 2015 (N = 78), sendo o número acumulado de registros para a espécie em 192 censos 642. O primeiro registro de *P. squatarola* foi obtido em dezembro de 2012, quando apenas um indivíduo foi registrado. Outra espécie desta família comumente registrada na área de estudo foi *C. semipalmatus* (total de registros: 2.086 em 192 censos), sendo mais abundante nos meses de outubro de 2012 (dados acumulados nos quatro censos realizados neste mês: N= 106 registros), junho de 2013 (N = 132), janeiro de 2014 (N = 107), agosto (N = 196), setembro (N = 275) e outubro de 2015 (N = 158).

quase todo o período de estudo, exceto nos censos de julho de 2014 e agosto de 2015, com um total de 1.512 registros em 192 censos. *C. canutus* esteve presente na área de estudo principalmente em dois meses: abril de 2013 (N = 216 registros, quando somados os quatro censos do mês) e setembro de 2015 (N = 296). *C. himantopus* foi uma das Scolopacidae mais abundantes durante os quatro anos de estudo (total de registros: 5.472), apresentando os principais picos de abundância em: outubro (N = 524 registros, quando somados os quatro censos do mês) e dezembro de 2013 (N = 505), janeiro de 2014 (N = 657) e dezembro de 2015 (N = 452). Outra espécie desta família que esteve presente na área de estudo em alta abundância foi *C. alba* (total de registros: 3.634), com os registros mais frequentes em janeiro de 2013 (N = 232, quando somados os quatro censos do mês) e setembro de 2015 (N = 404) (Figura 6). Foram obtidos registros de *C. pusilla* em quase todo o período de estudo (total de registros: 2.713), com exceção dos censos realizados em agosto de 2012 e junho de 2013. O maior número de registros de *C. pusilla* ocorreu em fevereiro (N = 445, quando somados os quatro censos do mês) e março de 2013 (N = 320). *L. griseus* foi registrada durante quase todo período de estudo (total de registros: 2.019), com picos de maior abundância em setembro de 2012 (N = 236, quando somados os quatro censos do mês) e dezembro de 2013 (N = 206) (apenas nos censos de outubro de 2014, março, abril e junho de 2015, fevereiro de 2016, não foram registrados indivíduos desta espécie). Os primeiros registros de *T. flavipes* foram obtidos em setembro de 2012 (N = 10). Os picos de maior abundância desta espécie foram registrados em outubro de 2013 (N = 827, quando somados os quatro censos do mês) e em dezembro de 2015 (N = 406); o número total de registros desta espécie foi 3.089 registros (Figura 6).

A Recurvirostridae *H. mexicanus* apresentou um padrão sazonal diferente das demais Charadriiformes na área de estudo. A espécie esteve presente entre os meses de abril e novembro e de ausência entre novembro e fevereiro (total de registros acumulados em 192 censos: 5.083). Foram obtidos registros de reprodução (ninhos, ovos e filhotes) desta espécie na salina – sendo este o primeiro registro de uma colônia reprodutiva na área de estudo (ver LUNARDI et al., 2015; MENDONÇA, 2015). Um outro padrão sazonal bastante diferenciado das demais espécies investigadas neste estudo foi o da Rynchopidae *R. niger*, no qual indivíduos foram registrados apenas no ano de 2015, entre maio e julho (N = 303 registros) (Figura 7).

Figura 5 – Variação sazonal do número de registros de indivíduos de seis espécies Scolopacidae em uma área de salina de 145 ha do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. Os pontos são baseados nos censos quinzenais realizados entre agosto de 2012 e julho de 2016, em períodos de marés alta e baixa. As linhas representam médias móveis centradas em 6-contagens.

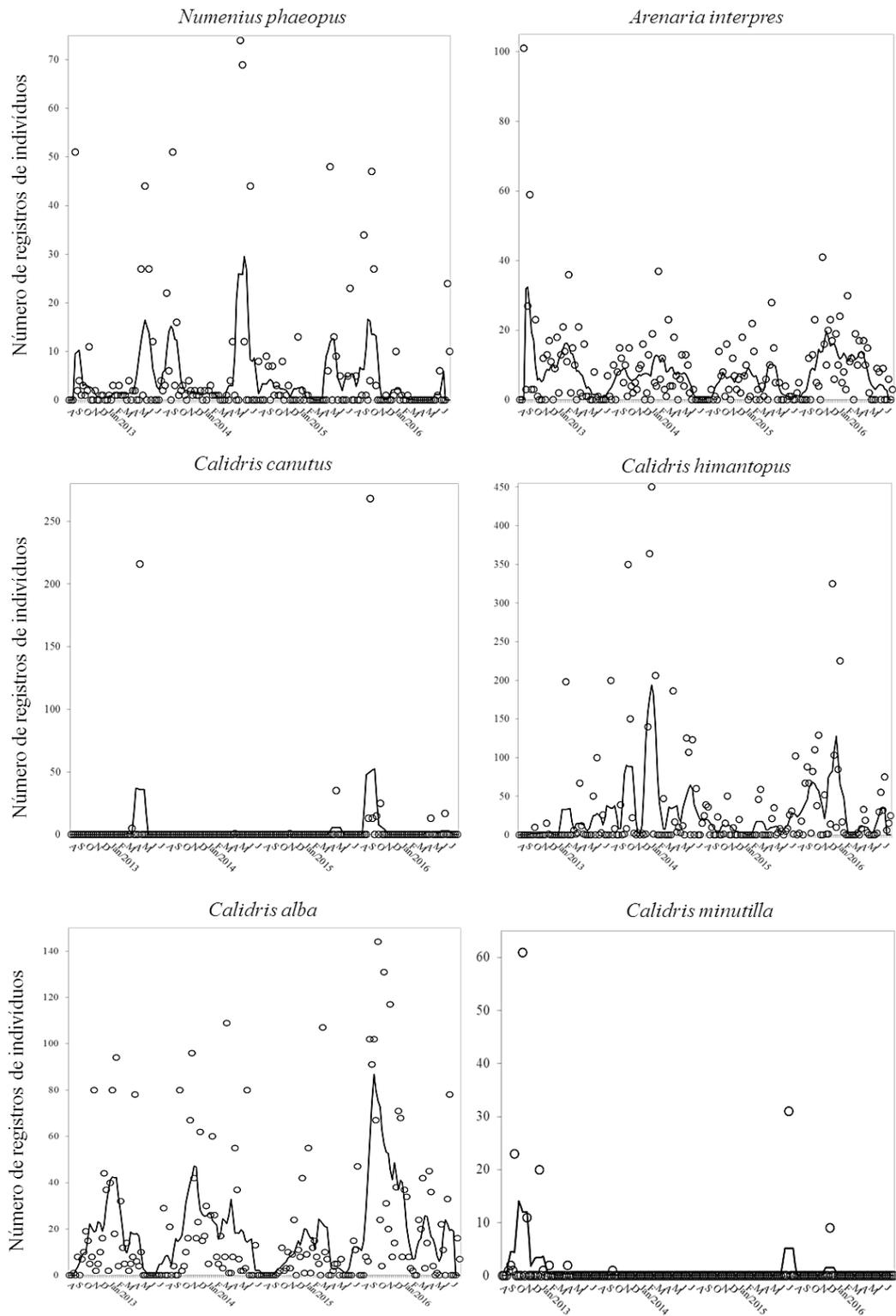


Figura 6 – Variação sazonal do número de registros de indivíduos de seis espécies Scolopacidae em uma área de salina 145 ha do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. Os pontos são baseados nos censos quinzenais realizados entre agosto de 2012 e julho de 2016, em períodos de marés alta e baixa. As linhas representam médias móveis centradas em 6-contagens.

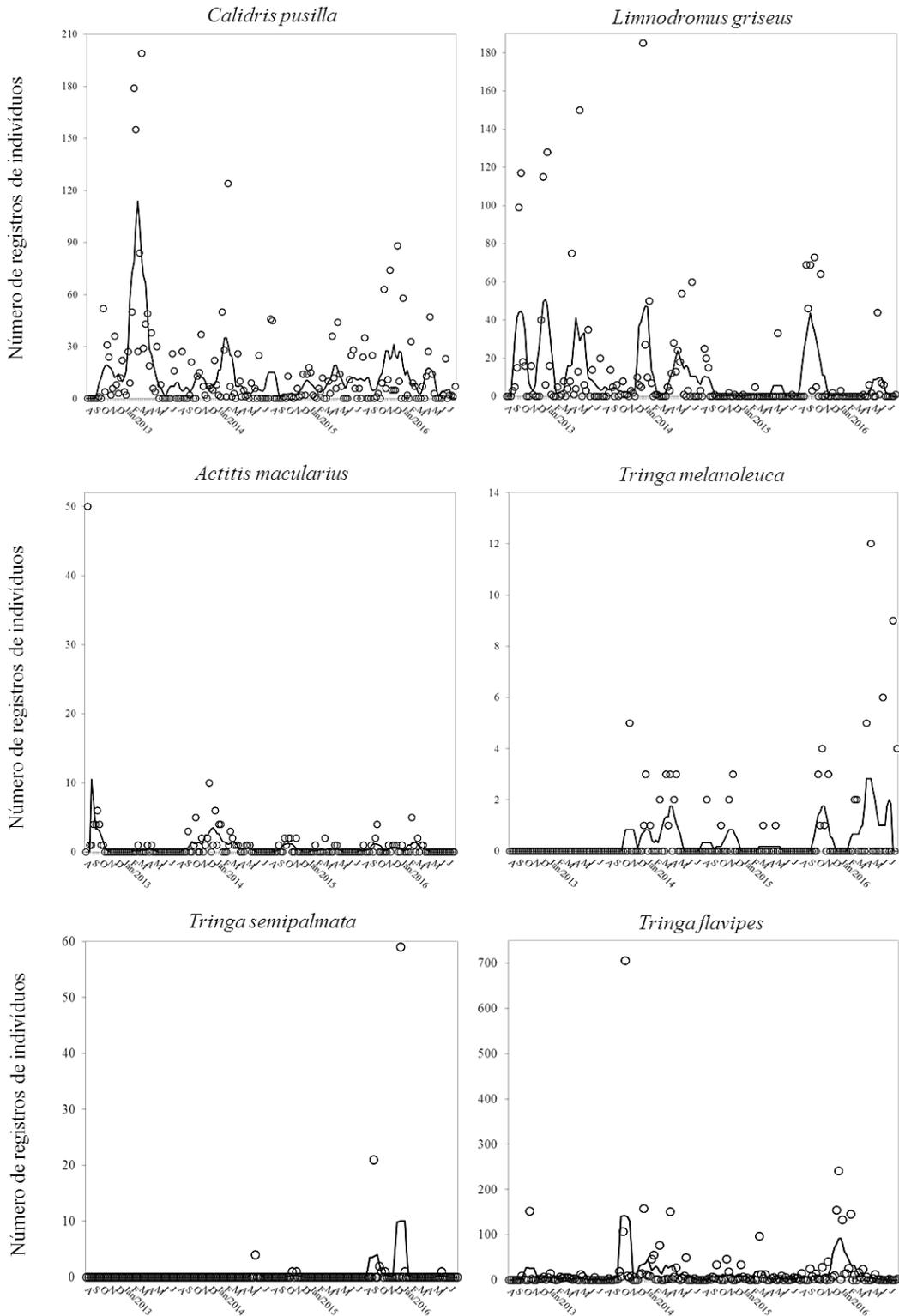
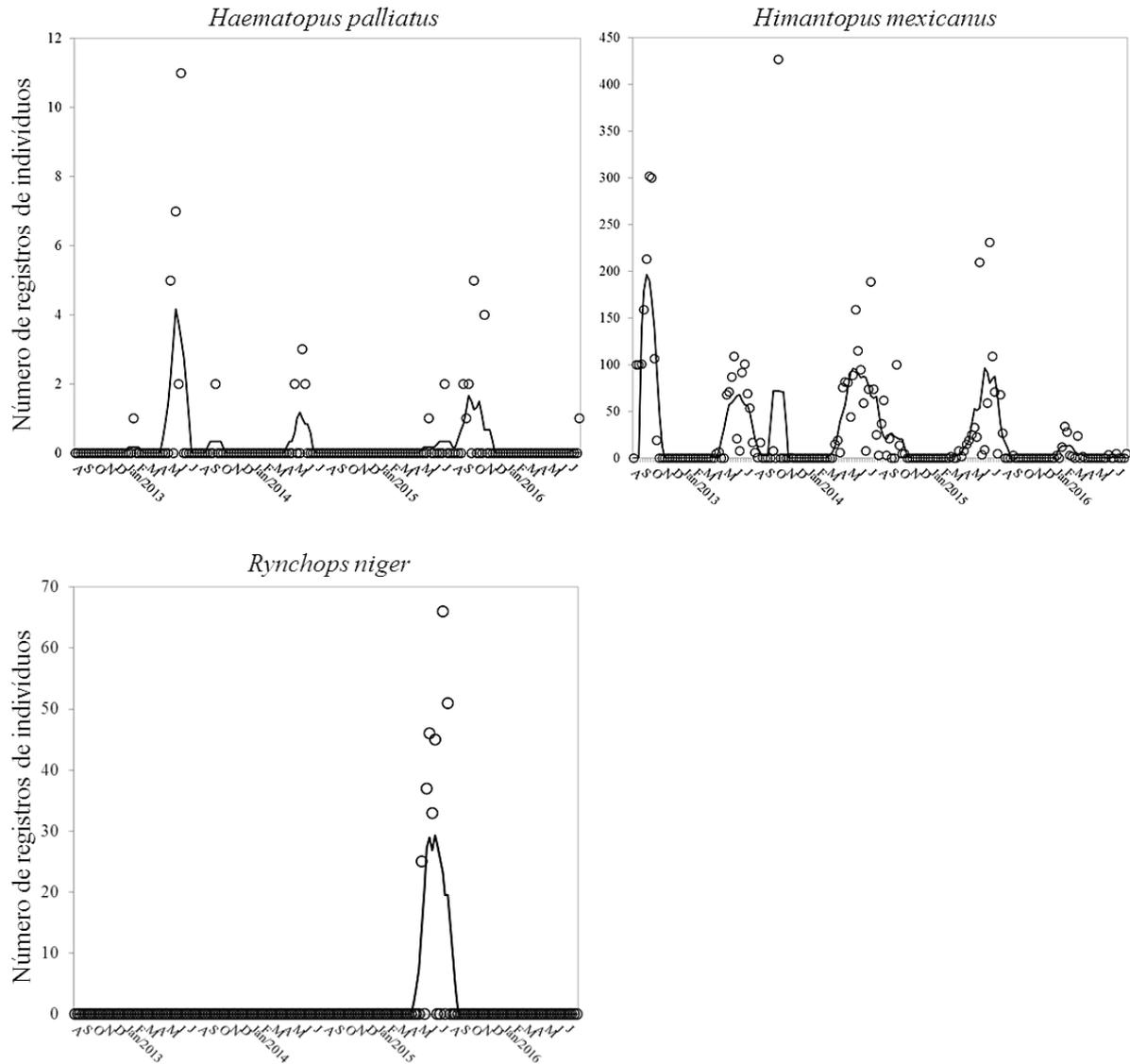


Figura 7 – Variação sazonal do número de registros de indivíduos de uma espécie Haematopodidae, uma espécie Recurvirostridae e uma espécie Rynchopidae em uma área de salina 145 ha do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. Os pontos são baseados nos censos quinzenais realizados entre agosto de 2012 e julho de 2016, em períodos de marés alta e baixa. As linhas representam médias móveis centradas em 6–contagens.



3.2 Influência da maré no uso da salina

No período do verão, o número de registros de aves limícolas (todas as espécies) por censo não variou entre períodos de maré alta ($188,2 \pm 25,3$; $N = 56$ censos) e maré baixa ($147,6 \pm 22,3$; $N = 56$) ($U = 1280$; $p = 0,0943$). Por outro lado, no inverno, o número de registros em maré alta ($166,1 \pm 19,2$; $N = 41$) foi sutilmente maior que em maré baixa ($U =$

501,5; $p = 0,004$). Quando esta análise foi realizada por espécie (Tabela 2), foi identificado que no verão *P. squatarola* apresentou diferença significativa no uso da salina em função do movimento da maré, com o maior número de registros de indivíduos obtidos durante os censos realizados em maré alta; enquanto *T. flavipes* foi registrada em maior número na maré baixa. Já no inverno, as espécies *C. semipalmatus*, *H. palliatus*, *N. phaeopus*, *C. himantopus* e *C. pusilla* foram mais abundantes nos censos realizados durante a maré alta (Tabela 2).

Tabela 2 – Abundância (média ± EP) de aves limícolas em uma área de 145 ha de salina, no Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. A abundância das aves limícolas foi obtida a partir de censos quinzenais realizados entre agosto de 2012 e julho de 2016. Valores médios significativamente diferentes entre as contagens de maré alta e baixa, nos períodos de verão e inverno (conforme avaliado pelo teste de Mann-Whitney) estão indicados em negrito.

Espécies	Verão ^a		Inverno ^b	
	Maré		Maré	
	Alta (N= 56)	Baixa (N= 56)	Alta (N= 41)	Baixa (N= 39)
Charadriidae				
<i>Pluvialis squatarola</i>	5,6 ± 1,7	1,7 ± 1,1	2,6 ± 0,7	3,0 ± 1,0
<i>Charadrius semipalmatus</i>	13,5 ± 2,1	13,9 ± 4,8	10,3 ± 3,3	3,1 ± 0,6
<i>Charadrius wilsonia</i>	—	0,1 ± 0,0	—	0,3 ± 0,3
<i>Charadrius collaris</i>	1,4 ± 0,4	1,1 ± 0,3	0,6 ± 0,2	0,4 ± 0,1
Haematopodidae				
<i>Haematopus palliatus</i>	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,7 ± 0,3	0,1 ± 0
Recurvirostridae				
<i>Himantopus mexicanus</i>	24,1 ± 10,1	11,4 ± 6,2	44,8 ± 9,5	32,0 ± 6,1
Scolopacidae				
<i>Numenius phaeopus</i>	5,4 ± 1,6	1,5 ± 0,4	9,9 ± 2,8	3,1 ± 1,4
<i>Arenaria interpres</i>	9,5 ± 1,4	11,3 ± 2,0	4,6 ± 0,9	3,8 ± 0,9
<i>Calidris canutus</i>	5,0 ± 4,7	0,9 ± 0,5	5,7 ± 4,8	1,3 ± 0,9
<i>Calidris himantopus</i>	43,6 ± 13,4	21,8 ± 6,6	34,7 ± 8,0	9,7 ± 2,6
<i>Calidris alba</i>	26,6 ± 4,4	24,9 ± 4,4	11,7 ± 3,1	6,8 ± 2,4
<i>Calidris minutilla</i>	2,1 ± 1,2	0,2 ± 0,1	0,8 ± 0,7	—
<i>Calidris pusilla</i>	21,1 ± 5,3	12,1 ± 3,6	13,1 ± 2,5	7,9 ± 1,9
<i>Limnodromus griseus</i>	16,7 ± 4,9	7,0 ± 2,6	11,9 ± 4,3	4,9 ± 1,6
<i>Actitis macularius</i>	0,7 ± 0,1	1,0 ± 0,2	0,1 ± 0,0	1,4 ± 1,2
<i>Tringa melanoleuca</i>	0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,6 ± 0,3	0,5 ± 0,2
<i>Tringa semipalmata</i>	0,4 ± 0,3	1,0 ± 1,0	0,1 ± 0,0	—
<i>Tringa flavipes</i>	22,3 ± 5,3	25,5 ± 13,4	7,8 ± 3,8	2,2 ± 0,7
Rynchopidae				
<i>Rynchops niger</i>	—	—	5,1 ± 2,3	2,3 ± 1,6

^a 2ª quinzena de agosto a 1ª quinzena de março.

^b 2ª quinzena de março a 1ª quinzena de agosto.

N = Número de censos.

3.3 Uso dos microhabitats dentro da salina

A avaliação do uso de microhabitats na área de estudo por aves limícolas Charadriiformes em função dos estados comportamentais (voo, descanso e forrageamento) e locais de registros (tanques de bombeamento, cristalização e evaporação) possibilitou a caracterização do uso dos principais microhabitats utilizados pelas aves na área de estudo (Figura 8). Do número total de registros de indivíduos obtidos entre agosto de 2012 e julho de 2016 (N = 28.868) na área de estudo, 24.558 (cerca de 85%) foram em tanques de evaporação (Figura 9A). Foi identificada também diferença significativa no número de registros de indivíduos/ha (densidade) por censo entre os três microhabitats analisados, sendo a maior densidade obtida nos microhabitats tanque de evaporação, seguido dos tanques de bombeamento e cristalização ($H = 246$; $p < 0,0001$) (Figura 9B).

Também foi encontrada diferença no número de registros de indivíduos/ha (densidade) entre microhabitats, quando realizada análise dos dados por espécie (Figuras 10 a 13). As espécies da família Charadriidae *C. semipalmatus*, *C. wilsonia* e *C. collaris* foram registradas em maior densidade nos microhabitats tanques de evaporação e de bombeamento. Enquanto *P. squatarola* foi registrada em maior densidade nos tanques de evaporação e de cristalização (Figura 10). As espécies da família Scolopacidae *C. canutus*, *C. himantopus*, *L. griseus*, *N. phaeopus*, *C. pusilla*, *C. minutilla*, *T. melanoleuca* e *T. flavipes* foram registradas em maiores densidades nos tanques de evaporação (Figuras 11 e 12). Já *A. interpres* e *A. macularius* foram registradas em maiores densidades no microhabitat de bombeamento, enquanto *C. alba* em ambos microhabitats de evaporação e bombeamento (Figura 11 e 12). *T. semipalmata* não apresentou diferenças significativas entre a densidade nos microhabitats tanques de evaporação, cristalização e bombeamento (Figura 12). Indivíduos de *H. palliatus*, *H. mexicanus* e *R. niger* apresentaram maiores densidades nos microhabitats tanques de evaporação (Figura 13).

Figura 8 – Exemplo de espécies de aves limícolas em voo, descanso e forrageamento (selecionadas com base na melhor qualidade das fotos) nos microhabitats da salina (tanques de bombeamento, cristalização e evaporação) no complexo salineiro (145 ha), margem direita da foz do Estuário do Rio Apodi-Mossoró: (A) *Calidris himantopus*, (B) *Numenius phaeopus*, *Tringa semipalmata* e *Calidris canutus* (C) *Calidris himantopus* e *Limnodromus griseus* (D) *Arenaria interpres*, *Calidris pusilla* e *Calidris himantopus* (E) *Calidris himantopus*, (F) *Numenius phaeopus*.



Fonte: Vitor de Oliveira Lunardi.

Figura 9 – A: Número total de registros de indivíduos em cada tipo de microhabitat (tanques de bombeamento, cristalização e evaporação), em uma área de salina 145 ha do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, RN, Brasil. B: Número médio (\pm EP) – barras representam o erro padrão – de registros de indivíduos/ha (densidade) em cada tipo de microhabitat (tanques de bombeamento, cristalização e evaporação). Variação entre o uso dos tipos de microhabitats foi realizado por meio de teste de Kruskal-Wallis (H) seguida de múltiplas comparações (testes de Mann-Whitney e Bonferroni).

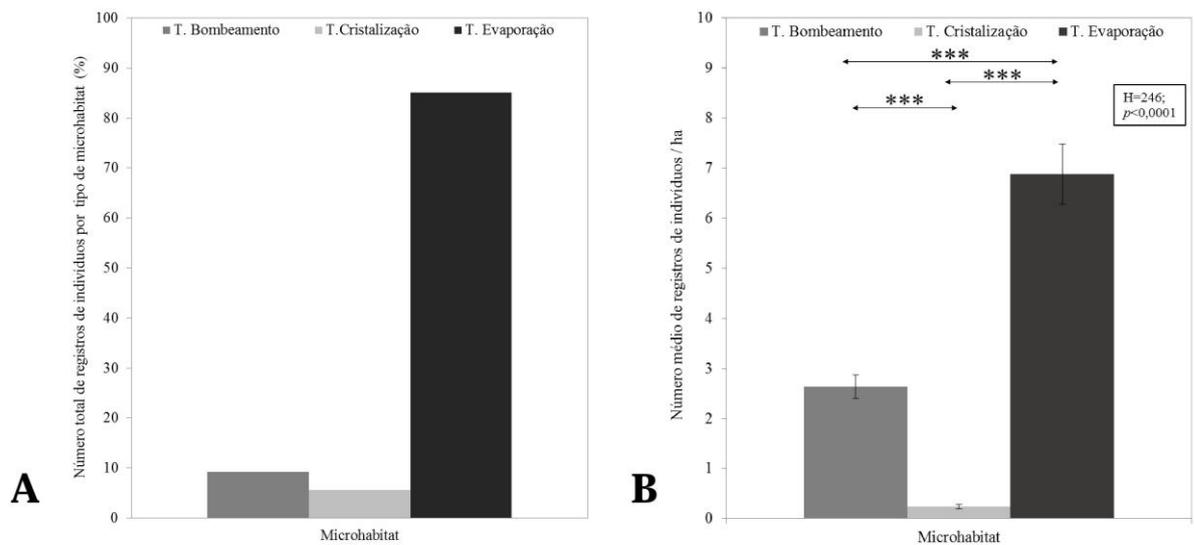
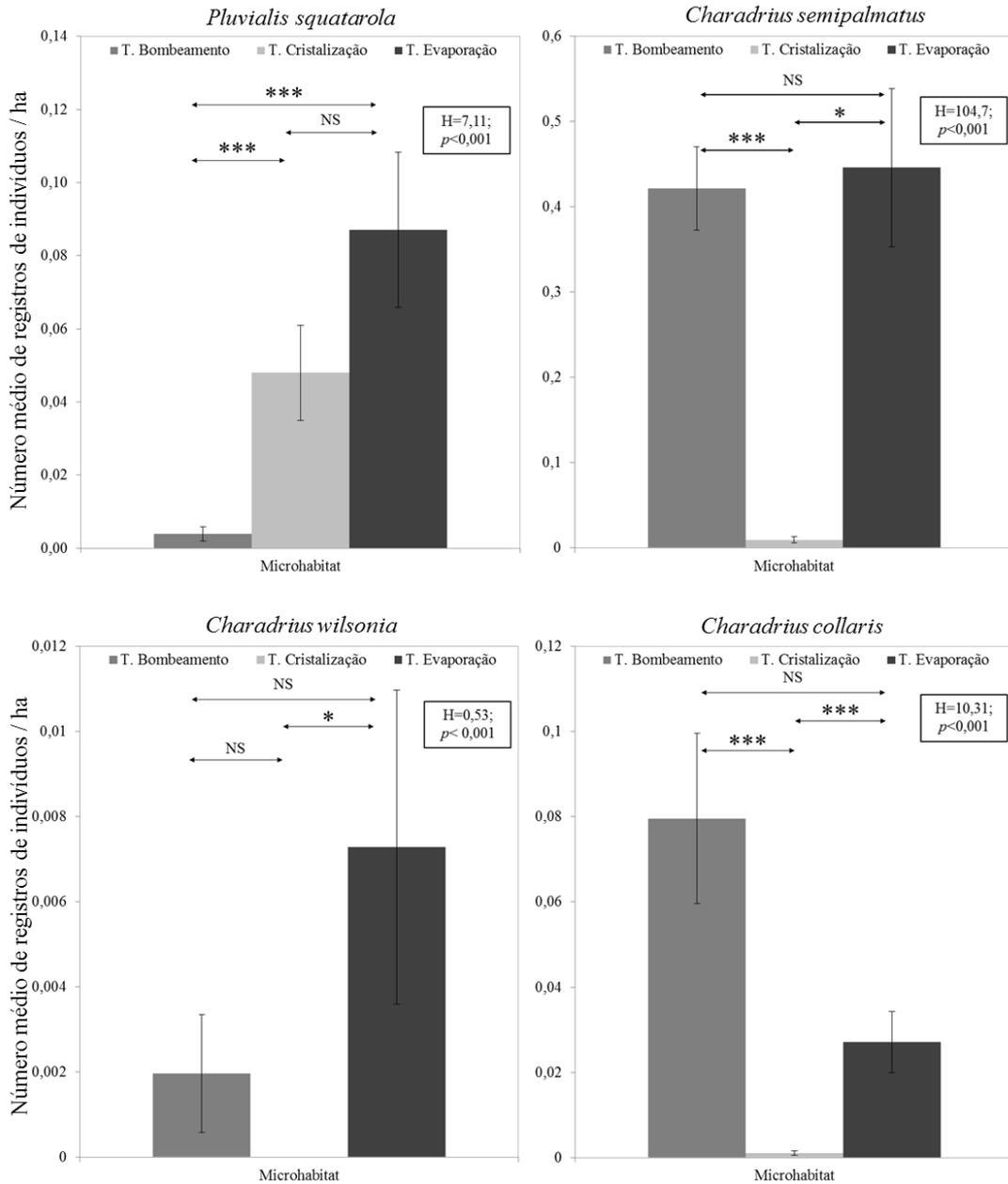
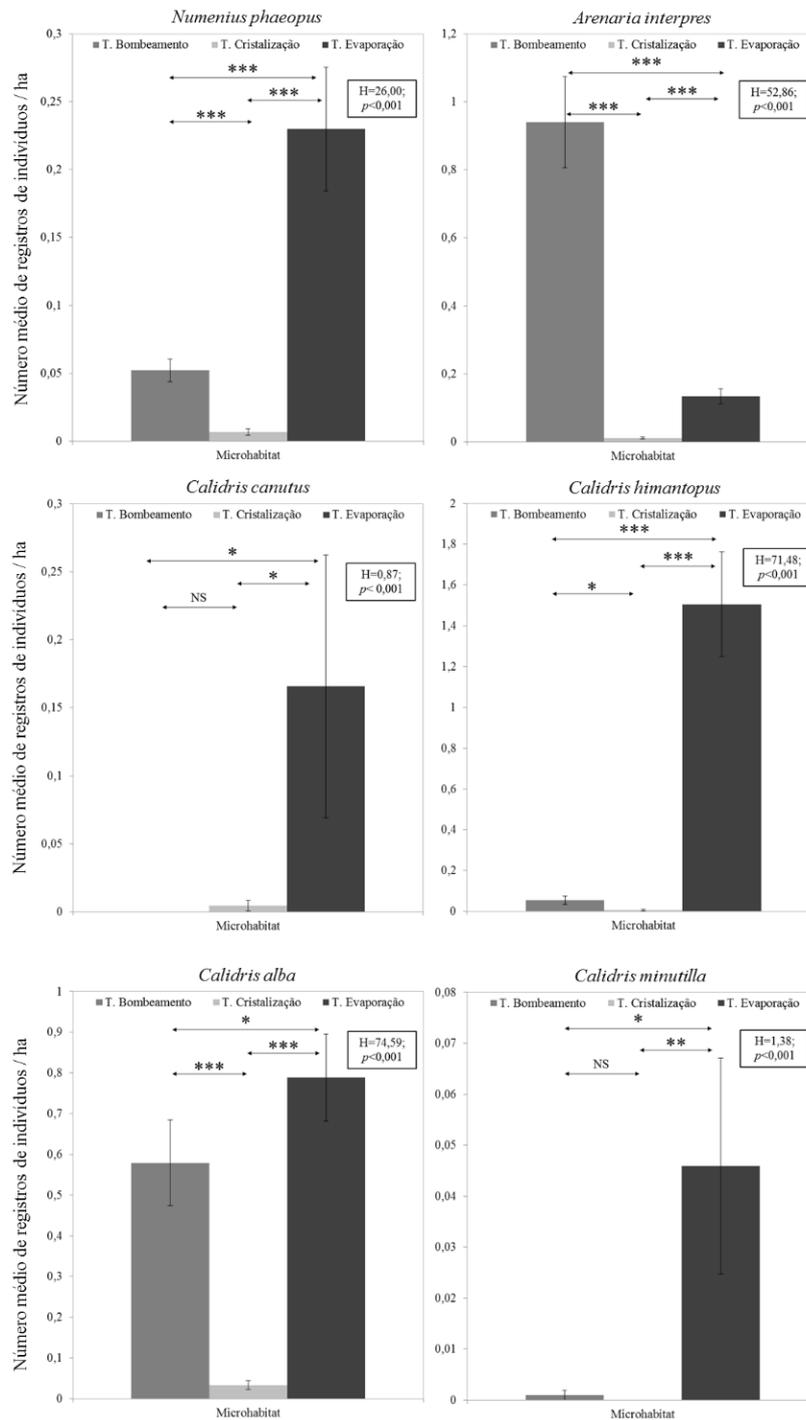


Figura 10 – Número médio (\pm EP) – barras representam o erro padrão – de registros de indivíduos/ha (densidade) de quatro espécies Charadriidae em cada tipo de microhabitat (tanques de bombeamento, cristalização e evaporação) em uma área de salina de 145 ha do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. Variação entre o uso dos tipos de microhabitats por meio de múltiplas comparações via teste de Mann-Whitney (conforme avaliado pelo teste de Kruskal-Wallis).



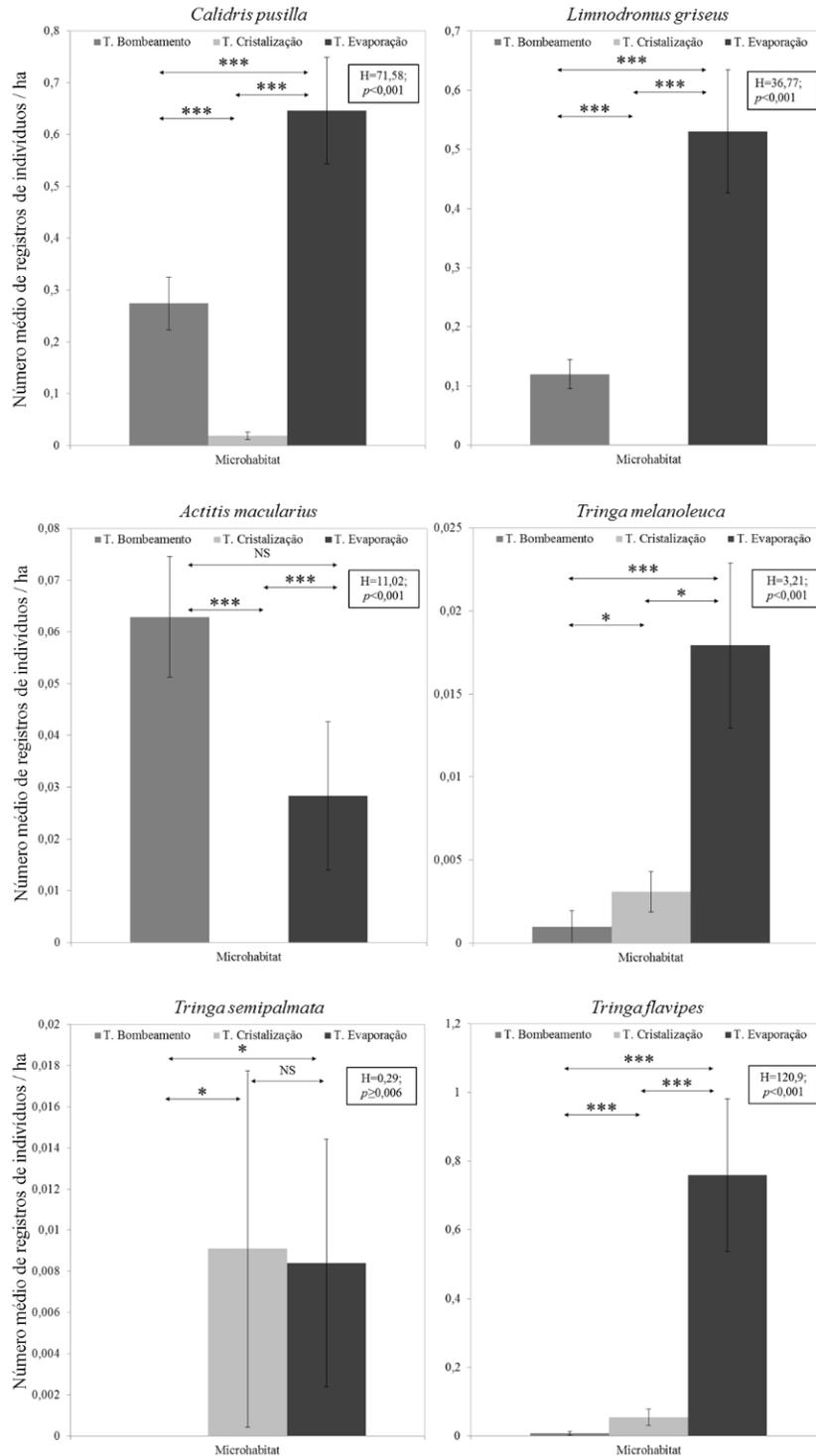
NS = $p \geq 0,05$; Não Significativo; * $0,05 < p \leq 0,01$; ** $0,01 < p \leq 0,001$; *** $p < 0,001$

Figura 11 – Número médio (\pm EP) – barras representam o erro padrão – de registros de indivíduos/ha (densidade) de seis espécies Scolopacidae em tanques de bombeamento, cristalização e evaporação, em uma área de salina de 145 ha do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. Variação entre o uso dos tipos de microhabitats foi realizada por meio de teste de Kruskal-Wallis (H) seguida de múltiplas comparações (testes de Mann-Whitney e Bonferroni).



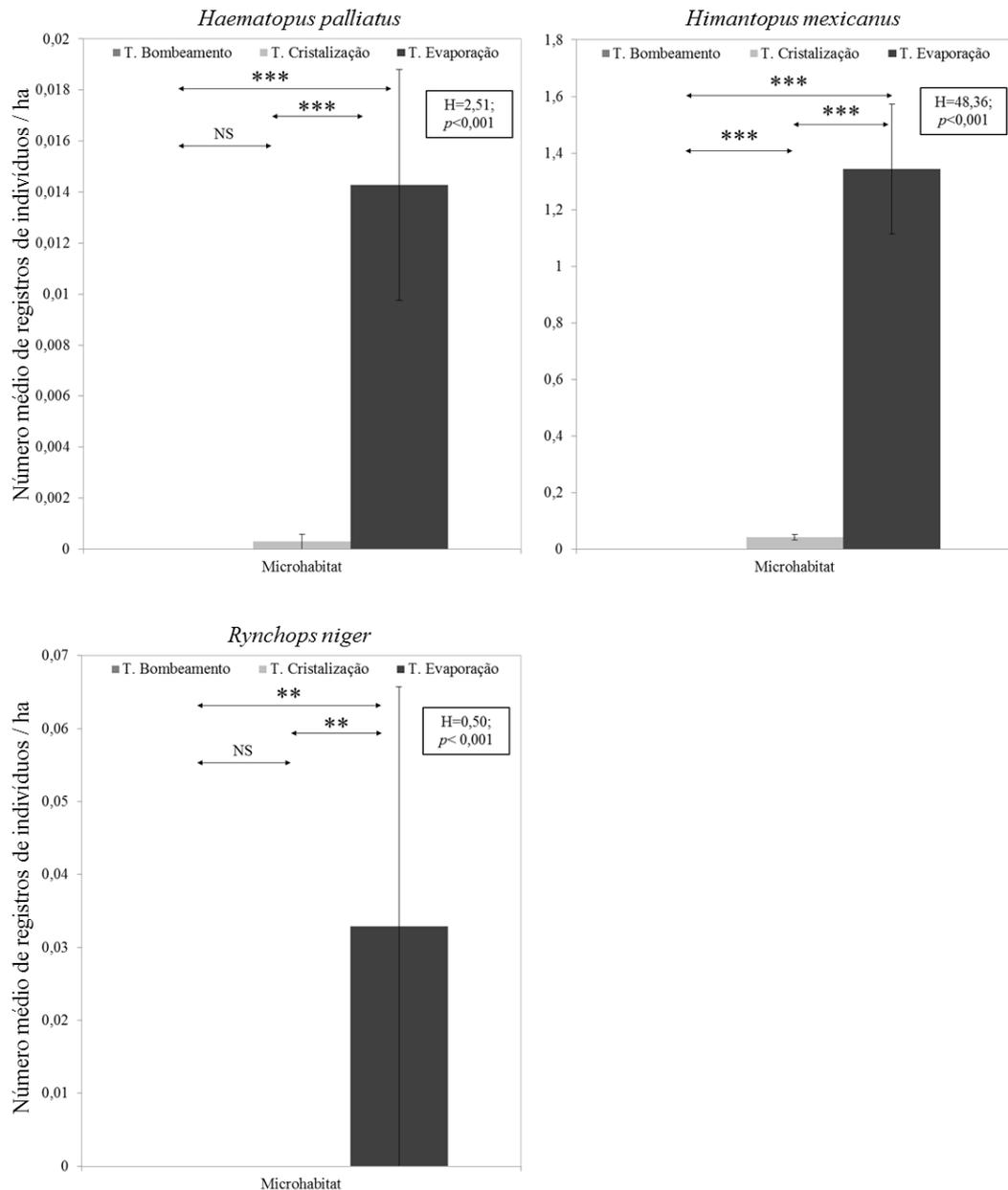
NS = $p \geq 0,05$; Não Significativo; * $0,05 < p \leq 0,01$; ** $0,01 < p \leq 0,001$; *** $p < 0,001$

Figura 12 – Número médio (\pm EP) – barras representam o erro padrão – de registros/ha de indivíduos de seis espécies Scolopacidae em tanques de bombeamento, cristalização e evaporação, em uma área de salina de 145 ha do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. Variação entre o uso dos tipos de microhabitats foi realizada por meio de teste de Kruskal-Wallis (H) seguida de múltiplas comparações (testes de Mann-Whitney e Bonferroni).



NS = $p \geq 0,05$; Não Significativo; * $0,05 < p \leq 0,01$; ** $0,01 < p \leq 0,001$; *** $p < 0,001$

Figura 13 – Número médio (\pm EP) – barras representam o erro padrão – de registros/ha de indivíduos de uma espécie Haematopodidae, uma espécie Recurvirostridae e uma espécie Rynchopidae em tanques de bombeamento, cristalização e evaporação em uma área de salina de 145 ha do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. Variação entre o uso dos tipos de microhabitats foi realizado por meio de teste de Kruskal-Wallis (H) seguida de múltiplas comparações (testes de Mann-Whitney e Bonferroni).



NS = $p \geq 0,05$; Não Significativo; * $0,05 < p \leq 0,01$; ** $0,01 < p \leq 0,001$; *** $p < 0,001$

Quando analisado o uso do habitat utilizando dados do total de registros de aves (independente da espécie) nos três microhabitats e do estado comportamental dos indivíduos registrados, verificou-se que os tanques de evaporação e bombeamento foram os microhabitats mais utilizados para forrageamento, enquanto que os tanques de cristalização foram mais utilizados para descanso (Tabela 3)

Tabela 3 – Número total de registros de indivíduos e seus respectivos estados comportamentais em cada tipo de microhabitat (tanques de bombeamento, cristalização, evaporação), obtidos em 192 censos em uma área 145 ha de salina no Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil.

Microhabitat	Número de registros (frequência relativa em %) em função do estado comportamental						Total de registros
	Voo		Descanso		Forrageamento		
Tanque de Bombeamento	242	(9)	400	(15)	2.041	(76)	2.683
Tanque de Cristalização	225	(14)	1.221	(75)	181	(11)	1.627
Tanque de Evaporação	647	(3)	4.495	(18)	19.416	(79)	24.558

Na avaliação no uso do habitat por espécie de ave de acordo com os estados comportamentais dos indivíduos, foi identificado que as diferentes espécies registradas na área de estudo variam no uso dos microhabitats da salina (Figuras 14 a 17). As espécies pertencentes à família Charadriidae *C. semipalmatus*, *C. wilsonia* e *C. collaris* foram mais frequentemente registradas em forrageamento em tanques de evaporação, enquanto que *P. squatarola*, em descanso em tanque de cristalização (Figura 14).

As espécies da família Scolopacidae *C. canutus*, *C. himantopus*, *C. alba*, *C. minutilla*, *C. pusilla*, *L. griseus*, *A. macularius*, *T. melanoleuca* e *T. flavipes* foram mais frequentemente registradas em forrageamento em tanques de evaporação (Figuras 15 e 16). Já *N. phaeopus*, em descanso nos tanques de evaporação, *A. interpres*, em forrageamento no tanque de bombeamento, e *T. semipalmata* em descanso nos tanques de cristalização (Figuras 15 e 16).

Os registros de *H. palliatus* e de *R. niger* foram especialmente de indivíduos em descanso nos tanques de evaporação, e de *H. mexicanus* foram de indivíduos em forrageamento nos tanques de evaporação (Figura 17).

Figura 14 – Uso do habitat de indivíduos de quatro espécies Charadriidae em uma área de salina 145 ha do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. Dados representam número total de registros de indivíduos em cada microhabitat (tanques de bombeamento, cristalização, evaporação) e seus respectivos estados comportamentais (voo, descanso, forrageamento), a partir de dados de censos quinzenais entre agosto de 2012 e julho de 2016, realizados em períodos de marés alta e baixa.

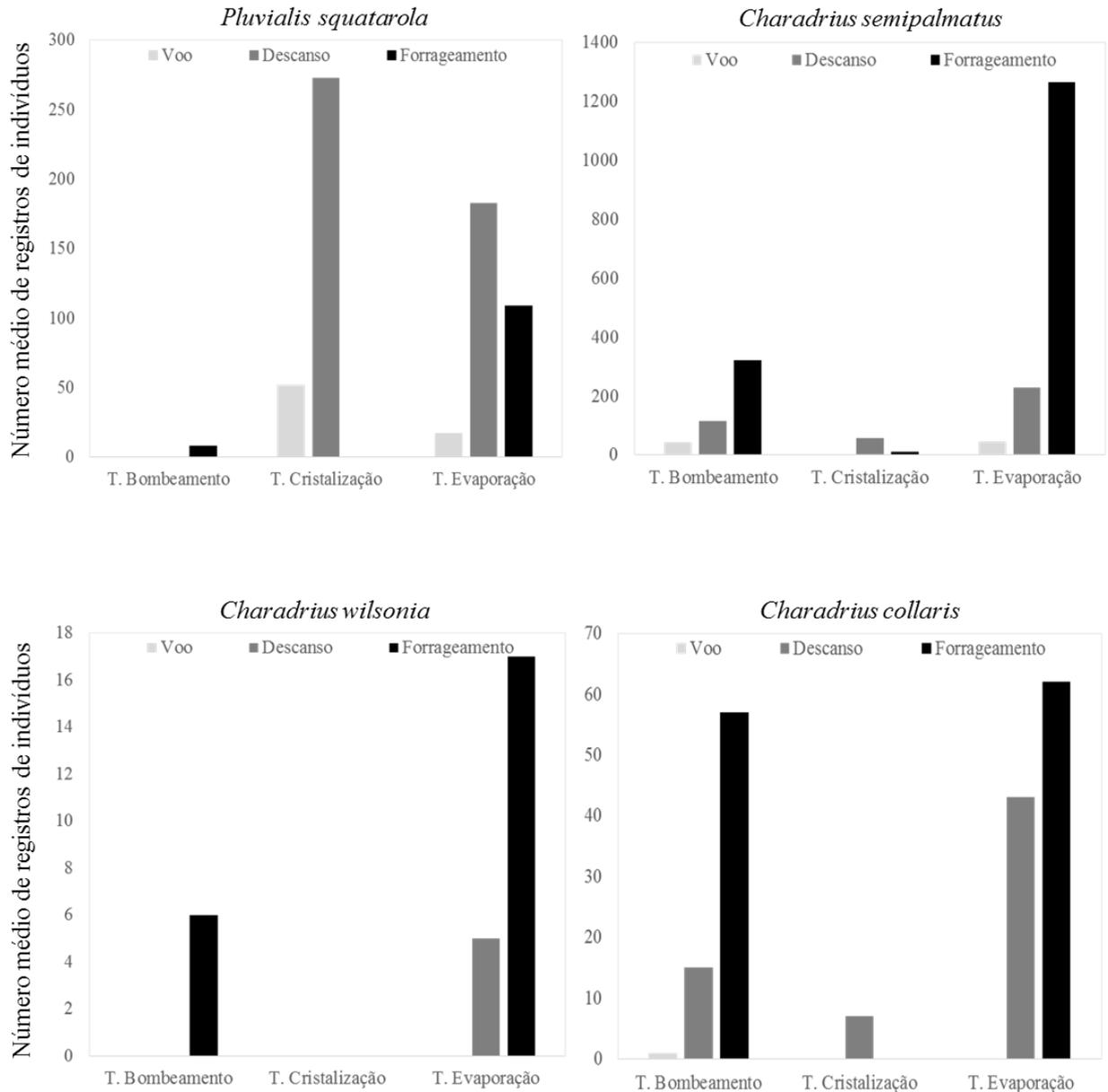


Figura 15 – Uso do habitat de indivíduos de seis espécies Scolopacidae em uma área de salina 145 ha do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. Dados representam número total de registros de indivíduos em cada microhabitat (tanques de bombeamento, cristalização, evaporação) e seus respectivos estados comportamentais (voo, descanso, forrageamento), a partir de dados de censos quinzenais entre agosto de 2012 e julho de 2016, realizados em períodos de marés alta e baixa.

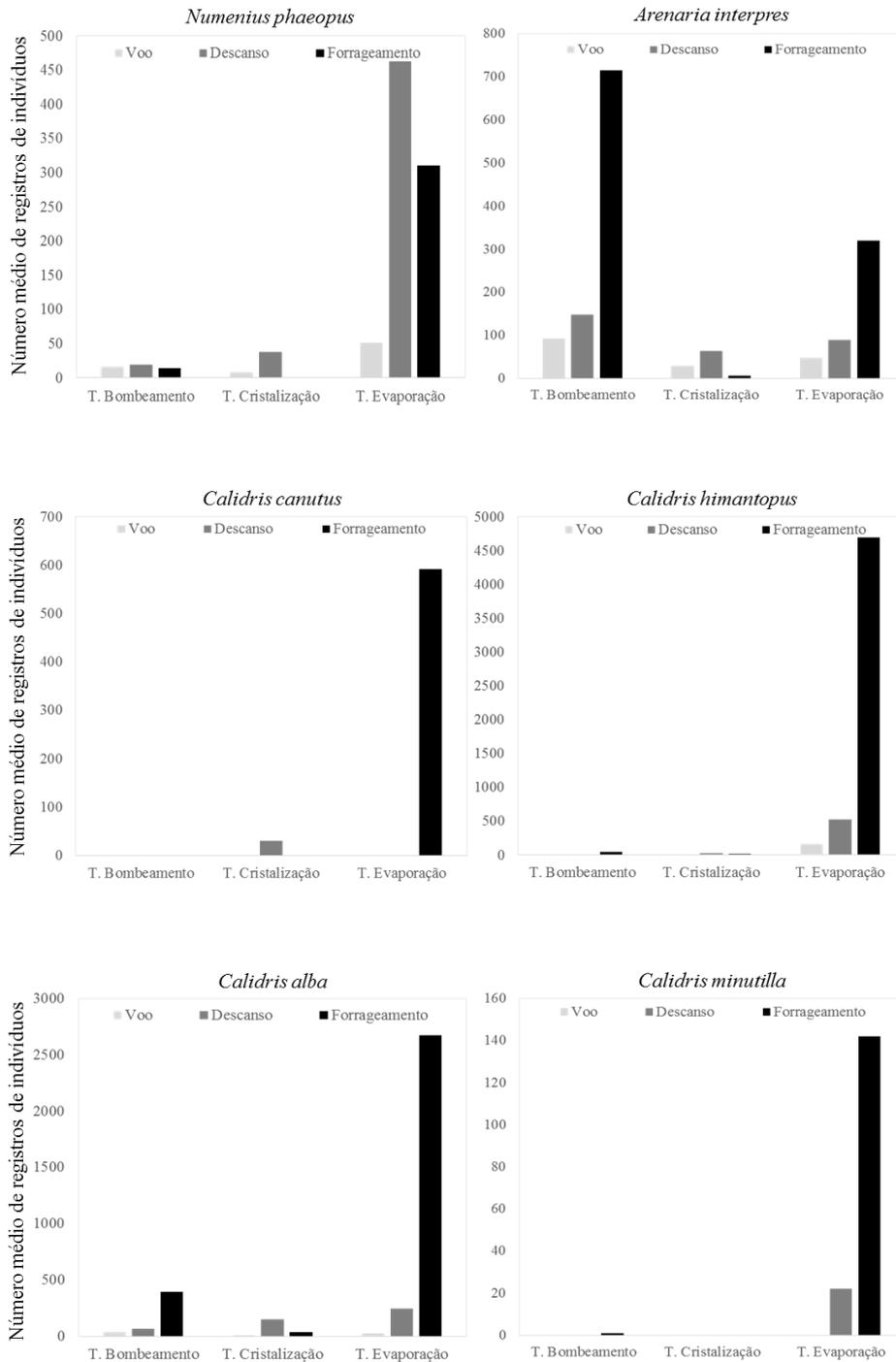


Figura 16 – Uso do habitat de indivíduos de seis espécies Scolopacidae em uma área de salina 145 ha do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. Dados representam número total de registros de indivíduos em cada microhabitat (tanques de bombeamento, cristalização, evaporação) e seus respectivos estados comportamentais (voo, descanso, forrageamento), a partir de dados de censos quinzenais entre agosto de 2012 e julho de 2016, realizados em períodos de marés alta e baixa.

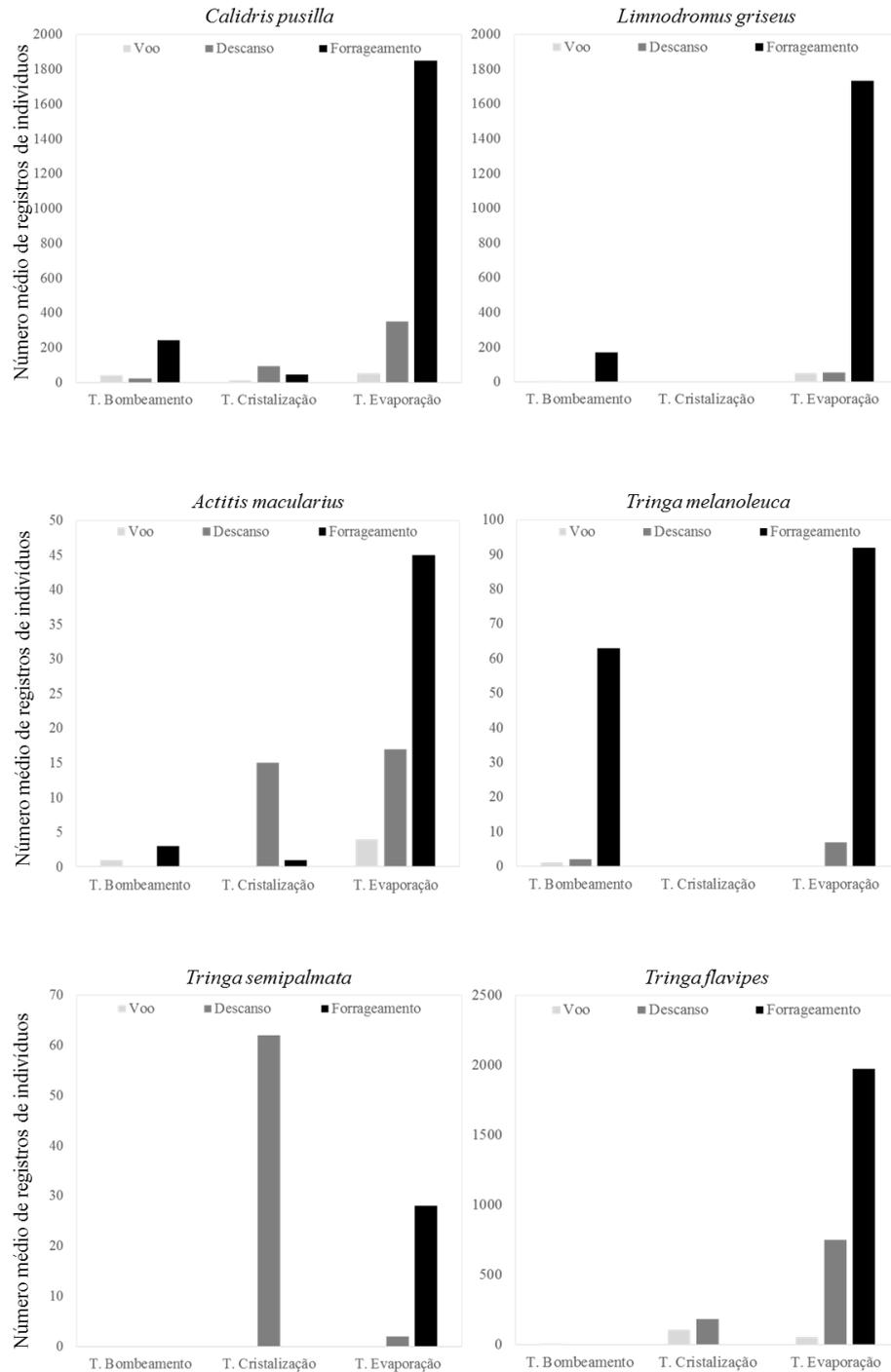
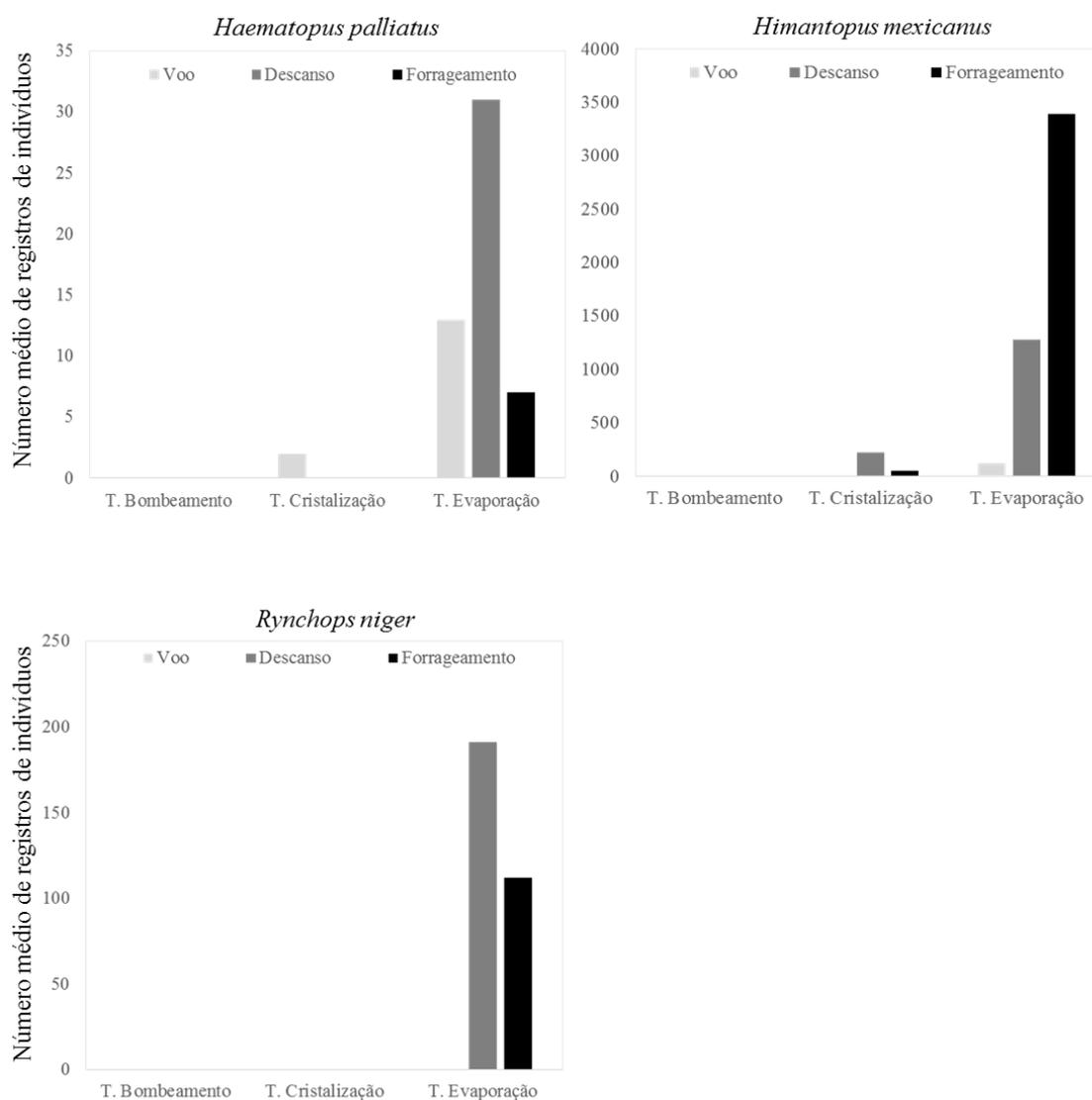


Figura 17 – Uso do habitat de indivíduos de uma espécie Haematopodidae, de uma espécie Recurvirostridae e de uma espécie Rynchopidae em uma área de salina 145 ha do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Brasil. Dados representam número total de registros de indivíduos em cada microhabitat (tanques de bombeamento, cristalização e evaporação) e seus respectivos estados comportamentais (voo, descanso e forrageamento), a partir de dados de censos quinzenais entre agosto de 2012 e julho de 2016, realizados em períodos de marés alta e baixa.



4 DISCUSSÃO

4.1 Riqueza, composição de espécies e abundância sazonal

A riqueza e a composição de Charadriiformes limícolas na área de estudo foi semelhante à registrada em outras áreas estuarinas do Nordeste brasileiro (LARRAZÁBAL et al., 2002, VALENTE et al., 2011, MACHADO et al. 2016). O número de espécies de Charadriiformes limícolas encontradas na área de estudo também foi semelhante ao encontrado em áreas de salinas do Nordeste brasileiro (e.g., LARRAZÁBAL et al., 2002; AZEVEDO-JÚNIOR; LARRAZÁBAL; PENA, 2004). Dentre as espécies inventariadas durante o estudo, quatro são consideradas ameaçadas de extinção segundo a Lista Nacional da Fauna Ameaçada de Extinção (MMA, 2014): *L. griseus*, *C. canutus*, *C. pusilla* e *C. wilsonia*. Estes resultados reforçam a relevância da região do Estuário do Rio Apodi-Mossoró para a conservação da avifauna limícola no Brasil e na América do Sul (ver LUCA; DEVELEY; OLMOS, 2006; GIRÃO; ALBANO, 2011).

A grande maioria das Charadriiformes registradas neste estudo apresentou variação sazonal esperada para as espécies migratórias neárticas e neotropicais que utilizam a rota Costeira Atlântica Americana, permanecendo na costa brasileira entre setembro e maio (ver ANTAS, 1983; CEMAVE, 2016). O maior número de registro de indivíduos e espécies ocorreu entre agosto e março. Dentro deste período, os meses de agosto e de setembro se destacaram com o maior número de registros – o que provavelmente indica o uso da área como área de escala durante a migração por parte da população que busca áreas de internagem mais ao sul da área de estudo. Ainda, foi registrado um número relevante de registros de indivíduos em março e abril, fato que sugere o uso da área como um *stopover* de populações em migração sentido norte, em retorno as suas áreas de origem (ver ANTAS, 1983; MYERS et al., 1987; MORRISON; ROSS, 1989ab). Além do uso como *stopover* durante as migrações anuais, uma parte significativa da população permaneceu na área de estudo entre agosto e abril (oito meses no ano), resultado que qualifica a área de estudo também como área de internagem. Além destes resultados, nota-se que parte da população de aves limícolas permaneceu na área entre maio e setembro (outono e inverno austral) nos anos de 2012 a 2016. A presença destes indivíduos na área de estudo durante o inverno austral implicou em pouca variação no número de espécies na área de estudo entre os dois períodos analisados (verão e inverno). Considera-se que os indivíduos que permanecem na área de estudo durante o inverno austral supostamente não completaram o ciclo de mudas ou não

atingiram as condições fisiológicas necessárias para migração, e aguardarão mais alguns anos para seguirem o ciclo natural de suas migrações anuais (ver TELINO-JÚNIOR et al., 2003; CABRAL et al., 2006). A variação sazonal descrita para as 19 espécies de aves limícolas Charadriiformes encontradas na salina artificial em estudo no Estuário Apodi-Mossoró é semelhante à observada nos estuários adjacentes a leste (estuários Piranhas-Açu e Guamaré-Galinhos; LARRAZÁBAL et al., 2002, IRUSTA; SAGOT-MARTIN, 2011) e a oeste (Banco dos Cajuais em Icapuí; FEDRIZZI et al., 2016).

As populações neárticas que utilizaram a área de estudo como *stopover* ou invernagem apresentaram padrões sazonais concordantes ao relatado na literatura para estas espécies que seguem a rota Costeira Atlântica Americana (ver ANTAS, 1983; MORRISON; ROSS, 1989ab). Entretanto, é possível que parte destas populações que utilizam o Estuário Apodi-Mossoró possam também utilizar outra rota alternativa (atalho) dentro desta rota Costeira: seguir o curso rio Apodi-Mossoró sentido interior do Brasil, cruzar o semiárido brasileiro utilizando açudes construídos pelo homem e os rios perenes característicos desta região até alcançarem a Baía de Todos os Santos (ver ANTAS, 1983). De fato, pequenos grupos destas espécies são frequentemente registrados nos meses de setembro-outubro e março-abril em açudes dos Estados do Rio Grande do Norte e Paraíba (LUNARDI, V.O., obs. pess.).

Dentre os resultados mais significativos para as espécies Charadriidae, temos que *P. squatarola* apresentou alta variação sazonal, com alta abundância no período de invernagem austral, diferente do encontrado na salina Diamante Branco, RN (LARRAZÁBAL et al., 2002), e na Coroa do Avião, PE (TELINO-JÚNIOR et al., 2003), onde foi considerada como constante. A alta variação sazonal registrada para esta espécie foi semelhante à encontrada na região estuarina de Icapuí, CE (FEDRIZZI et al., 2016) e na Baía de Todos os Santos, BA (LUNARDI et al., 2012). Por outro lado, *C. semipalmatus*, embora seja uma espécie migratória, foi registrada regularmente em todo o período de estudo, sendo uma das espécies mais abundantes na salina. A alta abundância desta espécie nos meses de maio, junho e julho sugere que parte desta população permanece na região durante o inverno austral devido, possivelmente, à inaptidão fisiológica para retornar às suas áreas de reprodução. Os resultados obtidos para esta espécie na área de estudo também foram semelhantes aos da região estuarina de Galinhos, RN (LARRAZÁBAL et al., 2002), de Icapuí (FEDRIZZI et al., 2016) e na Coroa do Avião (TELINO-JÚNIOR et al., 2003), localidade onde a espécie também foi uma das mais abundantes.

Entre os resultados mais relevantes envolvendo espécies da família Scolopacidae estão os de *N. phaeopus*: uma das maiores espécies migrantes do Hemisfério Norte que utilizou a região de estudo principalmente como *stopover* durante a migração para áreas de invernagem mais ao sul (ver MORRISON; ROSS, 1989a; SANABRIA; BRUSCO, 2011). Outra espécie que se destacou em número de registros durante o período de verão austral foi *A. interpres*, semelhante ao registrado em uma salina de Galinhos (LARRAZÁBAL et al., 2002) e em Icapuí (ver FEDRIZZI et al., 2016) (ver HAYMAN et al., 1986; revisão em AZEVEDO-JÚNIOR; LARRAZÁBAL; PENA, 2004). A espécie *C. canutus* utilizou a área de estudo principalmente como *stopover* entre setembro-outubro, provavelmente durante a migração sentido norte, em retorno as áreas de origem e reprodução, visto que grande parte de suas áreas de invernagem localizam-se no sul da América do Sul (MORRISON; ROSS, 1989ab; ver SCHERER; PETRY, 2012). Estes resultados são semelhantes aos encontrados na salina Diamante Branco em Galinhos (LARRAZÁBAL et al., 2002), mas, diferem dos resultados encontrados no Banco Cajuais, CE, onde a espécie ocorre em alta abundância no período de setembro a março e em agosto (ver FEDRIZZI et al., 2016). *C. himantopus* foi a espécie com o maior número de indivíduos registrados durante o período de monitoramento. Este resultado difere dos obtidos para Icapuí (ver FEDRIZZI et al., 2016) e Galinhos (ver LARRAZÁBAL et al., 2002), onde foram obtidos apenas registros ocasionais desta espécie. E também diferiram dos resultados apresentados para a área da Coroa do Avião, onde não foram registrados indivíduos da espécie (ver TELINO-JÚNIOR et al., 2003). Estudos prévios realizados nas salinas do município de Grossos (RN) indicaram que os registros da variação na abundância sazonal de *C. himantopus* não correspondem a indivíduos migrantes, mas sim invernantes (ALBANO et al., 2007) – o mesmo fato pode ocorrer para a área de estudo. Portanto, o estuário Apodi-Mossoró pode representar uma importante área de invernagem para esta espécie no Nordeste brasileiro. Outra espécie com o maior número de indivíduos registrados durante o período de estudo foi *L. griseus* – parte das populações utilizaram a salina como área de *stopover* e outra parte como área de invernagem. O padrão de registros obtido para *T. flavipes* na área de estudo segue o mesmo registrado na literatura para outras áreas do litoral Nordeste do Brasil (HAYMAN et al., 1986; AZEVEDO-JÚNIOR; LARRAZÁBAL; PENA, 2004; ALBANO et al., 2007). A variação sazonal no número de registros de *C. alba* e *C. pusilla* no Estuário Apodi-Mossoró foram semelhantes aos encontrados em outras salinas do Nordeste brasileiro (AZEVEDO-JÚNIOR; LARRAZÁBAL; PENA, 2004; CARVALHO, 2009).

A espécie neotropical *H. mexicanus* (única representante Recurvirostridae da área de estudo) apresentou padrão de ocorrência inverso aos das espécies neárticas (ver DINSMORE, 1977; MENDONÇA, 2015). O maior número de registros de indivíduos de *H. mexicanus* no inverno é explicado pelo uso da área de estudo como local de reprodução entre março e agosto (LUNARDI et al., 2015). Provavelmente, esta espécie realiza migrações mais curtas entre novembro e março (após o período reprodutivo) para áreas no interior do Brasil, especialmente no nordeste (vide registros fotográficos da espécie em <http://www.wikiaves.com>). O padrão de ocorrência desta espécie foi semelhante ao padrão sazonal apresentado por aves limícolas migratórias neotropicais: indivíduos em áreas de reprodução na América do Sul entre maio e agosto, e migrando para o norte na estação não reprodutiva (ANTAS, 1983; ver HAYES, 1995). Ainda são necessários estudos detalhados para se ter uma melhor interpretação sobre os padrões de migração de *H. mexicanus* na América do Sul (revisão em ROBINSON et al., 1999). Por fim, a espécie neotropical *R. niger* (Rynchopidae) utilizou a área de estudo apenas como *stopover* no período entre maio e julho. A migração desta espécie ocorre nos estuários da região Norte, chegando até o Rio Grande do Sul, com registros reprodutivos na região Amazônica e no Rio Ibicuí, RS (SICK 1997; EFE et al., 2001; revisão em BARBIERI, 2007).

4.2 Influência da maré no uso das salinas

O fato de não haver diferença significativa entre o número total de registros de indivíduos entre os períodos de maré pode ser explicado pelo fato de que durante a maré alta estes ambientes antrópicos sofrem pouca influência da variação de altura da maré. Portanto, estes microhabitats estão disponíveis para descanso e forrageio de aves limícolas independente do nível da maré na área de estudo, o que sugere ocorrer o mesmo em outras salinas deste Estuário. Em áreas naturais de regiões estuarinas (e.g., mangues, lagoas salgadas e apicuns) o período de maré alta representa restrição de uso pelas aves na faixa de sedimento exposta, que fica reduzida, dificultando ou impossibilitando o forrageio e o descanso. Assim, em salinas artificiais, as aves limícolas têm oportunidade de complementarem seu requerimento energético ou descansarem no solo durante a maré alta (DIAS et al., 2006; DIAS, 2009; e.g., MORGADO et al., 2009). Seria esperado que as aves deixassem as salinas durante a maré baixa para se alimentarem em áreas intermareais remanescentes. No entanto, muitos indivíduos decidiram permanecer na salina durante a maré baixa para minimizar o custo energético em deslocamento entre as áreas intermareais inundáveis e áreas das salinas

não inundáveis (DIAS et al., 2006; DIAS, 2009). Diante disso, os dados apresentados neste estudo corroboram a importância das salinas como áreas de alimentação e descanso alternativas e/ou complementares às áreas naturais para espécies de aves limícolas em ambos os períodos de maré (MASERO et al., 2000; MÚRIAS et al., 2002; MASERO, 2003; DIAS et al., 2006; DIAS, 2009).

Quando foram avaliados os dados de uso do habitat em função do horário da maré por espécie, foi constatado que, durante o verão, *P. squatarola* foi registrada na salina em forrageamento principalmente durante a maré alta. Este resultado indica que a espécie utilizou as salinas durante a maré alta para complementar sua nutrição, quando as áreas intermareais naturais remanescentes estão submersas (ver MASERO, 2003; DIAS, 2009). O mesmo ocorreu para as espécies *C. semipalmatus*, *H. palliatus*, *N. phaeopus*, *C. himantopus* e *C. pusilla* durante o inverno. O fato de *T. flavipes* ter sido registrada na salina principalmente durante a maré baixa pode ser uma estratégia de minimizar o custo energético de deslocamento entre áreas durante a maré alta (áreas não inundáveis) e maré baixa (áreas de inundação) (DIAS et al., 2006).

4.3 Uso dos microhabitats dentro da salina

O alto número de registros de aves limícolas em forrageamento nos tanques de evaporação e de bombeamento da salina em estudo pode ser explicado pelas características bióticas destes ambientes serem semelhantes às encontradas em áreas naturais, especialmente à disponibilidade de presas (invertebrados) (AZEVEDO-JÚNIOR; LARRAZÁBAL, 2000; AZEVEDO-JÚNIOR; LARRAZÁBAL; PENA, 2004; DAVIS, 2000; EVAGELOPOULOS; KOUTSOUBAS, 2008). Resultados semelhantes foram relatados para a Salina Diamante Branco, Galinhos-RN (LARRAZÁBAL et al., 2002). Os tanques de evaporação são os microhabitats das salinas que mais contribuem para aquisição do requerimento energético diário das aves limícolas em estuários antropizados, funcionando como importante área de amortecimento antes da migração (revisão em MASERO, 2003). Para *H. mexicanus* é importante salientar que a população desta espécie selecionou as ilhotas dos evaporadores da salina para nidificar (LUNARDI et al., 2015), provavelmente, devido ao fator já mencionado acima: proximidade de locais com maior disponibilidade de presas invertebrados e distante do nível da água dos tanques (ver também HERRING et al., 2011). Por outro lado, a alta concentração salina e a baixa abundância de invertebrados características dos cristalizadores foram os fatores que provavelmente resultaram no baixo registro de aves em forrageamento

nestes microhabitats (obs. pess.). Todavia, as ilhotas (paredões de terra) que separam os cristalizadores representaram um local ideal para descanso para muitos indivíduos (ver também DIAS, 2009; LÓPEZ et al., 2009; MORGADO et al., 2009).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo destacam a importância das salinas artificiais como um habitat de alimentação e descanso para aves limícolas no Estuário Apodi-Mossoró. O uso de microhabitats de salinas como áreas alternativas pode ser explicado pela baixa disponibilidade de áreas naturais no Estuário do Apodi-Mossoró devido à descaracterização ambiental ocorrida na implementação das salinas artificiais. Apesar do grande valor das salinas como habitats de alimentação e descanso, este estudo não defende a substituição de áreas naturais remanescentes por salinas (ver também MASERO, 2003). O uso das salinas por aves limícolas não deve ser usado como um argumento político ou econômico para justificar a construção de novas salinas em estuários (DIAS, 2009). No entanto, os dados coletados até o momento servem de subsídio inicial para atentar a necessidade de criação de um programa de manejo das salinas associado à conservação da avifauna limícola no Estuário Apodi-Mossoró. Os dados apresentados neste estudo reforçam a urgente necessidade de parcerias entre a indústria salineira e órgãos ambientais para a conservação de aves limícolas nestes habitats antrópicos – em especial as quatro espécies ameaçadas de extinção registradas neste estudo. É importante salientar que as poucas áreas supramareais (e.g., apicuns), zonas entremarés naturais e manguezais que ainda restam nos estuários da região da Costa Branca deveriam estar totalmente protegidas por Unidades de Conservação de Proteção Integral e também monitoradas por meio de programas de conservação. Estes remanescentes de habitats podem ser atualmente os locais que garantam a manutenção dos requerimentos espécie-específicos das populações de aves limícolas neárticas e neotropicais migratórias na Costa Branca, sendo as salinas apenas habitats complementares de sobrevivência (ver também MASERO, 2003).

Levando em consideração a posição geográfica do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, no Nordeste da América do Sul, este Estuário pode ser considerado como uma importante área de *stopover*, principalmente para aves limícolas neárticas que, durante a migração ao longo da América do Sul, cruzam o oceano Atlântico rumo às áreas de invernagem em direção ao sul do continente. Ainda considerando sua posição geográfica, o Estuário Apodi-Mossoró pode

representar uma das últimas áreas estratégicas de *stopover* no continente Sul-americano para aves limícolas neárticas que retornam para as suas áreas de origem via Oceano Atlântico (ver ANTAS, 1983; MORRISON; ROSS, 1989ab; BOERE; STROUD, 2006). É importante ressaltar que a abundância de aves limícolas encontrada no complexo salineiro estudado é muito inferior à abundância total em toda a área geográfica ocupada por tanques de salinas artificiais no Estuário do Rio Apodi-Mossoró – visto que a área de estudo abrangeu apenas cerca de 1,3% da área total ocupada por salinas artificiais do Estuário Apodi-Mossoró (10.932 ha). Apesar de não ser conhecido o número total exato de aves limícolas que utilizam toda a área do Estuário Apodi-Mossoró e salinas associadas, pode-se estimar, a partir dos resultados deste estudo (em 145 ha) e da extensão territorial de salinas na região (10.932 ha), que este Estuário potencialmente possa abrigar pelo menos cerca de 15.000 aves limícolas no verão. Os resultados referentes à abundância e à sazonalidade de aves limícolas migratórias no complexo salineiro estudado são semelhantes aos observados nos complexos salineiros no litoral norte do Rio Grande do Norte (região da Costa Branca): os complexos adjacentes aos estuários Guamaré-Galinhos e Piranhas-Açu (LARRAZÁBAL et al., 2002; IRUSTA; SAGOT-MARTIN, 2011). Assim, juntos o complexo de salinas do Apodi-Mossoró, Guamaré-Galinhos e Piranhas-Açu podem abrigar cerca de mais de 20.000 indivíduos de várias espécies de aves limícolas neárticas e neotropicais na região da Costa Branca durante seus ciclos migratórios, sugerindo que estas áreas formam uma importante área para conservação da avifauna limícola migratória [Important Bird and Biodiversity Area (IBA)] – (disponível em: <http://www.birdlife.org/datazone/site>). No litoral norte do Rio Grande do Norte não existem IBAs ou áreas protegidas, bem como programas específicos para conservação e monitoramento de aves limícolas que utilizam salinas artificiais como habitats alternativos. A perda de áreas naturais dos estuários da Costa Branca entre os séculos 16 e 17, em decorrência da construção de salinas artificiais, possivelmente causou a redução das populações de aves limícolas – visto que nestes habitats antrópicos as espécies não conseguem satisfazer totalmente seus requerimentos espécie-específicos de aves limícolas que utilizam os estuários do Nordeste brasileiro (ver LUNARDI et al., 2012).

REFERÊNCIAS

- ALBANO, C. et al. **Aves costeiras de Icapuí**. 1. ed. Fortaleza: Editora Fundação Brasil Cidadão, 2007. 72 p.
- ANTAS, P. T. Z. Migration of Nearctic shorebirds (Charadriidae and Scolopacidae) in Brasil – flyways and their different seasonal use. **Wader Study Group Bulletin**, v. 39, p. 52-56, 1983.
- ARAÚJO, A. B. “**Análise caracterização da dinâmica da foz do Rio Apodi, região de Areia Branca / RN, com base na cartografia temática multitemporal de produtos de sensores remotos**”. 2006. 76 f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal, 2006.
- AZEVEDO-JÚNIOR, S. M.; LARRAZÁBAL, M. E. Aves: biologia, ecologia e movimentação. In: BARROS, H. M. et al. (Eds.). **Gerenciamento participativo**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2000. p. 155-162.
- AZEVEDO-JÚNIOR, S. M.; LARRAZÁBAL, M. E. Salina Diamante Branco. In: VALENTE, R. M. et al. (Org.). **Conservação de aves migratórias neárticas no Brasil**. Belém: Conservação Internacional, 2011. p. 146-149.
- 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: Editora da UNIVALI, 2004. p. 255-266.
- BAMFORD, M. et al. Migratory shorebirds of the East Asian – Australasian flyway; population estimates and internationally important sites. **Wetlands International – Oceania**, p. 237, 2008.
- BARBIERI, E. Seasonal abundance of shorebirds at Aracaju, Sergipe, Brazil. **Wader Study Group Bulletin**, v. 113, p. 40-46, 2007.
- BARBIERI, E.; MENDONÇA, J. T. Distribution and abundance of Charadriidae at Ilha Comprida, São Paulo state, Brazil. **Journal of Coastal Research**, v. 21, p. 1-10, 2005.

BARBIERI, E.; MENDONCA, J. T.; XAVIER, S. C. Importance of Ilha Comprida (São Paulo state, Brazil) for the Sanderlings (*Calidris alba*) migration. **Journal of Coastal Research**, v. 35, p.65-68, 2003.

BILDSTEIN, K. L. et al. Approaches to the conservation of coastal wetlands in the Western Hemisphere. **The Wilson Bulletin**, v. 103, n. 2, p. 218-254, 1991.

BOERE, G. C.; STROUD, D. A. The flyway concept: what it is and what it isn't. In: BOERE, G. C.; GALBRAITH, C. A.; STROUD, D. A. (Eds.). **Waterbirds around the world**. Edinburgh: The Stationery Office, 2006. p. 40-47.

BOORI, M. S. **Avaliação de impacto ambiental e gestão dos recursos naturais no estuário Apodi–Mossoró, Nordeste do Brasil**. 2011. 188 f. Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica) – Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal, 2011.

BRITTON, R. H.; JOHNSON, A. R. An ecological account of a Mediterranean salina: the salin de Giraud, Camargue (S. France). **Biological Conservation**, v. 42, p. 185-230, 1987.

BURGER, J. Abiotic factors affecting migrant shorebirds. In: BURGER, J.; OLLA, B. L. (Eds.). **Behavior of marine animals: current perspectives in research**. Shorebirds: migration and foraging behavior. v. 6. New York: Plenum Press, 1984. p. 1-67.

CABRAL, S. A. S.; AZEVEDO-JÚNIOR, S. M.; LARRAZÁBAL, M. E. Abundância sazonal de aves migratórias na área de proteção ambiental de Piaçabuçu, Alagoas, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 3, p. 865-869, 2006.

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

CATRY, T. et al. Long-term declines of wader populations at the Tagus estuary, Portugal: a response to global or local factors? **Bird Conservation International**, v. 21, p.438-453, 2011.

CEMAVE – Centro nacional de pesquisa e conservação de aves silvestres. **Relatório anual de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil**. Cabedelo: CEMAVE/ICMBio, 2016. 63 p. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/DCOM_Miolo_Rotas_Migrat%C3%B3rias_2016_final.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2016.

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

COSTA, D. F. S.; ROCHA, R. M.; CESTARO, L. A. Análise fitoecológica e zonação de manguezal em estuário hipersalino. **Mercator**, v. 13, n. 1, p.119-126, 2014.

DAVIS, J. Structure, function, and management of the biological system for seasonal solar saltworks. **Global Nest**, v. 2, n. 3, p. 217-226, 2000.

DIAS, M. P. et al. Distance to high-tide roosts constrains the use of foraging areas by Dunlins: implications for the management of estuarine wetlands. **Biological Conservation**, v. 131, p. 446-452, 2006.

DIAS, M. P. Use of salt ponds by wintering shorebirds throughout the tidal cycle. **Waterbirds**, v. 32, 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.

EFE, M. A. et al. First-known record of breeding for the Black skimmer (*Rynchops niger*) in a mixed colony in Iticuí River, Rio Grande do Sul state, southern Brazil. **International Journal Ornithology**, v. 4, n. 2, p.103-107, 2001.

EVAGELOPOULOS, A. et al. Spatial and seasonal variability of the macrobenthic fauna in Mediterranean solar saltworks ecosystems. **Aquatic Conservation: Marine & Freshwater Ecosystems**, v. 18, p. 118-134, 2008.

EVAGELOPOULOS, A.; KOUTSOUBAS, D. Seasonal community structure of the molluscan macrofauna at the marine lagoon al environmental transition at Kalloni solar

saltworks (Lesvos Island, NE Aegean Sea, Greece). **Journal of Natural History**, v. 42, n. 5, p. 597-618, 2008.

FEDRIZZI, C. E.; CARLOS, C. J.; CAMPOS, A. A. Annual patterns of abundance of Nearctic shorebirds and their prey at two estuarine sites in Ceará, NE Brazil, 2008-2009. **Wader Study**, v. 123, n. 2, p. 122–135, 2016.

GIRÃO, W.; ALBANO, C. Região do Banco dos Cajuais. In: VALENTE, R. et al. (Org.). **Conservação de aves migratórias neárticas no Brasil**. Belém: Conservação Internacional, 2011. p. 137-140.

HAMDI, N.; CHARFI, F.; MOALI, A. Variation of the waterbird community relying to the Ichkeul National Park, Tunisia. **European Journal of Wildlife Research**, v. 54, p. 417-424, 2008.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 9, 2001.

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

HAYMAN, P.; MARCHANT, J.; PRATER, T. Shorebirds. **An identification guide to the waders of the world**. London: Croom Helm, 1986. 412 p.

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.

IRUSTA, J. B.; SAGOT-MARTIN, F. Complexo litorâneo da Bacia Potiguar. In: VALENTE, R. et al. (Org.). **Conservação de aves migratórias neárticas no Brasil**. Belém: Conservação Internacional, 2011. p. 141-145.

IWSG – International wader study group. **Waders are declining worldwide, conclusions from the 2003 international**. Cádiz: Wader study group conference, 2003. Disponível em: <<https://sora.unm.edu/sites/default/files/journals/iwsgb/v101-102/p0008-p0012.pdf>> Acesso em: 16 jul. 2016.

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.

LOPES, L. A. D. **Inquéritos à indústria do sal em Portugal**. Salgado da Figueira da Foz, v. 3. Lisboa: Comissão Reguladora de Produtos Químicos e Farmacêuticos, 1955.

LOPES, R J. et al. A ten year study of variation, trends and seasonality of a shorebird community in the Mondego estuary, Portugal. **Waterbirds**, v. 28, n. 1, p. 8-18, 2005.

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.

LUCA, A.; DEVELEY, P.; OLMOS, F. **Waterbirds in Brazil: Final report**. São Paulo: Save Brazil, 2006. Disponível em:

<http://www.birdlife.org/action/science/species/waterbirds/waterbirds_pdf/waterbirds_report_brazil_2006.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2016.

LUNARDI, V. O. **Estratégias de forrageamento e evitação de predadores em Charadriidae e Scolopacidae na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil**. 2010. 169 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Programa de Pós Graduação em Ecologia, Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 2010.

LUNARDI, V. O. et al. Migratory flows and foraging habitat selection by shorebirds along the Northeastern coast of Brazil: The case of Baía de Todos os Santos. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 96, p. 179-187, 2012.

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.

MACHADO, J. L. C. et al. Avifauna da Salina de Luis Correia, delta do Parnaíba, Piauí, Brasil. **Atualidades Ornitológicas**, v. 189, p. 4-9, 2016.

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

MASERO, J. A. et al. Complementary use of intertidal mudflats and adjacent salinas by foraging waders. **Ardea**, v. 88, n. 2, p. 177-191, 2000.

MEDEIROS, W. D. A.; CUNHA, L.; ALMEIDA, A. C. Dinâmica territorial e impactos ambientais no município de Areia Branca-RN (Nordeste do Brasil): uma análise preliminar. **Revista Geográfica de América Central**, n. Especial EGAL, p. 1-14, 2011.

MENDONÇA, M. L. A. **Ocorrência sazonal e reprodução de *Himantopus mexicanus* (Aves: Charadriiformes) em salinas do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Nordeste brasileiro**. 2015. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Mossoró, 2015.

MMA – Ministério do meio ambiente. **Espécies Ameaçadas – Lista 2014**. ICMBio/ MMA, 2014. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/lista-de-especies>>. Acesso em: 01 set. 2016.

MORGADO, R. et al. A importância do salgado para a gestão da avifauna limícola invernante na Ria de Aveiro (Portugal). **Revista de Gestão Costeira Integrada/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 9, p. 79-93, 2009.

MORRISON, R. I. G. Migration systems of some New World shorebirds. In: BURGER, J.; OLLA, B. L. (Eds.), **Behavior of Marine Animals: current perspectives in research**. Shorebirds: migration and foraging behavior. v. 6. New York: Plenum Press, 1984. p. 125-202.

MORRISON, R. I. G.; MYERS, J. P. Wader migration systems in the new world. **Wader Study Group Bulletin**, v, 49, p. 57-69, 1987.

MORRISON, R. I. G.; ROSS, R. K. **Atlas of Nearctic shorebirds on the coast of South America**. v. 1. Ottawa: Canadian Wildlife Service Special Publication, 1989a. 128 p.

MORRISON, R. I. G.; ROSS, R. K. **Atlas of Nearctic shorebirds on the coast of South America**. v. 2. Ottawa: Canadian Wildlife Service Special Publication, 1989b. 326 p.

- MÚRIAS, T. et al. Use of traditional salines by waders in the Mondego Estuary (Portugal): a conservation perspective. **Ardeola**, v. 49, p. 223-240, 2002.
- MYERS, J. P. et al. Conservation strategy for migratory species. **American Scientist**, v. 75, p. 19-26, 1987.
- PAVLOVA, P. et al. Observations on a solar saltworks near Burgas, Bulgaria. **International Journal of Salt Lake Research**, v. 7, p. 357-368, 1998.
- ROBINSON, J. A. et al. Black-necked stilt (*Himantopus mexicanus*). **The Birds of North America Online**, v. 1, n. 449, p. 1-70, 1999.
- ROCHA, A. B.; CLAUDINO-SALES, V. C.; SALES, M. C. L. Geoambientes, uso e ocupação do espaço no Estuário do Rio Apodi-Mossoró, Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. **REDE – Revista Eletrônica do Prodepa**, v. 7, n.2, p. 60-75, 2011.
- ROCHA, M. et al. Brazilian solar saltworks – ancient uses and future possibilities. **Aquatic Biosystems**, v. 8, n. 8, p. 1-6, 2012.
- SANABRIA, J. A. F.; BRUSCO, G. M. Registros relevantes de Charadriiformes em praias do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 19, n. 4, p. 529-534, 2011.
- SCHERER, A. L.; PETRY, M. V. Seasonal variation in shorebird abundance in the state of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. **The Wilson Journal of Ornithology**, v.124, p. 40-50, 2012.
- SERPE, et al. Comunidade zooplancônica em um estuário hipersalino no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 5, n. 3, p. 51-73, 2010.
- SERRANO, I. L. Challenges and advances at the Brazilian WHSRN sites. **Ornitologia Neotropical**, v. 19, p. 329-337, 2008.
- SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1997. 912 p.
- TELINO-JÚNIOR, W. R.; AZEVEDO-JÚNIOR, S. M.; LYRA-MENDES, R. M. Censos de aves migratórias (Charadriidae, Scolopacidae e Laridae) na Coroa do Avião, Igarassu, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, p. 451-456, 2003.

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

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.

ZAR, J. H. Multiple hypotheses: the analysis of variance. In: RYU, T. (Ed.). **Bioestatistical Analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1999a. p. 195-197.

ZAR, J. H. Two-sample hypotheses. In: RYU, T. (Ed.). **Bioestatistical Analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1999b. p. 146-147.

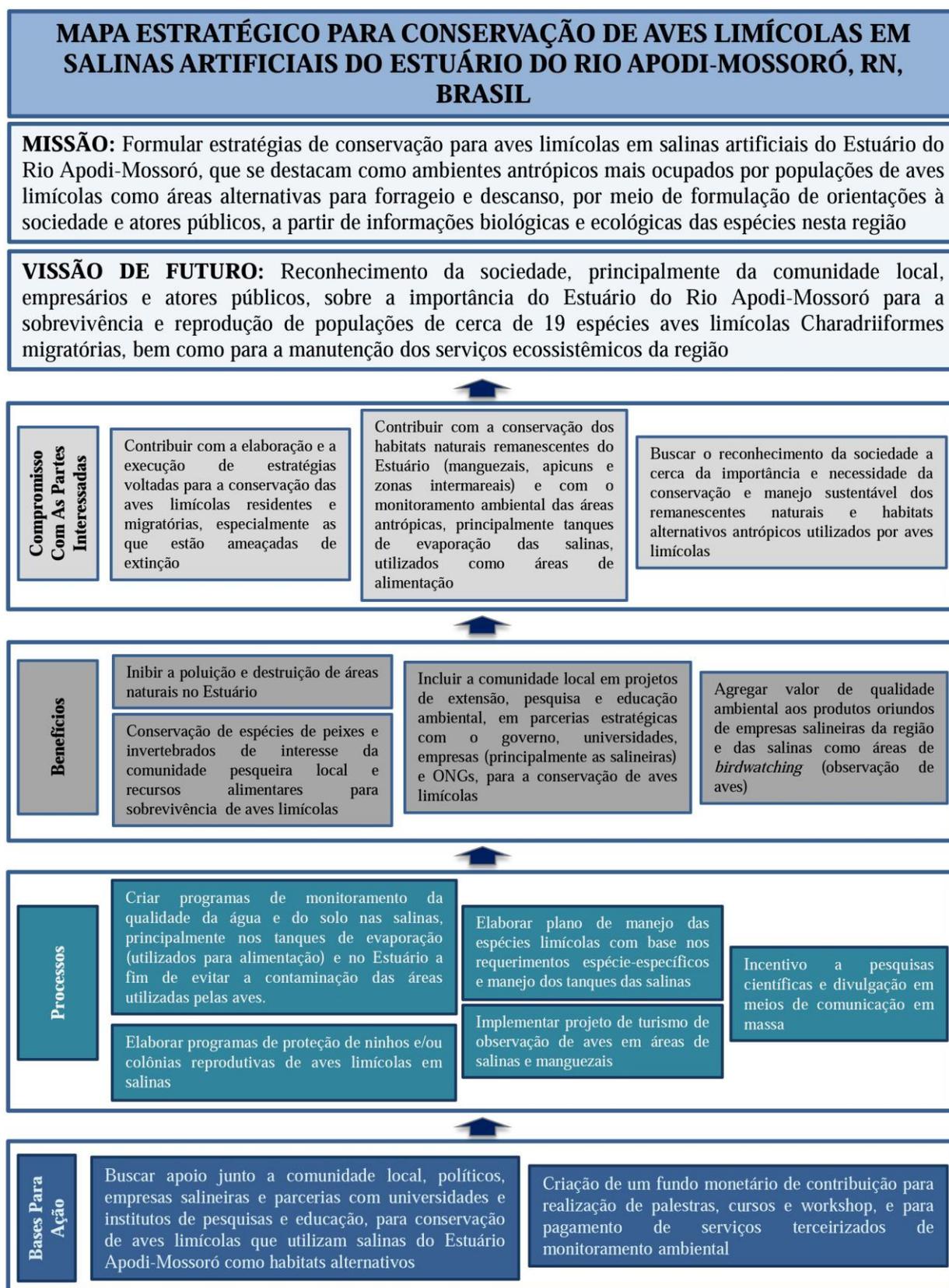
ZENO, C. The ecological importance of the Margherita Di Savoia saltworks. In: proceedings of the 1st International Conference on the Ecological Importance of Solar Saltworks – CEISSA, 6., 2006, Santorini Island. **Anais...** Santorini Island: CEISSA, 2006. p. 15-24.

ANEXO A – PROPOSTA DE MAPA ESTRATÉGICO PARA CONSERVAÇÃO DE AVES LIMÍCOLAS (CHARADRIIFORMES) EM SALINAS ARTIFICIAIS DO ESTUÁRIO DO RIO APODI-MOSSORÓ, RN, BRASIL

Anualmente, milhares de aves limícolas (Charadriiformes) migratórias deixam suas áreas de reprodução para passar o período não reprodutivo em áreas úmidas, pradarias e habitats intermareais em toda a América Central e do Sul, retornando as suas áreas de origem no Ártico para reprodução. Durante a migração estas aves necessitam de locais para descanso e alimentação em áreas de escalas durante a migração (*stopover*), que geralmente são ricas em recursos alimentares, baixa perturbação humana e proteção contra predadores (WARNOCK, 2010; FEDRIZZI et al., 2016). Aves limícolas são altamente dependentes destas áreas durante a migração, tornando-se vulneráveis a perda e degradação de habitat, o que tem causado o declínio populacional de muitas espécies, a exemplo de *L. griseus*, *C. canutus*, *C. pusilla* e *C. wilsonia* (MORRISON, 1984, PIERSMA; WIERSMA 1996, PIERSMA et al., 1996; MMA, 2014a; FEDRIZZI et al., 2016). Levando estas populações a buscarem em áreas antrópicas, como as salinas artificiais, habitats alternativos aos naturais para sua sobrevivência (MASERO, 2003; MORGADO et al., 2009). Frente a esta problemática, este estudo visa fornecer informações preliminares que possam auxiliar estudos futuros, bem como a criação e implementação de projetos de conservação e manejo da avifauna limícola no Estuário do Rio Apodi-Mossoró, tomando como base a criação de um mapa estratégico preliminar.

Um mapa estratégico tem como objetivo representar de forma visual uma estratégia estabelecida, sendo cada componente organizado de forma balanceada, considerando as interações causa e efeito entre os mesmos. A metodologia utilizada para elaborar o mapa estratégico da área de estudo seguiu a adotada pelo Ministério do Meio Ambiente “Planejamento Estratégico” que tem como base a metodologia análise da matriz *SWOT* (pontos fortes e pontos fracos do ambiente interno, oportunidades e ameaças do ambiente externo), com cada um dos seus componentes organizados com base na metodologia *Balanced Scorecard* (BSC), que visa gerir os objetivos estabelecidos (ver MMA, 2014b; LUNARDI et al., 2016).

Figura 18 – Proposta de mapa estratégico para conservação de aves limícolas (Charadriiformes) em salinas artificiais do Estuário do Rio Apodi-Mossoró, RN, Brasil.



REFERÊNCIAS

- FEDRIZZI, C. E.; CARLOS, C. J.; CAMPOS, A. A. Annual patterns of abundance of Nearctic shorebirds and their prey at two estuarine sites in Ceará, NE Brazil, 2008-2009. **Wader Study**, v. 123, n. 2, p. 122–135, 2016.
- LUNARDI, V. O.; ELIAS, A. P. R.; LUNARDI, D. G. Aves limícolas Charadriiformes no semiárido brasileiro: desafios e oportunidades de conservação no Estuário Apodi-Mossoró. In: I congresso internacional da diversidade do semiárido – CONIDIS, 2016, Campina Grande. **Anais...** Paraíba, 2016.
- MASERO, J. A. Assessing alternative anthropogenic habitats for conserving waterbirds: salinas as buffer areas against the impact of natural habitat loss for shorebirds. **Biodiversity and Conservation**, v.12, p.1157-1173, 2003.
- MMA – Ministério do meio ambiente. **Espécies Ameaçadas – Lista 2014**. ICMBio/ MMA, 2014a. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/lista-de-especies>>. Acesso em: 01 set. 2016.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Planejamento estratégico: gestão para resultados 2014-2022**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Brasil, 26p., 2014b.
- MORGADO, R. et al. A importância do salgado para a gestão da avifauna limícola invernante na Ria de Aveiro (Portugal). **Revista de Gestão Costeira Integrada/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 9, p. 79-93, 2009.
- MORRISON, R. I. G. Migration systems of some New World shorebirds. In: BURGER, J.; OLLA, B. L. (Eds.), **Behavior of Marine Animals: current perspectives in research**. Shorebirds: migration and foraging behavior. v. 6. New York: Plenum Press, 1984. p. 125-202.
- PIERSMA, T.; P. WIERSMA. Family Charadriidae (Plovers). In: DEL HOYO, J.; HELLIOT, A.; SARGATAL, J. (Eds.), **Handbook of the birds of the world**. v. 3. Barcelona: Linx Edicions, 1996, p. 384-443.

PIERSMA, T.; VAN GILS, J.; WIERSMA, P. Family Scolopacidae (Sandpipers, Snipes and Phalaropes). In: DEL HOYO, J.; HELLIOT, A.; SARGATAL, J. (Eds.), **Handbook of the Birds of the World**. v. 3. Barcelona: Linx Edicions, 1996, p. 444-533.

WARNOCK, N. Stopping vs. staging: the difference between a hop and a jump. **Journal of Avian Biology**, v. 41, p. 621-626, 2010.