

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E
CONSERVAÇÃO

LAÍS DE MORAIS REGO SILVA

**Uso de habitats e sazonalidade de aves limícolas no Canal
da Raposa, Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil.**

**São Luís
2007**

LAÍS DE MORAIS RÊGO SILVA

Uso de habitats e sazonalidade de aves limícolas no Canal da Raposa, Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Augusto Ferreira Rodrigues

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos para obtenção do grau de mestre em Biodiversidade e Conservação.

São Luís

2007

Silva, Laís de Moraes Rego.

Uso de habitats e sazonalidade de aves limícolas no Canal da Raposa, Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil / Laís de Moraes Rego Silva. – São Luís, 2007.

86 f.

Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Conservação) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal do Maranhão, 2007. Orientação por Antonio Augusto Ferreira Rodrigues.

1. Aves limícolas – Raposa I. Título

CDU 598.33 (812.1)

Comissão Julgadora

Laís de Moraes Rego Silva

Uso de habitats e sazonalidade de aves limícolas no Canal da Raposa, Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil.

A Comissão julgadora dos trabalhos de defesa da Dissertação de mestrado, em sessão pública realizada em/...../....., considera o candidato

Prof. Dr. Antonio Augusto Ferreira Rodrigues – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Antonio Carlos Leal de Castro – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Fabio Olmos Corrêa Neves – Biota Consultores em Meio Ambiente – SP

Prof^a. Dr^a. Ana Tereza Lyra Lopes – Universidade Federal do Maranhão

Dedico este trabalho a minha mãe,
Caritas Morais Rêgo, por
quem sinto profunda
admiração e que me ensina
a ser persistente e
determinada com meus
objetivos.

“Nós fomos fantasticamente bem sucedidos em nos
tornar a espécie tecnológica. Nossa sobrevivência
agora depende em nos tornarmos a espécie
ecológica e assumir nosso próprio lugar na economia
da natureza”
(Ricklefs)

“Aquele que quer tudo, não pode aprofundar
nada”.
(Jamín)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me dado forças nos momentos difíceis e ter me ajudado a construir momentos felizes.

Agradeço a minha família: Caritas, minha mãe, Larissa, minha irmã e César, meu pai, por estarem ao meu lado me ensinando a lidar com a vida.

Agradeço a Sergio, meu amor, pelas conversas que contribuíram para a realização deste trabalho e por estar sempre disposto a comemorar nos momentos bons e me consolar nos difíceis.

Agradeço a Petrobrás, através do Projeto PIATAM Mar II, pelo financiamento deste trabalho.

Agradeço a FAPEMA (Fundação de Amparo à Pesquisa do Maranhão), pela concessão da bolsa de mestrado.

Agradeço ao Programa de Mestrado em Biodiversidade e Conservação, pelo apoio e aprendizado.

Agradeço ao Prof. Dr. Antonio Augusto Ferreira Rodrigues, pela orientação neste trabalho.

Agradeço ao Prof. Dr. Miguel Petrere, pela orientação na estatística deste trabalho.

Agradeço ao Prof. Dr. Carlos Martínez, pelas sugestões que contribuíram para realização deste trabalho.

Agradeço a Prof. Dr^a. Gilda Andrade Vasconcellos, pelas sugestões dadas neste trabalho.

Agradeço ao Prof. Dr. Carlos Freitas pelo auxílio na estatística deste trabalho.

Agradeço a Prof. Dr^a. Dayani Pereira pelas sugestões sobre o presente trabalho.

Agradeço a Ana Lúcia Reis Nogueira da Cruz, por todos os pedidos concedidos e pela paciência.

Agradeço a Clarissa Moreira Coelho, minha grande amiga e companheira de aula, coleta, viagem, alegrias e tristezas.

Agradeço a Roberta, pela amizade, ajuda de campo e pelo computador.

Agradeço a Adriana pela amizade, companhia e ajuda no trabalho de campo.

Agradeço a Eliesé pela amizade, pelo auxílio na estatística e pelo computador.

Agradeço a Cledinaldo pela amizade e pelo computador.

Agradeço a Enoc e Seu Zezinho, grandes companheiros, que fizeram a travessia de barco na Raposa durante as coletas.

Agradeço a Garagem da UFMA, pela concessão de carro para realização das coletas.

Agradeço a todos os meus colegas da turma do Mestrado (Isabela, Éville, Fernanda, Jack-Anne, Clarissa, Helisvânia, Gecilene, Marcos, Cledinaldo, Mário e Sergio), por tudo que vivemos em nossa jornada de 2 anos, sendo a primeira turma do Mestrado em Biodiversidade e Conservação.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo caracterizar o uso de habitats e a sazonalidade de aves limícolas no Canal da Raposa, norte da Ilha de São Luís, Golfão Maranhense. Os censos de aves limícolas ocorreram durante duas semanas consecutivas de cada mês entre fevereiro e novembro de 2006. Foram selecionadas três áreas (cada uma com 3ha) para a realização dos censos, considerando o tipo de substrato (lamoso, areno-lamoso e arenoso). Os censos foram realizados durante uma maré de sizígia e durante uma maré de quadratura de cada mês. Foram observadas 17407 aves limícolas forrageando durante o período de estudo. A maior densidade de aves limícolas em forrageio foi verificada no substrato lamoso (180,95 ind/ha), seguido pelo areno-lamoso (100,25 ind/ha) e pelo arenoso (27,10 ind/ha). *Calidris pusilla* foi a espécie mais abundante (n = 8922) no Canal da Raposa, sendo também mais abundante no substrato lamoso (n = 7578). No Areno-lamoso, *Tringa semipalmata* foi mais abundante (n = 1270) e no arenoso foi *Pluvialis squatarola* (n = 130). *Tringa semipalmata* também foi a espécie mais abundante (n = 788) na área de descanso. Houve maior densidade de aves limícolas forrageando durante as marés de quadratura. A alta densidade de aves limícolas observada provavelmente se deve ao fato da área estudada se tratar de um mosaico de habitats ainda conservados. *Pluvialis squatarola*, *Numenius phaeopus*, *Tringa semipalmata*, *Calidris canutus*, *Arenaria interpres* e *Charadrius semipalmatus* apresentaram o seguinte padrão sazonal: alta densidade entre fevereiro e abril, decréscimos entre maio e julho e acréscimos de agosto a novembro. *Calidris pusilla* diferiu por apresentar acréscimos no mês de julho; *Limnodromus griseus* apresentou altas densidades somente a partir de agosto e *Charadrius collaris* obteve maior densidade de fevereiro a julho e decréscimos de agosto a novembro. Os padrões sazonais mostraram a importância do Canal da Raposa como área de parada para algumas espécies de limícolas e como área de internada para outras. Portanto, a identificação e caracterização do Canal da Raposa como uma importante área de internada para aves limícolas migratórias é fundamental para traçar planos de conservação para a costa norte brasileira, a fim de manter as populações de aves limícolas em longo prazo na natureza.

Palavras-chave: uso de habitats, sazonalidade, aves limícolas, Canal da Raposa.

ABSTRACT

The objective of this work was to characterize use of habitat and seasonality of shorebirds in Raposa's Channel, North of São Luís Island, Gulf of Maranhão. The censuses of shorebirds occurred during two consecutive weeks of each month between February and November 2006. Three areas (each one with 3ha) were selected for censuses, considering the type of flat (mud, sand-mud, sand). The censuses were taken during one spring tide and during one neap tide of each month. In foraging, 17407 shorebirds were observed during the study. The highest density of shorebirds feeding was in the mudflat (180.95 ind/ha), then sand-mudflat (100.25 ind/ha) and sandflat (27.10 ind/ha). *Calidris pusilla* was the most abundant species in Raposa's Channel (n = 8922) and in the mudflat (n = 7578). In sand-mudflat, *Tringa semipalmata* was the most abundant species (n = 1270) and in the sandflat it was *Pluvialis squatarola* (n = 130). *Tringa semipalmata* was the most abundant species in the roost area (n = 788). The highest density of shorebirds feeding was observed during neap tides. The high density of shorebirds observed probably might be due to the study area to form a mosaic of habitats still conserved. *Pluvialis squatarola*, *Numenius phaeopus*, *Tringa semipalmata*, *Calidris canutus*, *A. interpres* and *Charadrius semipalmatus* presented this seasonal pattern: high density between February and April, decreases between May and July and increase in density between August and November. *Calidris pusilla* and differed for presenting increases in density in July; *Limnodromus griseus* had presented high density only since August and *Charadrius collaris* had increases in density between February and July, and decreases between August and November. The seasonal patterns demonstrated the importance of Raposa's Channel as stopover area for some species and winter area for others shorebirds species. Thus, the identification and characterization of Raposa's Channel as important wintering area for migratory shorebirds is fundamental to create conservation plans for north brazilian coast, in order to maintaining the shorebirds populations at long term in nature.

Key-words: use of habitat, seasonality, shorebirds, Raposa's Channel.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudo: Canal da Raposa, com a representação dos diferentes habitats estudados: A: arenoso; AL: areno-lamoso; L: lamoso.....	20
Figura 2. Habitat lamoso, localizado no Canal da Raposa.....	21
Figura 3. Habitat areno-lamoso, localizado no Canal da Raposa.....	22
Figura 4. Habitat arenoso, localizado no Canal da Raposa.....	23
Figura 5. Desenho amostral dos censos de aves limícolas em forrageio, entre fevereiro e setembro de 2006, Raposa, Maranhão.....	24
Figura 6. Censo de aves limícolas no Canal da Raposa.....	25
Figura 7. Espécies de aves limícolas observadas no Canal da Raposa, entre fevereiro a novembro de 2006: A: <i>Calidris alba</i> ; B: <i>Arenaria interpres</i> ; C: <i>Calidris canutus</i> ; D: <i>Tringa semipalmata</i> ; E: <i>Limnodromus griseus</i> ; F: <i>Numenius phaeopus</i>	28
Figura 8. Espécies de aves limícolas observadas no Canal da Raposa, entre fevereiro a novembro de 2006: A: <i>Haematopus palliatus</i> ; B: <i>Pluvialis squatarola</i> ; C: <i>Calidris pusilla</i> ; D: <i>Charadrius semipalmatus</i> ; E: <i>Tringa melanoleuca</i> ; F: <i>Charadrius wilsonia</i> ; G: <i>Charadrius collaris</i> .	29
Figura 9. Densidade média ($x \pm EP$) de aves limícolas em forrageio em três diferentes substratos na Raposa, no período de fevereiro a novembro de 2006.....	30
Figura 10. Densidade média ($x \pm EP$) de aves limícolas forrageando em três tipos de substrato durante diferentes períodos de maré, entre fevereiro e novembro de 2006, na Raposa, Maranhão.....	34

Figura 11. Densidade média ($\bar{x} \pm EP$) de aves limícolas nos três períodos do ciclo migratório (retorno ao ártico, reprodutivo e de chegada), entre fevereiro e novembro de 2006, na Raposa, Maranhão.	35
Figura 12. Sazonalidade de aves limícolas em forrageio na Raposa, no período de fevereiro a novembro de 2006.....	37
Figura 13. Sazonalidade de aves limícolas em forrageio na Raposa, no período de fevereiro a novembro de 2006.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. ANOVA de medida repetida da densidade aves limícolas nos 3 diferentes substratos no Canal da Raposa, entre fevereiro e novembro de 2006.....	30
Tabela 2. Densidade média (ind/ha) de aves limícolas em forrageio no substrato lamoso, durante os 3 períodos do ciclo migratório (retorno, reprodutivo e chegada), na Raposa entre fevereiro e novembro de 2006.....	31
Tabela 3. Densidade média (ind/ha) de aves limícolas em forrageio no substrato areno-lamoso, durante os 3 períodos do ciclo migratório (retorno, reprodutivo e chegada), na Raposa entre fevereiro e novembro de 2006.....	32
Tabela 4. Densidade média (ind/ha) de aves limícolas em forrageio no substrato arenoso, durante os 3 períodos do ciclo migratório (retorno, reprodutivo e chegada), na Raposa entre fevereiro e novembro de 2006.....	33
Tabela 5. ANOVA bifatorial de medida repetida da densidade de aves limícolas em diferentes substratos considerando dois tipos de maré, no Canal da Raposa entre fevereiro e novembro de 2006.....	34
Tabela 6. ANOVA de medida repetida da densidade de aves limícolas nos 3 períodos do ciclo migratório no Canal da Raposa, entre fevereiro e novembro de 2006.....	35
Tabela 7. Densidade média (ind/ha) de aves limícolas em descanso durante a preamar na Raposa, entre fevereiro e novembro de 2006.....	40

SUMÁRIO

Introdução Geral	
Resumo/ Abstract	7
1. Introdução	13
1.1 Uso de habitats	14
1.2 Sazonalidade	15
1.3 Importância do estudo sobre uso de habitats e sazonalidade de aves limícolas no Maranhão	17
2. Objetivos	18
2.1 Objetivo Geral	18
2.2 Objetivos Específicos	18
3. Material e Métodos	19
3.1 Área de estudo	19
3.2 Delineamento experimental	23
3.3 Análise de dados	25
4. Resultados	27
4.1 Áreas de Forrageio	27
4.1.1 Usos de Habitats	27
4.1.2 Sazonalidade	34
4.2 Área de Descanso	40
5. Discussão	40
5.1 Áreas de Forrageio	41
5.1.1 Uso de Habitats	41
5.1.2 Sazonalidade	45
5.2 Área de Descanso	50
5.3 Conservação de Aves Limícolas	51
6. Conclusões	56
Apêndice A	65
Apêndice B (Artigo)	66

1. INTRODUÇÃO

Aves limícolas (Charadriiformes) são habitantes de áreas úmidas e popularmente conhecidas como maçaricos e batuíras. Algumas espécies se destacam por serem migrantes transequatoriais, reproduzirem-se nas regiões árticas, e durante o inverno destas regiões migrarem para o hemisfério sul à procura de áreas de descanso e forrageio (Myers, 1983; Morrison, 1984; Swennen e Spaans, 1985; Burger *et al.*, 1997).

Várias características apontam a importância da realização de trabalhos com aves limícolas. Segundo Piersma e Lindström (2004), elas freqüentam habitats terrestre, limnício e marinho, desta forma, mudanças ambientais nestes três tipos de habitats podem afetar o ciclo de vida dessas aves. Neste contexto, têm sido utilizadas como indicadores de mudanças climáticas, como correntes de ar, secas e invernos prolongados e aquecimento global.

São espécies com fragilidade à fragmentação de zonas costeiras (MMA, 2005), podendo atuar como indicadores biológicos pela sua alta capacidade de deslocamento e pela fidelidade aos sítios de invernada (Harrington, *et al.*, 1988; Rodrigues, 2001) que várias espécies possuem, ou seja, a cada ano durante a migração do Ártico para a América do Sul, limícolas retornam para as mesmas áreas, se estas estiverem conservadas.

Aves limícolas também podem ser utilizadas como indicadores de produtividade de ecossistemas costeiros, pois através da densidade das mesmas, pode-se inferir a

respeito da densidade de organismos bentônicos, considerando que vários estudos relatam que áreas com alta densidade de bentos atraem alta densidade de limícolas (Recher, 1966; Lopes, 2003; Placyk e Harrington, 2004; Silva, 2005).

1.1 Uso de habitats

Aves limícolas se concentram em zonas costeiras, em determinados estuários para forrageio e descanso (Swennen e Spaans, 1985; Burger *et al.*, 1997). A região entre-marés, com diferentes tipos de substratos (arenosos, areno-lamosos, lamosos, rochosos) atrai grandes quantidades de aves limícolas (principalmente durante os períodos de migração de primavera e de outono), pois invertebrados bentônicos são habitantes destes substratos e constituem o principal item alimentar de limícolas em áreas de invernada (Recher, 1966; Skagen e Knopf, 1993; Lopes, 2003; Smart e Gill, 2003).

De acordo com a diversidade e a densidade de presas e com a taxa de predação, pode ser avaliada a qualidade de habitats de forrageio para limícolas (Smart e Gill, 2003). Uma vez que existe o comportamento de fidelidade aos sítios de invernada (McNeil, 1982; Rodrigues, 2001; Ribeiro, *et al.*, 2004), há um conhecimento prévio entre as aves sobre quais áreas são mais aproveitáveis para forrageio, considerando a conservação das mesmas ao longo de cada ciclo migratório.

Regiões costeiras com diversificadas feições abrangem diferentes tipos de habitats entre-marés, sendo que os mesmos variam de acordo com a localização no estuário e com o hidrodinamismo de cada região específica do mesmo (Austin e Rehfish, 2003). Desta forma, áreas entre-marés que se localizam em partes mais internas do estuário tendem a concentrar sedimentos mais finos, pois os mesmos estão submetidos a baixo hidrodinamismo e conseguem sedimentar. Enquanto que, áreas mais externas do estuário, estão expostas à maior hidrodinâmica e então tendem a concentrar sedimentos mais grossos, pois os finos ficam dispersos na coluna d'água.

Existe uma relação intrínseca entre a diversidade de ambientes entre-marés ao longo do estuário e a diversidade de aves limícolas, pois há maior disponibilidade e variedade de nichos para serem ocupados pelas mesmas (Recher, 1966; Danufsky e Colwell, 2003). Assim, o uso de habitats por limícolas é influenciado principalmente por: variações ambientais como flutuações na altura de maré, salinidade, disponibilidade de habitats alternativos (Collazo *et al.*, 1995), pela heterogeneidade ambiental e pelas variações espaciais e temporais na disponibilidade de presas (Ribeiro *et al.*, 2004).

1.2 Sazonalidade

Durante a migração, aves limícolas utilizam áreas principalmente para três finalidades: 1) Reprodução, localizadas no ártico (Piersma e Lindström, 2004); 2) Parada (onde aves pausam a migração para recarga do suprimento energético para continuar a rota) (Tsipoura e Burger, 1999) e 3) Invernada (onde passam vários meses

se alimentando e descansando, armazenando gordura para retornar às áreas de reprodução e completarem o ciclo migratório anual) (Placyk e Harrington, 2004).

As espécies de aves limícolas do hemisfério ocidental reproduzem no Canadá e Alasca e durante o inverno boreal migram para áreas de invernada no sul da América do Norte, América Central e América do Sul. Esta migração ocorre em períodos específicos: muitas espécies chegam na América do Sul em agosto, no entanto, esta chegada pode se estender até novembro. No período de chegada na costa norte da América do Sul, alguns indivíduos permanecem para invernar e outros fazem paradas para repor o gasto energético e continuar a migração para invernar em regiões mais ao sul da América do Sul. O retorno ao hemisfério norte para a reprodução ocorre entre o período de março a maio, ocorrendo o período reprodutivo entre os meses de junho e julho, durante o verão boreal (McNeil, 1970; Spaans, 1978; Rodrigues, 2000, 2001).

As condições ambientais encontradas ao longo da migração têm papel fundamental na evolução do comportamento migratório (Recher, 1966). A flexibilidade da estrutura e da distribuição das comunidades de aves limícolas indica que a estabilidade e a qualidade de habitats costeiros são de extrema importância para a migração (Zhenming *et al.*, 2006).

Portanto, o conhecimento detalhado das áreas que são criticamente importantes para as espécies migratórias em diferentes épocas do ano, não é apenas de fundamental importância biológica no entendimento do ciclo de vida das espécies, como é essencial para traçar planos de conservação.

1.3 Importância do estudo sobre uso de habitat e sazonalidade de aves limícolas no Maranhão

O setor entre o Maranhão e o Pará (região compreendida entre o Salgado Paraense e as Reentrâncias Maranhenses) é a segunda área de invernada mais importante da América do Sul para aves limícolas migratórias intercontinentais, sendo este superado apenas pelo Suriname (Morrison e Ross, 1989). Por conta disso, as Reentrâncias Maranhenses foram incluídas na Rede Hemisférica de Reservas de Aves Limícolas, uma rede internacional que define as principais áreas de ocorrência de aves limícolas; além de serem um sítio Ramsar, incluídas na Lista de Zonas Úmidas de Importância Internacional, a partir de 1993.

Segundo MMA (2002), as áreas de invernada na costa brasileira sofrem muitas ameaças provocadas pela interferência humana no que diz respeito ao alto grau de urbanização, à exploração desordenada e predatória de seus recursos naturais e aos impactos cada vez maiores da economia do turismo e do lazer, realidades que podem comprometer seriamente a biodiversidade dos ecossistemas costeiros.

Tendo em vista que vários trabalhos relatam decréscimos populacionais para algumas espécies de limícolas, tais como: *Calidris canutus*, *Calidris pusilla*, *Calidris alba*, *Limnodromus griseus*, *Arenaria interpres*, *Pluvialis squatarola* e *Numenius. phaeopus* (Clark *et al.*, 1993; Collazo *et al.*, 1995; Gratto-Trevor *et al.*, 1998; Morrison *et al.*, 2004; González *et al.*, 2004; Burger *et al.*, 2004), é de suma importância a realização de estudos que possam identificar um número maior de áreas de invernada, ressaltando assim as áreas prioritárias no ciclo migratório de aves limícolas.

Na costa norte do Brasil, estudos que envolvam sazonalidade e uso de habitats por aves limícolas migratórias ainda são incipientes, podem-se citar os trabalhos desenvolvidos por: Morrison e Ross, 1989; Rodrigues e Roth, 1990; Rodrigues, 1993; Rodrigues e Lopes, 2000; Rodrigues, 2000; Lopes, 2003; Soares, 2004, Kober, 2004 e Silva, 2005.

Estudos são mais escassos ainda na região norte da ilha de São Luís, onde se localiza o município da Raposa. Esta área foi considerada de expressiva abundância de aves limícolas (Morrison *et al.*, 1986; Morrison e Ross, 1989, Rodrigues, 2000). Desta forma, torna-se fundamental o desenvolvimento de trabalhos que possam caracterizar as populações de limícolas que utilizam a Raposa como área de invernada, a fim de contribuir para a conservação em longo prazo destas populações.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Caracterizar segundo o uso de habitats e a abundância de aves limícolas, a região do Canal da Raposa, no norte da Ilha de São Luís, Maranhão.

2.2 Objetivos específicos

Descrever a abundância sazonal de aves limícolas no Canal da Raposa de acordo com os períodos do ciclo migratório, compreendidos entre os meses de fevereiro e novembro de 2006.

Caracterizar o uso de habitats por aves limícolas no Canal da Raposa, considerando três tipos de habitats: lamoso, areno-lamoso e arenoso.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A área entre as Reentrâncias Maranhenses e o Golfão Maranhense possui a costa profundamente acidentada, com uma série de pontões de areia separando baías rasas. As partes internas das baías contêm grandes bancos de lama, extensos habitats entre marés, e são envolvidos por manguezais de grande extensão, que chegam a cobrir completamente porções de terra que separam as baías (Morrison *et al.*, 1986).

A área de estudo compreende o Canal da Raposa, situada no norte da Ilha de São Luís, no Golfão Maranhense, uma área de encontro de águas doces provenientes dos rios Mearim, Pindaré, Itapecuru e Munim e águas salgadas vindas do oceano Atlântico, formando as Baías de São Marcos e São José (GEPLAN, 2002), dando origem assim a extensas áreas estuarinas, de diferentes tipos de sedimento e vegetação. Segundo Mabeoone e Coutinho (1970), a amplitude de maré compreende uma das maiores do Brasil, tendo como valor máximo 8.16m.

A área do Canal da Raposa ($02^{\circ} 24' S$; $44^{\circ} 05' W$) constitui-se como estuário, sendo bastante recortada com zonas de deposição e erosão de sedimento. Este hidrodinamismo caracteriza a área em diversificados habitats: dunas móveis, zonas com vegetação, como manguezais, marismas e restinga e zonas sem vegetação (zona entre-marés), com 3 tipos diferentes de substrato: arenoso, areno-lamoso e lamoso (Figura 1).

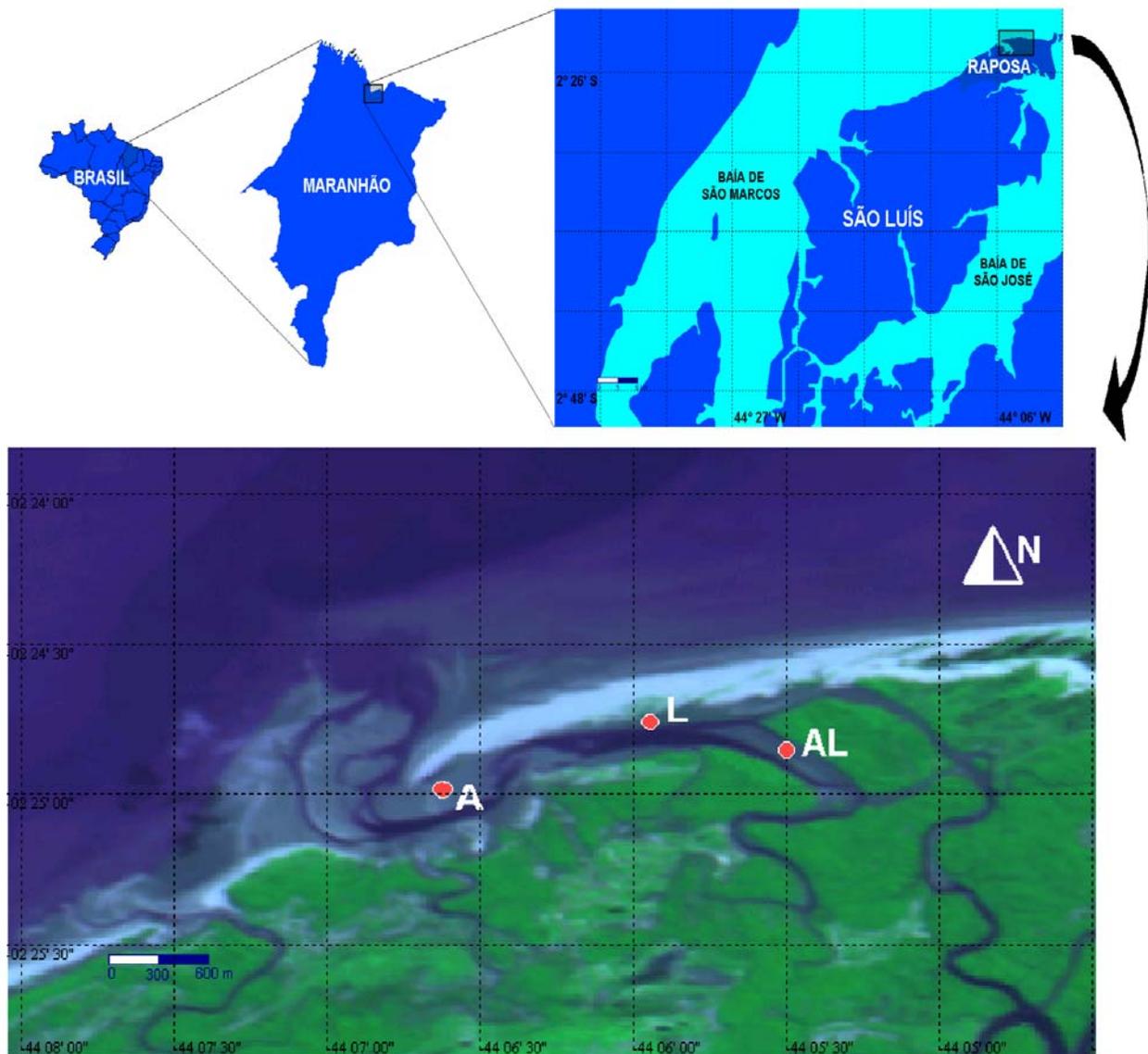


Figura 1. Área de estudo: Canal da Raposa, com a representação dos diferentes habitats estudados: A: arenoso; AL: areno-lamoso; L: lamoso. (Fonte da imagem: INPE, 2006).

Dentre as áreas selecionadas para a realização deste trabalho estão habitats lamoso, areno-lamoso e arenoso. A área lamosa ($2^{\circ}24'43.71''\text{S}$ $44^{\circ}5'56.81''\text{W}$) foi classificada de acordo com o método de granulometria por pipetagem (Suguio, 1973) com predominância de silte grosso (40,18%). Está localizada próxima à uma faixa de dunas não vegetadas e dunas vegetadas, principalmente por *Sesuvium portulacastrum* (florzinha-da-restinga). Apresenta uma estreita faixa de manguezal composto por: *Avicennia germinans* (mangue siriba), jovens de *Conocarpus erectus* (mangue de botão) e de *Rhizophora mangle* (mangue vermelho), além de marismas, representados por *Sporobolus virginicus* (capim agulha) (Figura 2).



Figura 2. Habitat lamoso, localizado no Canal da Raposa, visto de vários ângulos: a e b: próximo ao mangue; c: próximo à *Sporobolus virginicus*; d: próximo às dunas vegetadas e não vegetadas.

O habitat areno-lamoso (2°24'53.75"S 44°5'44.83"W) foi classificado de acordo com o método de granulometria por pipetagem (Suguio, 1973) com predominância de areia (65,1%) e de silte grosso (21,32%). Está localizado próximo a um manguezal representado por *Avicennia germinans* (mangue siriba). É a área de estudo mais interna do Canal da Raposa. Apresenta uma extensa zona de caranguejo *Uca* spp., além de bancos de sarnambi (*Anomalocardia brasiliana*) e tarioba (*Iphigenia brasiliana*) (Figura 3).



Figura 3. Habitat areno-lamoso, localizado no Canal da Raposa, em diferentes ângulos, a: descoberto pela maré; b e c: coberto pela maré e próximo ao manguezal; d: descoberto pela maré com aves limícolas se alimentando.

A área arenosa ($2^{\circ}24'57.08''\text{S}$ $44^{\circ}6'36.33''\text{W}$) foi classificada de acordo com o método de granulometria por peneiramento (Suguio, 1973) com predominância de areia fina (74,69%). Está próxima à praia de Carimã e de uma extensa faixa de areia localizada no supralitoral sem vegetação e com vegetação, composta basicamente por *Sesuvium portulacastrum* (florzinha-da-restinga) (Figura 4).



Figura 4. Habitat arenoso, localizado no Canal da Raposa, em diferentes ângulos, a: próximo à praia de Carimã; b: área com ondulações feitas pela maré; c: em frente à zona urbana da Raposa; d: com o manguezal na região posterior.

3.2 Delineamento experimental

A fim de caracterizar os habitats lamoso, areno-lamoso e arenoso segundo a porcentagem granulométrica, foi realizada a granulometria seguindo dois métodos propostos por Suguio (1973): granulometria por peneiramento, para as frações compostas por mais de 70% de areia; e granulometria por pipetagem, para as frações compostas por menos de 70% de areia.

Os censos foram realizados durante 2 semanas consecutivas a cada mês, entre fevereiro e novembro de 2006 no Canal da Raposa. Foram selecionadas três áreas para a realização dos censos, considerando o tipo de substrato (lamoso, areno-lamoso e arenoso). Em cada área foi escolhido 1 sítio com 3ha (Figura 5). Os censos foram realizados durante a maré vazante com cerca de 30 a 50% de exposição dos substratos. O observador deslocava-se a pé paralelo à linha de maré contando todas as aves observadas em forrageio nas três áreas de estudo. A fim de compreender melhor a influência das marés sobre a abundância de aves limícolas, os censos foram realizados durante uma maré de sizígia e durante uma maré de quadratura de cada mês. Censos também foram realizados durante a preamar nas áreas de descanso, com o observador dentro de uma embarcação ou no solo através de um ponto fixo.

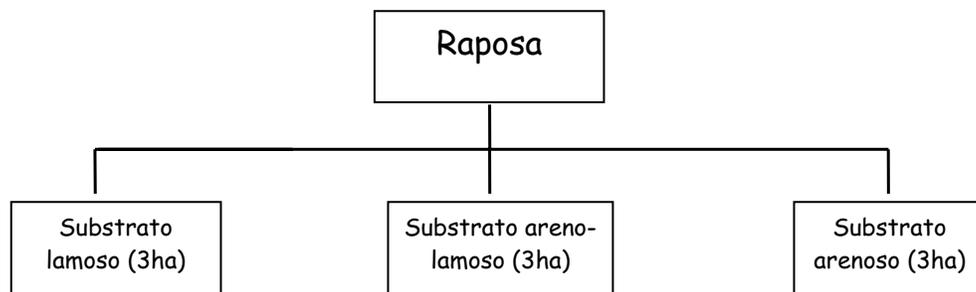


Figura 5. Esquema amostral dos censos de aves limícolas em forrageio, entre fevereiro e novembro de 2006, Canal da Raposa, Maranhão.

Os censos populacionais das espécies de aves limícolas foram realizados com base em observações diretas com o uso de binóculos 10 x 50 (Figura 6) e guia de identificação (Hayman, *et al.*, 1986). Para a realização dos censos foi utilizado o método de contagens de aves limícolas proposto por Kasprzyk e Harrington (1989), o qual relata que quando a população é relativamente pequena e as aves podem ser contadas uma a uma, obedecem ao método de contagem direta. Contagens de grandes populações, onde é impossível a contagem individual, utiliza-se o método por estimativa. Nesse último método um grupo de dez aves de uma espécie é “memorizado” pela mente e o restante das aves contadas por grupos de dez.



Figura 6. Censo de aves limícolas no Canal da Raposa, a: paralelo à linha de maré; b: através de embarcação.

3.3 Análise dos dados

A diversidade de aves limícolas para cada substrato no Canal da Raposa foi calculada segundo o Índice de Shannon-Wiener (Brower *et al.*, 1997). E a riqueza foi representada pelo número de espécies.

Realizou-se ANOVA de medida repetida a fim de comparar a densidade (variável resposta) de aves limícolas em cada área de estudo em três diferentes épocas do ciclo anual de migração: a chegada da migração na América do Sul (agosto a novembro), a preparação fisiológica das aves para o retorno às áreas de reprodução (fevereiro a maio) e o período reprodutivo (junho e julho), onde alguns indivíduos jovens e aqueles que não conseguiram atingir peso para migrar permanecem nas áreas de invernada.

Foi realizada ANOVA de medida repetida para comparar o uso dos três diferentes substratos utilizados por aves limícolas, levando em consideração a densidade total de aves (variável resposta) dentre os meses amostrados.

Foi feita uma ANOVA bi-fatorial de medida repetida, onde uma categoria de classificação foi o tipo de habitat, com três níveis (lamoso, areno-lamoso e arenoso) e a outra categoria, o tipo de maré, com dois níveis (sizígia e quadratura), a fim de comparar o uso dos diferentes substratos em dois períodos de marés.

O teste de Tukey foi utilizado para realizar as comparações *a posteriori* das análises de variância.

Os dados foram transformados através de dois procedimentos: quando a matriz de dados não apresentava zero, seguiu-se a transformação \sqrt{x} , e quando apresentava zero, transformou-se por $\sqrt{x + 0,5}$, segundo Sokal e Rohlf (1995).

Os testes estatísticos foram realizados no programa SYSTAT 10. O nível de significância adotado para os testes foi $\alpha = 0.05$.

Os censos de aves estão colocados neste trabalho em densidade média (ind/ha) \pm erro padrão (EP).

4. RESULTADOS

4.1 Áreas de forrageio

4.1.1 Uso de habitats

Durante o período de fevereiro a novembro de 2006 foram observadas no Canal da Raposa 13 espécies de aves limícolas forrageando (Figura 7), representantes das famílias Scolopacidae, Charadriidae e Hematopodidae, com um total de 17407 aves observadas.

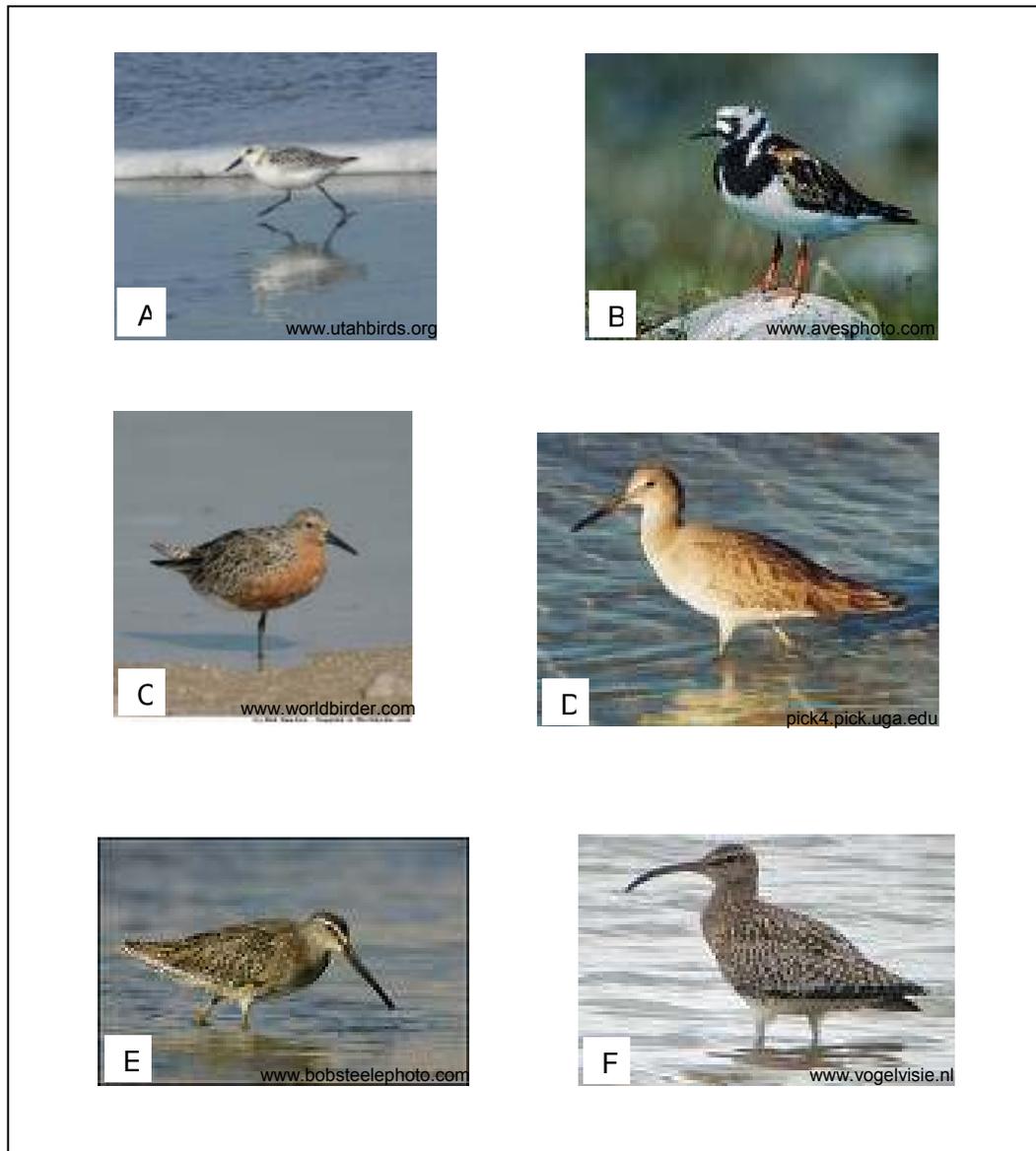


Figura 7. Espécies de aves limícolas observadas no Canal da Raposa, entre fevereiro a novembro de 2006: A: *Calidris alba*; B: *Arenaria interpres*; C: *Calidris canutus*; D: *Tringa semipalmata*; E: *Limnodromus griseus*; F: *Numenius phaeopus*.

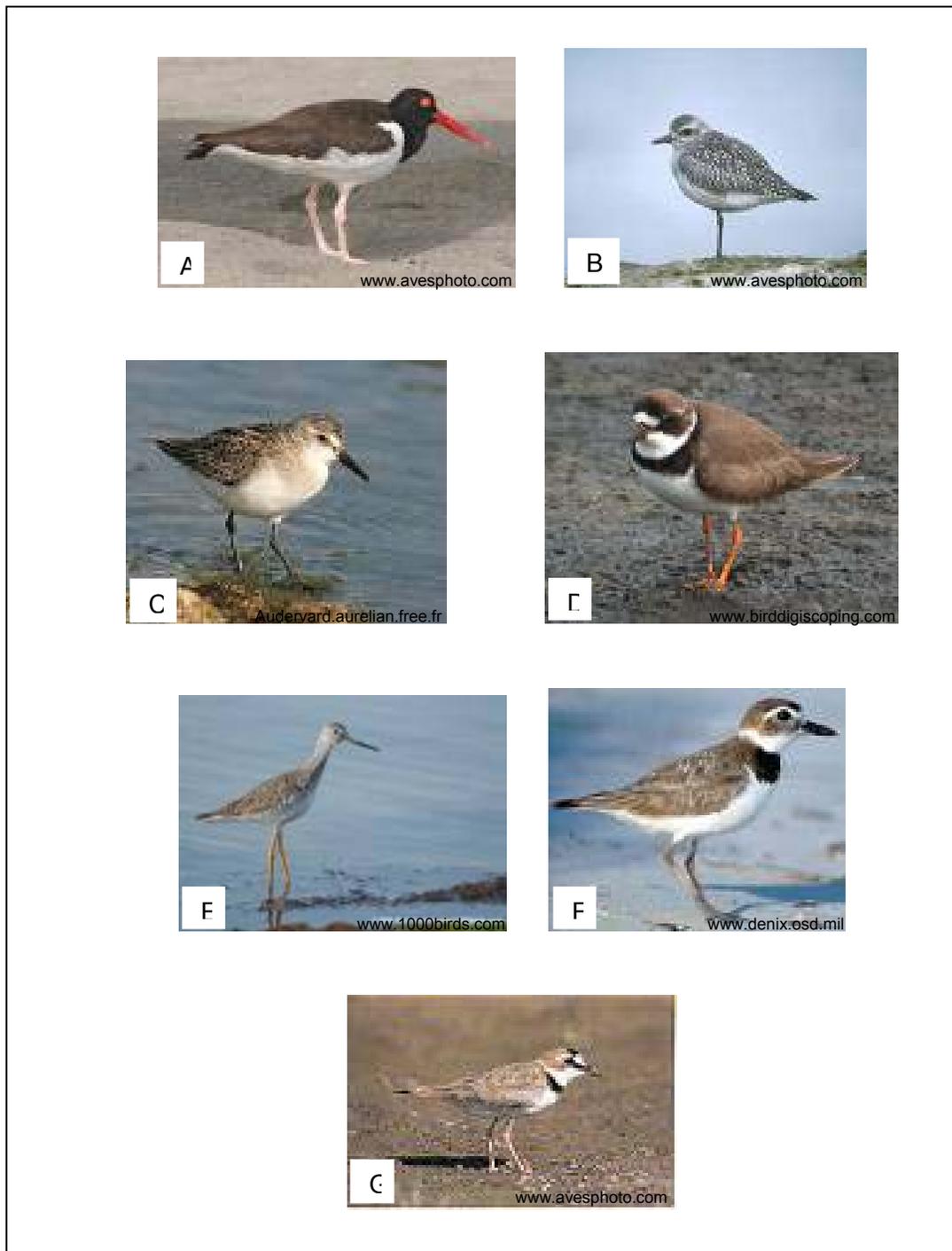


Figura 8. Espécies de aves limícolas observadas no Canal da Raposa, entre fevereiro a novembro de 2006: A: *Haematopus palliatus*; B: *Pluvialis squatarola*; C: *Calidris pusilla*; D: *Charadrius semipalmatus*; E: *Tringa melanoleuca*; F: *Charadrius wilsonia*; G: *Charadrius collaris*.

Foi observado durante o período de estudo que há diferenças na utilização das áreas de forrageio por aves limícolas no Canal da Raposa (Tabela 1). O substrato lamoso, com densidade média de $180,95 \pm 18,83$ indivíduos ($n = 10858$) obteve maior densidade de aves quando comparado ao substrato areno-lamoso (Teste de Tukey, $p = 0,001$) e ao substrato arenoso (Teste de Tukey, $p = 0,000$). Enquanto que o substrato areno-lamoso também teve maior densidade de aves que o arenoso (Teste de Tukey, $p = 0,000$) (Figura 9).

Tabela 1. ANOVA de medida repetida da densidade aves limícolas nos 3 diferentes substratos no Canal da Raposa, entre fevereiro e novembro de 2006.

Fatores	SQ	g.l.	MQ	F	p	G-G	H-F
Mês	267,707	9	29,745	12,085	0,000	0,000	0,000
Mês*SUBSTRATO	316,043	18	17,558	7,134	0,000	0,000	0,000
Resíduo	1262,650	513	2,461				

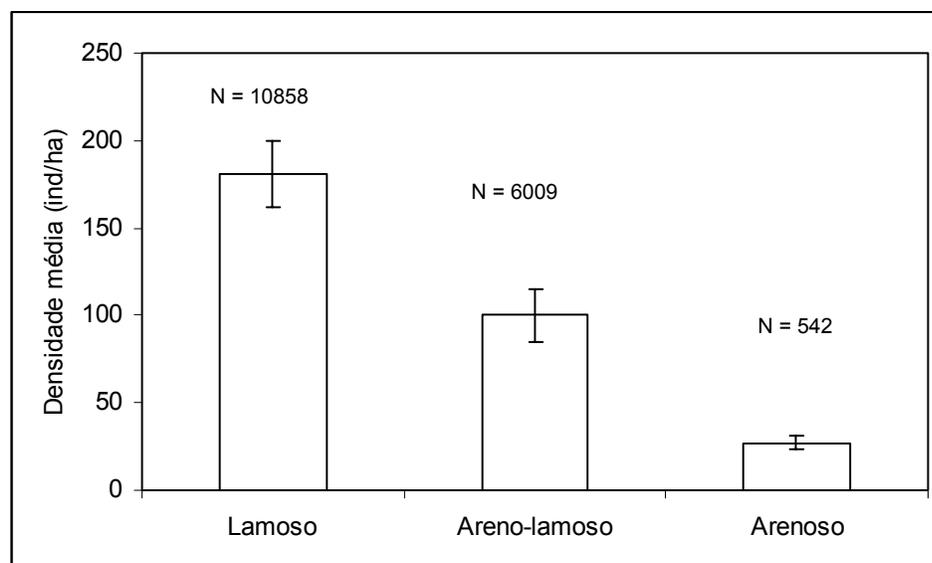


Figura 9. Densidade média ($\bar{x} \pm EP$) de aves limícolas em forrageio em três diferentes substratos no Canal da Raposa, no período de fevereiro a novembro de 2006.

No substrato lamoso, *C. pusilla* foi a espécie mais abundante nos 3 períodos do ciclo migratório (Tabela 2).

Tabela 2. Densidade média (ind/ha) de aves limícolas em forrageio no substrato lamoso, durante os 3 períodos do ciclo migratório (retorno, reprodutivo e chegada), no Canal da Raposa, entre fevereiro e novembro de 2006.

Espécies	Densidade média ($x \pm EP$)			Nº de indivíd.
	Per. de Retorno	Per. Reprodutivo	Per. de Chegada	
<i>Calidris pusilla</i>	176,62 \pm 16,35	98,25 \pm 45,07	90,0 \pm 19,16	7578
<i>Charadrius semipalmatus</i>	29,25 \pm 4,80	14,25 \pm 4,25	27,0 \pm 6,18	1522
<i>Limnodromus griseus</i>	0,37 \pm 0,18	0	31,75 \pm 6,10	774
<i>Arenaria interpres</i>	1,62 \pm 0,56	0,75 \pm 0,48	11,75 \pm 2,66	332
<i>Charadrius collaris</i>	3,87 \pm 0,83	3,5 \pm 0,5	0,37 \pm 0,26	148
<i>Pluvialis squatarola</i>	3,25 \pm 0,84	0,75 \pm 0,25	2,5 \pm 0,33	144
<i>Calidris canutus</i>	1,87 \pm 0,67	0	3,0 \pm 0,25	117
<i>Tringa semipalmata</i>	1,5 \pm 0,46	0	3,0 \pm 0,60	107
<i>Numenius phaeopus</i>	1,12 \pm 0,29	0,5 \pm 0,29	1,75 \pm 0,25	75
<i>Tringa melanoleuca</i>	0,5 \pm 0,27	0	0,87 \pm 0,23	29
<i>Charadrius wilsonia</i>	0	0,5 \pm 0,29	0,5 \pm 0,27	20
<i>Haematopus palliatus</i>	0,12 \pm 0,12	0,25 \pm 0,25	0,37 \pm 0,18	12

No substrato areno-lamoso, *T. semipalmata*, *C. pusilla* e *C. canutus* foram as espécies mais abundantes. Estas três espécies apresentaram maior densidade nos períodos de chegada e de retorno (Tabela 3).

Tabela 3. Densidade média (ind/ha) de aves limícolas em forrageio no substrato arenolamoso, durante os 3 períodos do ciclo migratório (retorno, reprodutivo e chegada), no Canal da Raposa, entre fevereiro e novembro de 2006.

Espécies	Densidade média ($x \pm EP$)			Nº de indivíd.
	Per. de Retorno	Per. Reprodutivo	Per. de Chegada	
<i>Tringa semipalmata</i>	16,0 \pm 3,87	1,0 \pm 1,0	36,37 \pm 5,01	1270
<i>Calidris pusilla</i>	22,37 \pm 5,41	1,25 \pm 0,63	29,25 \pm 9,38	1252
<i>Calidris canutus</i>	21,5 \pm 9,74	2,25 \pm 1,31	23,37 \pm 4,22	1105
<i>Charadrius semipalmatus</i>	15,75 \pm 4,76	0,5 \pm 0,5	18,25 \pm 5,02	831
<i>Numenius phaeopus</i>	6,87 \pm 1,68	6,25 \pm 4,61	16,0 \pm 3,46	625
<i>Arenaria interpres</i>	5,75 \pm 1,22	1,75 \pm 0,48	9,12 \pm 2,21	383
<i>Haematopus palliatus</i>	7,37 \pm 2,22	1,75 \pm 0,48	3,12 \pm 1,34	274
<i>Pluvialis squatarola</i>	4,37 \pm 0,96	1,25 \pm 0,25	2,62 \pm 0,62	182
<i>Charadrius collaris</i>	2,37 \pm 0,96	0,25 \pm 0,25	0	64
<i>Limnodromus griseus</i>	0,62 \pm 0,32	0	0,37 \pm 0,18	21

O substrato arenoso foi o de menor densidade de aves limícolas. *P. squatarola*, *C. semipalmatus* e *C. pusilla* foram as espécies mais abundantes. *P. squatarola* obteve maior densidade nos períodos de retorno e chegada. Enquanto que, *C. semipalmatus* e *C. pusilla* apresentaram maior densidade no período reprodutivo (Tabela 4). Foram realizadas observações sobre a utilização desta área por *P. squatarola* para descanso também.

Tabela 4. Densidade média (ind/ha) de aves limícolas em forrageio no substrato arenoso, durante os 3 períodos do ciclo migratório (retorno, reprodutivo e chegada), no Canal da Raposa, entre fevereiro e novembro de 2006.

Espécies	Densidade média ($x \pm EP$)			Nº de indivíd.
	Per. de Retorno	Per. Reprodutivo	Per. de Chegada	
<i>Pluvialis squatarola</i>	7,0 \pm 2,32	1,75 \pm 1,44	8,38 \pm 2,53	130
<i>Charadrius semipalmatus</i>	1,75 \pm 0,59	14,0 \pm 5,58	3,5 \pm 0,53	98
<i>Calidris pusilla</i>	1,75 \pm 0,67	15,0 \pm 9,37	2,25 \pm 1,10	92
<i>Arenaria interpres</i>	2,75 \pm 1,56	2,5 \pm 1,19	5,12 \pm 4,15	73
<i>Charadrius collaris</i>	5,0 \pm 1,67	3,5 \pm 0,64	0,37 \pm 0,37	57
<i>Calidris alba</i>	0,5 \pm 0,27	0,25 \pm 0,25	5,37 \pm 2,7	48
<i>Haematopus palliatus</i>	0,25 \pm 0,25	0,5 \pm 0,5	1,62 \pm 0,56	17
<i>Numenius phaeopus</i>	1,12 \pm 0,58	0,5 \pm 0,5	0,25 \pm 0,16	13
<i>Calidris canutus</i>	0,62 \pm 0,62	0	0,12 \pm 0,12	6
<i>Tringa semipalmata</i>	0,5 \pm 0,5	0	0,25 \pm 0,12	6
<i>Charadrius wilsonia</i>	0	0,25 \pm 0,25	0,12 \pm 0,12	2

É importante ressaltar que *T. melanoleuca* ocorreu somente no substrato lamoso (Tabela 2) e *C. alba* ocorreu somente no arenoso (Tabela 4). Além da presença de *L. griseus* a partir do período de chegada e da ausência de *C. collaris* no período de chegada.

A diversidade de espécies em forrageio foi maior no substrato areno-lamoso ($H = 2,76$), seguido do arenoso ($H = 2,66$) e do lamoso ($H = 1,49$). Enquanto que a riqueza foi maior no substrato lamoso (12 espécies), seguido do arenoso (11 espécies) e do areno-lamoso (10 espécies).

Aves limícolas foram observadas em forrageio com maior densidade durante as marés de quadratura nos três diferentes tipos de substrato (lamoso, areno-lamoso e arenoso) (Figura 10). No entanto, não foram verificadas diferenças significativas na densidade de aves em relação aos diferentes tipos de maré, somente em relação aos

substratos. Não foi verificada interação entre os diferentes tipos de maré com os substratos (Tabela 5).

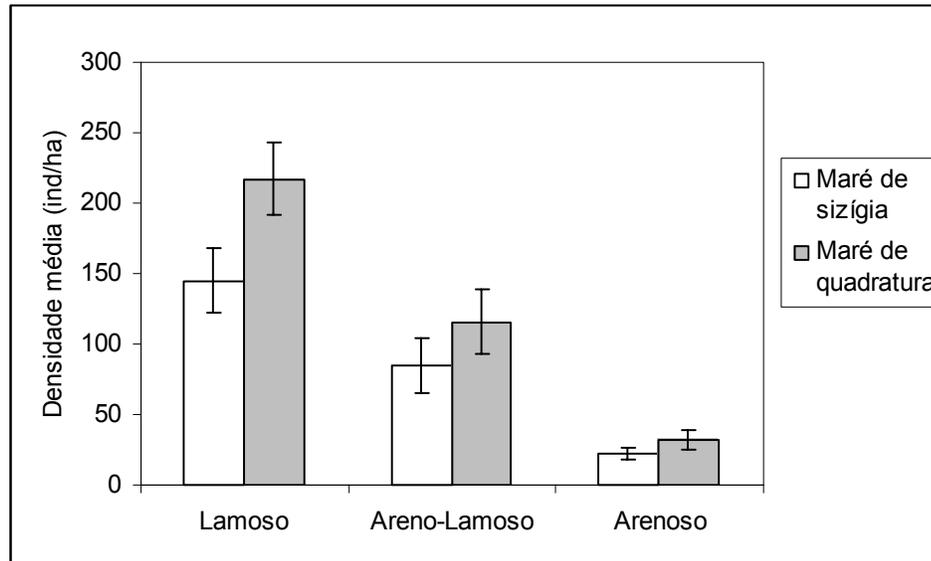


Figura 10. Densidade média ($\bar{x} \pm EP$) de aves limícolas forrageando em três tipos de substrato durante diferentes períodos de maré, entre fevereiro e novembro de 2006, no Canal da Raposa.

Tabela 5. ANOVA bifatorial de medida repetida da densidade de aves limícolas em diferentes substratos considerando dois tipos de maré, no Canal da Raposa entre fevereiro e novembro de 2006.

Fatores	SQ	g.l.	MQ	F	p	G-G	H-F
Mês	267,707	9	29,745	11,958	0,000	0,000	0,000
Mês*SUBSTRATO	316,143	18	17,558	7,059	0,000	0,000	0,000
Mês*MARE	25,960	9	2,884	1,160	0,319	0,330	0,330
Mês*	27,810	18	1,545	0,621	0,884	0,759	0,787
SUBSTRATO*MARE							
Resíduo	1208,880	486	2,487				

4.1.2 Sazonalidade

Foi observado que a densidade de aves limícolas variou de acordo com a época do ciclo migratório (Tabela 6). Os períodos de retorno ao ártico (Teste de Tukey, $p = 0,003$) e de chegada (Teste de Tukey, $p = 0,000$) obtiveram maior densidade de aves em forrageio quando comparados ao período de reprodução, onde muitas aves estão no norte dos Estados Unidos e no ártico canadense se reproduzindo. Sendo que, não houve diferenças significativas na densidade entre os períodos de retorno e de chegada (Teste de Tukey, $p = 0,570$) (Figura 11).

Tabela 6. ANOVA de medida repetida da densidade de aves limícolas nos 3 períodos do ciclo migratório no Canal da Raposa, entre fevereiro e novembro de 2006.

Fatores	SQ	g.l.	MQ	F	P	G-G	H-F
MÊS	113,172	2	56,586	17,471	0,000	0,000	0,000
Resíduo	770,828	238	3,239				

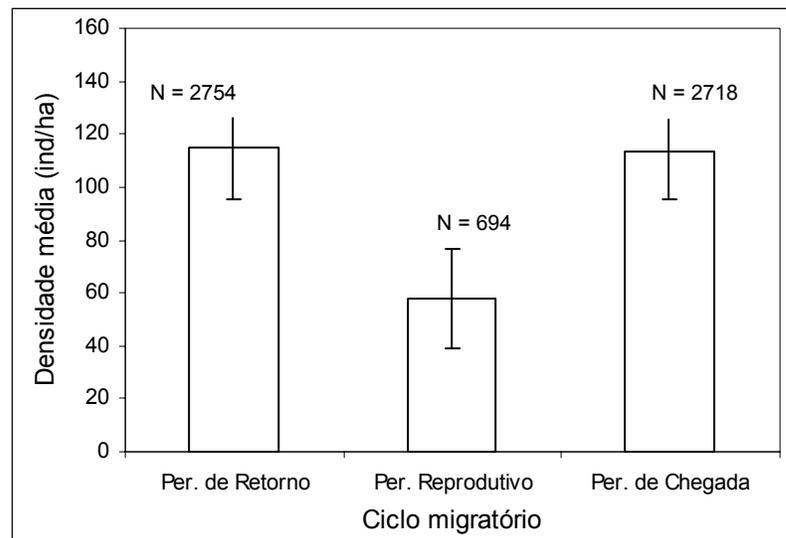


Figura 11. Densidade média ($\bar{x} \pm EP$) de aves limícolas nos três períodos do ciclo migratório (retorno ao ártico, reprodutivo e de chegada), entre fevereiro e novembro de 2006, no Canal da Raposa.

P. squatarola, *N. phaeopus*, *C. canutus*, *T. semipalmata*, *A. interpres* e *C. semipalmatus* apresentaram o seguinte padrão sazonal: alta densidade de fevereiro a abril e decréscimos a partir de maio representando a migração em direção às áreas de reprodução. Em junho e julho, as densidades continuam baixas, indicando o período reprodutivo das aves no ártico. Acréscimos numéricos novamente a partir dos meses de agosto e setembro com a chegada dos migrantes (Figura 12).

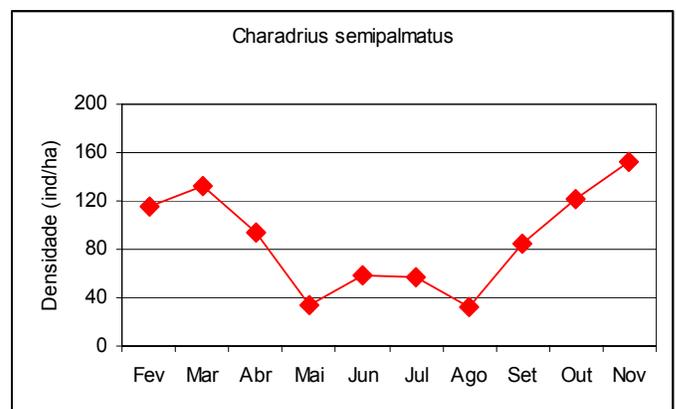
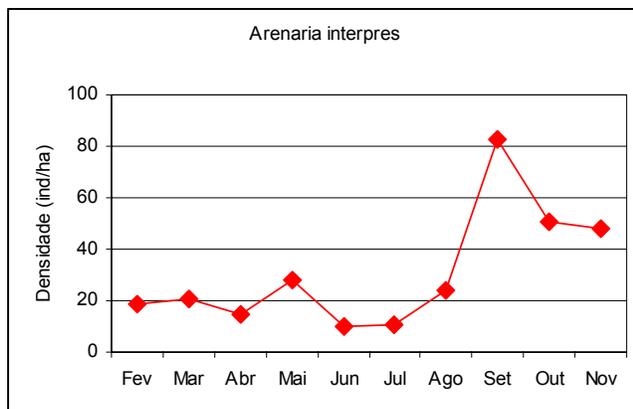
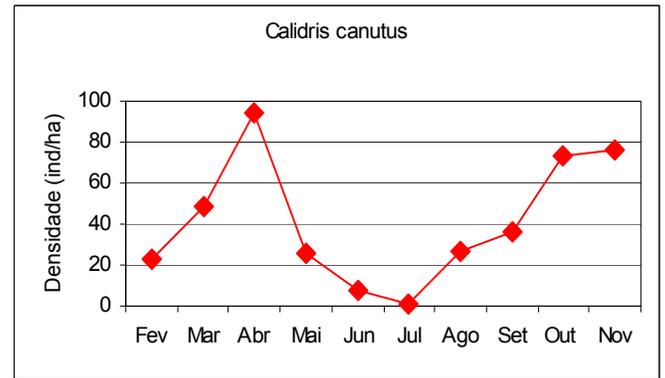
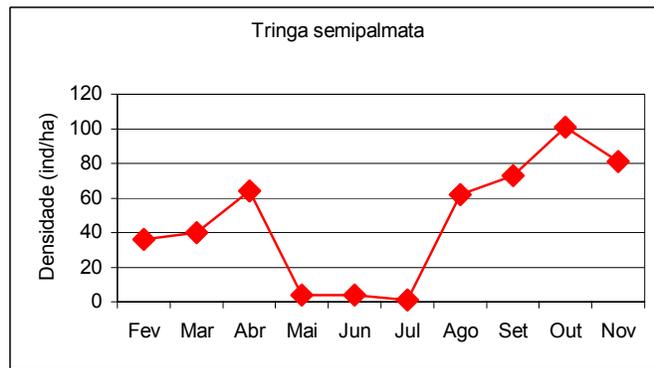
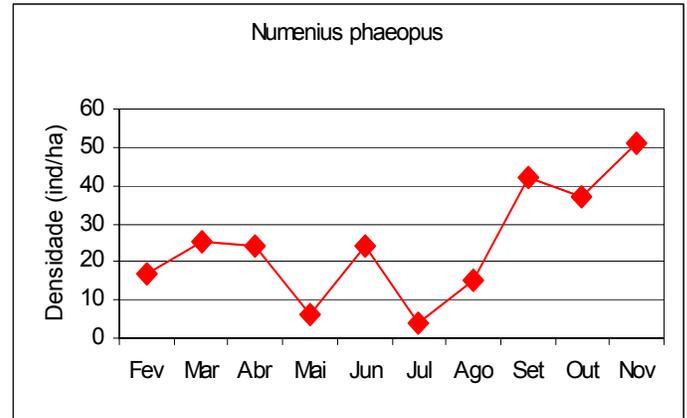
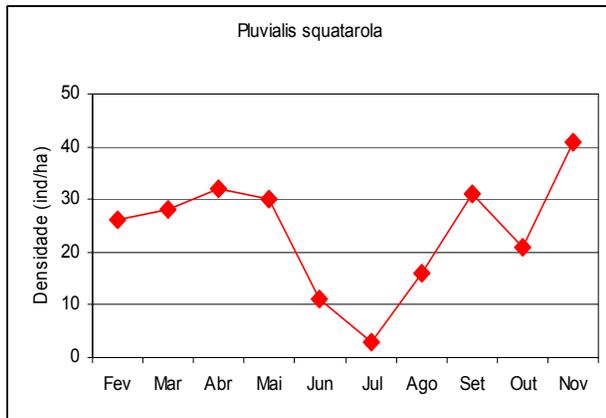


Figura 12. Sazonalidade de aves limícolas em forrageio no Canal da Raposa, no período de fevereiro a novembro de 2006.

No entanto, *L. griseus*, *C. collaris*, *C. pusilla*, *H. palliatus* e *C. wilsonia* apresentaram alterações na densidade em pelo menos um período do ciclo migratório, em relação ao padrão sazonal citado anteriormente. *L. griseus* só começou a ser observado com maior frequência e densidade a partir do mês de agosto. *C. collaris* apresentou decréscimos entre agosto e novembro. Para *C. pusilla* ocorreram decréscimos entre os meses de abril e maio. No entanto, acréscimos ocorreram no mês de julho, decréscimos em agosto e acréscimos de setembro a novembro. *H. palliatus* permaneceu na área entre junho e outubro em baixa densidade. E *C. wilsonia*, embora em baixa densidade, foi observado a partir do mês de maio, teve acréscimos até agosto, decréscimos entre setembro e outubro e acréscimos em novembro (Figura 13).

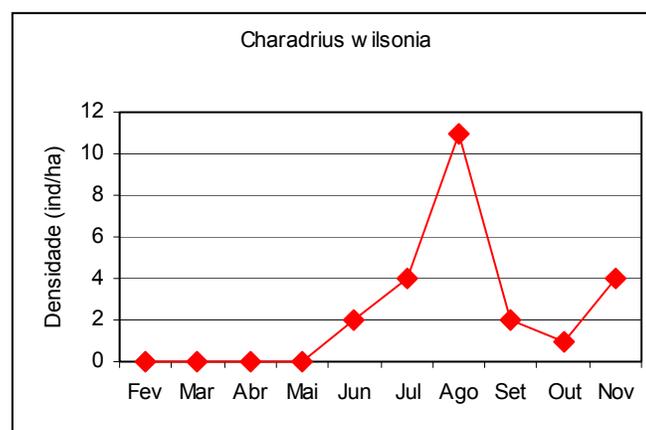
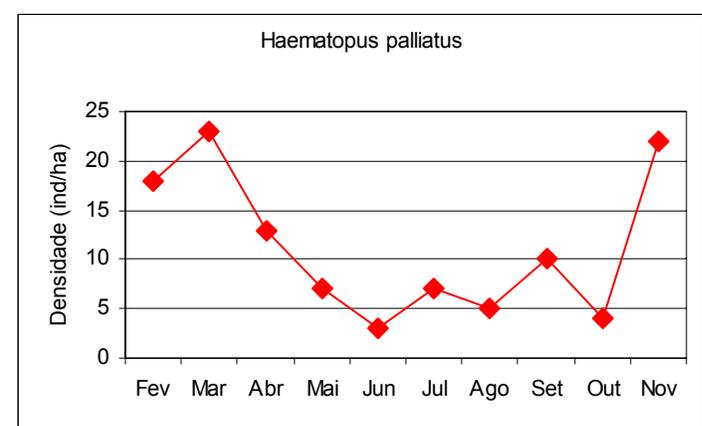
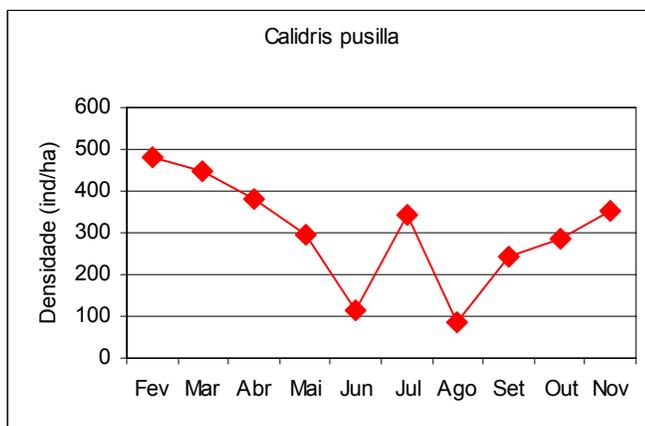
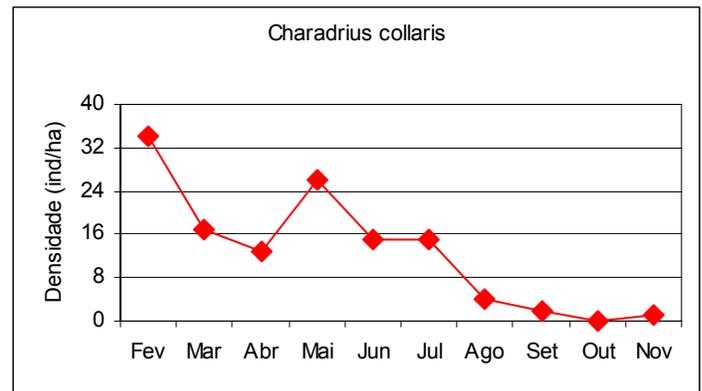
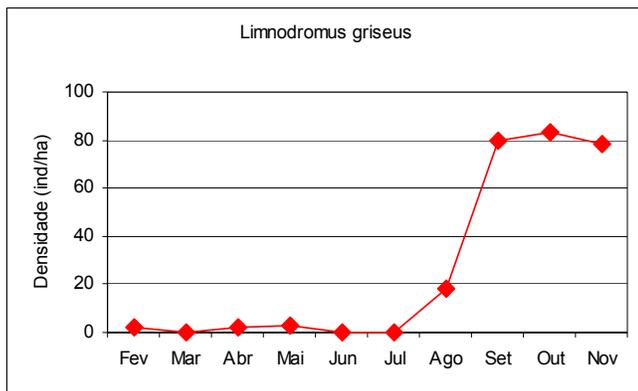


Figura 13. Sazonalidade de aves limícolas em forrageio no Canal da Raposa, no período de fevereiro a novembro de 2006.

T. melanoleuca e *C. alba* não tiveram padrão sazonal definido neste trabalho pelo baixo número de indivíduos observados, sendo importante que a primeira é solitária e a segunda prefere habitats arenosos.

4.2 Área de descanso

Aves limícolas utilizam o Canal da Raposa também como área de descanso, sendo que o substrato utilizado para este comportamento é arenoso. Dentre as espécies em descanso, foi observado que as maiores densidades médias são para *T. semipalmata*, *N. phaeopus*, *P. squatarola* e *H. palliatus* (Tabela 7).

Tabela 7. Densidade média (ind/ha) de aves limícolas em descanso durante a preamar no Canal da Raposa, entre fevereiro e novembro de 2006.

Espécies	Densidade média ($x \pm EP$)	Número de indivíduos
<i>Tringa semipalmata</i>	87,56 \pm 39,16	788
<i>Numenius phaeopus</i>	45,56 \pm 17,97	410
<i>Pluvialis squatarola</i>	20,56 \pm 16,50	185
<i>Haematopus palliatus</i>	19,56 \pm 5,90	176
<i>Calidris canutus</i>	15,78 \pm 15,04	142
<i>Limnodromus griseus</i>	5,00 \pm 4,07	45
<i>Arenaria interpres</i>	1,11 \pm 0,56	10
<i>Charadrius collaris</i>	1,11 \pm 1,11	10
<i>Charadrius semipalmatus</i>	0,33 \pm 0,33	3

5. DISCUSSÃO

5. 1 Áreas de forrageio

5.1.1 Uso de habitats

As longas migrações realizadas por aves limícolas requerem alta capacidade e possibilidade de armazenar lipídios, para funcionarem como reservas durante os vôos de milhares de quilômetros (Recher, 1966; Schneider e Harrington, 1981; Skagen e Knopf, 1993). Desta forma, a identificação de áreas que abrigam altas concentrações de limícolas em forrageio é fundamental para a sobrevivência destas aves.

O Canal da Raposa apresentou altas densidades de aves limícolas no período de fevereiro a setembro de 2006. As variadas fisionomias que o estuário estudado possui, provavelmente favoreceram estes resultados. Segundo Recher (1966) e Danufsky e Colwell (2003), a existência de diferentes habitats entre-marés oferece ambiente propício para maior diversidade de aves limícolas, pois propicia maior diversidade de presas (Recher, 1966; Lopes, 2003) e mais oportunidades de sucesso para diferentes adaptações individuais de forrageio que as espécies possuem (Durell, 2000).

Variados tipos de sedimentos influenciam a abundância e a disponibilidade de invertebrados bentônicos (Wanink e Zwarts, 1993; Austin e Rehfisch, 2003), que são as principais presas de aves limícolas (Recher, 1966; Piersma, 1996 a, b; Weber e Haig, 1997a, b; Tshipoura e Burger, 1999; Placyk e Harrington, 2004).

Substratos lamosos e areno-lamosos geralmente apresentam maior densidade de invertebrados bentônicos, desta forma, atraem maior densidade de aves limícolas (McNeil, 1970; Swennen e Spaans, 1985; Rodrigues e Lopes, 2000; Lopes, 2003; Austin e Rehfish, 2003; Ribeiro *et al.*, 2004). Costa *et al.* (dados não publicados), apresenta altas densidades de invertebrados bentônicos nas mesmas áreas onde foram realizados os censos de aves limícolas, corroborando com as altas densidades de limícolas observadas nas áreas lamosa e areno-lamosa neste trabalho.

As menores densidades de aves limícolas em forrageio foram observadas no substrato arenoso, onde há maior impacto hidrodinâmico, como consequência maior remoção de sedimento e menor fixação de invertebrados bentônicos, sendo assim apresenta menor quantidade de alimento disponível para limícolas, atraindo baixos números de aves.

Nos estudos realizados na costa norte do Brasil com aves limícolas (Rodrigues 2000, 2001; Lopes, 2003; Soares, 2004; Kober, 2004; Silva, 2005), *C. pusilla* apresentou maior abundância, como também mostrado neste estudo. Esta alta abundância provavelmente ocorreu devida a alta densidade de Polychaeta encontrada no substrato lamoso, como observado por Costa *et al.* (dados não publicados). Polychaeta é um item importante na dieta de *C. pusilla* (Weber e Haig, 1997b; Kober, 2004).

É importante ressaltar que a espécie *T. melanoleuca* ocorreu somente no substrato lamoso, e em baixa densidade. Esta espécie também foi observada em baixa densidade em outros trabalhos na costa maranhense (Rodrigues, 2000; Silva, 2005; Rodrigues, no prelo).

A alta densidade dos bivalvos *A. brasiliiana* e *I. brasiliiana* no substrato areno-lamoso atraiu *C. canutus* e *H. palliatus*, duas espécies especialistas no consumo de moluscos (Mercier e McNeil, 1994; Placyk e Harrington, 2004). E da mesma forma, a alta densidade de caranguejos neste mesmo habitat, correspondeu aos altos números encontrados para *T. semipalmata* e *N. phaeopus*, ambos especialistas no consumo de caranguejos (Backwell *et al.*, 1998). A zona de caranguejos *Uca* spp. também contribuiu para a presença de *Eudocimus ruber* (guará), uma espécie da ordem Ciconiiformes, também especialista no consumo de caranguejos (Olmos e Silva, 2003; Martínez, 2004;).

O substrato arenoso apresentou as menores densidades de aves limícolas em forrageio, semelhante ao apresentado por Lopes (2003) e Silva (2005) no Maranhão. No entanto, representa uma importante área de descanso para *P. squatarola* e para gaivotas (Laridae e Sternidae), além de ter sido um sítio de nidificação para *Sternula antillarum* (Sternidae) durante o mês de julho de 2006 (Silva, L. M. R. obs. pess.).

A maior diversidade de aves limícolas foi verificada no substrato areno-lamoso, provavelmente pela presença do banco de moluscos e da zona de caranguejos *Uca* spp., os quais contribuem para a existência de maior diversidade de presas para serem consumidas pelas aves. Segundo Ribeiro *et al.* (2004), áreas entre-marés que apresentam zonas de caranguejos são freqüentadas por um maior número de espécies de limícolas quando comparadas às áreas que possuem somente a dominância do grupo Polychaeta, corroborando com os resultados obtidos nos substratos areno-lamoso e lamoso deste trabalho.

Danufsky e Colwell (2003) relatam a influência que a altura das marés exerce sobre a distribuição de aves limícolas, analisando a exposição de habitats para forrageio, onde foram demonstradas correlações negativas entre a densidade de aves limícolas em forrageio e a altura da maré.

Nas marés de quadratura ocorreu maior densidade de aves limícolas em forrageio quando comparadas às marés de sizígia, provavelmente nas marés de quadratura as áreas de forrageio não ficam totalmente cobertas pela maré, já que a altura destas é menor que as de sizígia. Assim há maior disponibilidade de habitats para forrageio nas marés de quadratura.

Segundo Colwell e Sundeen (2000), a relação entre densidade de aves limícolas em forrageio e altura de marés envolve complexas relações, nas quais fatores bióticos e abióticos além da altura de maré influenciam na densidade de limícolas em forrageio. No entanto, Recher (1966) e Burger *et al.* (1977; 1997) relatam que a altura da maré é um dos principais fatores que influenciam a abundância e o comportamento destas aves, pois afeta as disponibilidades de espaço para forrageio e de presas também, ainda mais quando se trata de sistemas de macromarés, como é a hidrodinâmica na costa maranhense (Mabesoone e Coutinho, 1970).

É importante ressaltar que o mosaico de habitats do estuário estudado contribui não só para maior diversidade de aves limícolas (Charadriiformes: Charadriidae e Scolopacidae), e sim para aves costeiras, pois foram observados representantes de outras famílias de Charadriiformes, como Lariidae e Rynchopidae, além de outras ordens como Ciconiiformes, Falconiformes,

Passeriformes, Gruiformes e Coraciiformes (ver Apêndice A), reforçando quão fundamental é a conservação do Canal da Raposa.

A proteção de habitats para aves limícolas requer planejamento em escala de paisagem, pois estas aves preferem um complexo de habitats integrados próximos, tais como praias, substratos lamosos, areno-lamosos e manguezais (Burger, 2000; Burger *et al.* 1997). Sistemas deste tipo, tal como é o Canal da Raposa, são mais produtivos, apresentando altas densidades de invertebrados bentônicos em larga escala. Assim as aves necessitam realizar movimentos curtos entre diferentes áreas de forrageio, sendo altamente favorável para as mesmas em relação aos custos energéticos de vôos, termorregulação e sobrevivência (Taft e Haig, no prelo).

5.1.2 Sazonalidade

As diferenças de densidade de aves em forrageio nas áreas estudadas enfatizam os períodos do ciclo migratório: período de retorno ao Ártico (fevereiro a maio); período reprodutivo no Ártico (junho e julho) e período de chegada nas áreas de invernada (agosto a novembro).

Durante os meses de fevereiro a maio, as aves estão em altas densidades nas áreas de invernada para adquirem o maior peso possível, para conseguirem concluir a migração de primavera (Myers, 1983; Morrisson, 1984; Rodrigues 2000, 2001), seja com vôos diretos para as áreas reprodutivas ou com vôos até a próxima área de parada.

Entre os meses de junho e julho, as aves estão na região ártica reproduzindo em áreas com vegetações dos tipos taiga e tundra (Myers, 1983; Morrisson, 1984; Piersma e Lindström, 2004), concordando com os baixos números de limícolas observados nestes meses no presente trabalho. Os indivíduos que permanecem nas áreas de invernada geralmente são: os jovens, que ainda não possuem maturidade sexual e indivíduos que por algum motivo não alcançaram peso suficiente para migrar.

No decorrer entre agosto e novembro, as aves vão chegando das áreas reprodutivas para as áreas de invernada na América do Sul (migração de outono) (Myers, 1983; Morrisson, 1984; Placyk e Harrington, 2004; Rodrigues, 2000), o que também é apresentado neste trabalho com o aumento da densidade de limícolas entre os meses de agosto a novembro para quase todas as espécies observadas.

A sazonalidade de aves limícolas observada no Canal da Raposa ao longo dos três períodos do ciclo migratório foi semelhante ao encontrado por Collazo *et al.* (1995) em Porto Rico; Rodrigues (2000) e Silva (2005) no Maranhão e Soares (2004) no Pará.

No presente estudo foi observado que as espécies *C. pusilla*, *C. collaris*, *C. wilsonia* e *L. griseus* apresentaram alterações na densidade em pelo menos um dos três períodos do ciclo migratório.

C. pusilla apresentou alta densidade durante o mês de julho, no mês de agosto houve um decréscimo e começou a aumentar a densidade novamente entre setembro e novembro. McNeil (1970), Morrison (1984) e Rodrigues (2000) relatam que *C. pusilla* realiza vôos diretos do leste dos Estados Unidos para a

América do Sul. Rodrigues (2000, 2001) explica partidas migratórias de *C. pusilla* de áreas mais ao norte da América do Sul (Suriname, Guianas) para a chegada ao Maranhão entre agosto e dezembro. Também foram verificados movimentos em direção ao leste a partir de julho de algumas espécies de aves limícolas do leste da Venezuela (McNeil, 1970) e movimentos também ao leste pelo Suriname no fim de agosto e início de setembro (Spaans, 1978).

Baseado nas considerações acima, provavelmente, a alta densidade de *C. pusilla* observada no mês de julho pode ser devido a vôos diretos da costa leste dos Estados Unidos para o Golfão Maranhense, sem parada na Guiana e Suriname, pois vários indivíduos observados apresentavam plumagem reprodutiva, concordando com Rodrigues (2000). No entanto, esta população de primeiros migrantes utilizou o Maranhão como área de parada e migrou para outras áreas de forrageio no Brasil, o que se refere aos baixos números observados no mês de agosto. Entre setembro e novembro, o aumento nos números de *C. pusilla* pode se referir as outras populações que estão chegando da Guiana e do Suriname. Esta hipótese para ser confirmada necessitaria de maior número de trabalhos com sazonalidade de *C. pusilla* no Maranhão.

C. collaris é considerada residente no Maranhão, pois já foram observados vários períodos de reprodução desta espécie em diferentes localidades: na Baixada Maranhense, por Roth e Scott (1987); na Ilha de Maiaú, litoral ocidental do Maranhão (Rodrigues, A. A. F., com. pess.); na Ilha do Cajual (Rodrigues, 1996) e na Ilha de Curupu, por Rodrigues e Lopes (1997), localizada no litoral norte da Ilha de São Luís, próximo às áreas de estudo do presente trabalho.

O padrão sazonal observado para *C. collaris* foi bastante semelhante ao observado por Rodrigues e Lopes (1997), com maior densidade da espécie entre os meses de fevereiro a julho e menor densidade durante os meses de agosto e setembro. Este padrão provavelmente é influenciado pelos períodos de chuva e de estiagem, pois durante o período chuvoso no Maranhão (normalmente de janeiro a junho), os rios na Baixada Maranhense estão muito cheios, então as áreas de forrageio para esta espécie estão indisponíveis, assim, as mesmas migram para a costa à procura de alimento (Rodrigues e Lopes, 1997). Quando começa o período de estiagem (normalmente de julho a dezembro), *C. collaris* retorna à Baixada Maranhense, quando os rios já estão com menor aporte, e as áreas de forrageio já estão disponíveis, diminuindo a densidade da espécie em áreas de forrageio na zona costeira, como verificado no presente trabalho.

C. wilsonia apresentou baixas densidades durante o estudo. No entanto, é necessário enfatizar algumas informações obtidas neste trabalho sobre a sazonalidade desta espécie que é tão pouco conhecida no Brasil. Rodrigues (1996) relatou reprodução desta espécie na Ilha de Curupu, município da Raposa, próximo à área deste trabalho, indicando a residência de *C. wilsonia* no Maranhão. No entanto, os indivíduos observados no Canal da Raposa, nos três substratos, apresentaram maior densidade no mês de agosto, mês que começa o período de chegada dos migrantes. Mais trabalhos são necessários para analisar o padrão sazonal de *C. wilsonia*, pois além de ser muito pouco conhecida, também ocorre em baixas densidades e com hábito solitário, características que podem indicar alto grau de especialização de habitats requeridos por esta espécie.

Os resultados obtidos sobre as observações de *L. griseus* concordaram com Rodrigues (2000), no Maranhão e com Soares (2004), no Pará. A espécie apresenta baixa densidade durante a migração de primavera e durante a migração de outono apresenta picos numéricos, principalmente entre setembro e novembro. Estes resultados indicam que provavelmente as populações que chegam da migração de outono utilizam a área do Canal da Raposa (neste trabalho) e a Ilha do Cajual (Rodrigues, 2000), como área para uma curta parada e continuação da migração para outras áreas de forrageio.

Acredita-se que um dos principais motivos para este comportamento é a não exaustão do recurso alimentar. Desta forma, grupos chegam às áreas de invernada e se espalham em diferentes regiões, onde já existe o conhecimento anterior da disponibilidade de recursos tróficos. O conhecimento anterior deve-se à fidelidade aos sítios de invernada que limícolas apresentam (Smith e Stiles, 1979; McNeil, 1982; Rodrigues, 2001), sendo uma vantagem para os mesmos, pois não necessitam procurar novas áreas e já sabem onde se localizam as áreas com alta densidade de invertebrados bentônicos e com refúgios de predadores (Robertson e Cooke, 1999).

Portanto, o conhecimento do uso de habitat e do padrão sazonal de aves limícolas em áreas de invernada é de extrema importância para a conservação das mesmas, pois ano após ano as aves retornam para as mesmas áreas, no entanto isto acontece somente se as áreas de invernada se mantiverem conservadas.

5.2 Área de descanso

Durante a preamar, quando as áreas de forrageio estão cobertas pela maré, limícolas se deslocam geralmente para zonas arenosas, denominadas áreas de descanso e permanecem nas mesmas até a maré começar a descobrir novamente as áreas de forrageio (Burger *et al.*, 1997; Colwell e Sundeen, 2000).

Segundo Rehfish *et al.* (2003), existem quatro critérios básicos para uma área de descanso ser vantajosa para limícolas: primeiro, a área de exposição que a mesma apresenta; segundo, a proximidade de áreas de forrageio; terceiro, o distúrbio que a área é submetida e quarto, o risco de predação que as aves vão estar submetidas.

A área de descanso analisada neste trabalho parece ser bastante vantajosa segundo os critérios citados anteriormente, pois apresenta uma área grande de exposição, abrangendo desde o supralitoral até áreas de restingas interdunares; é próxima às áreas de forrageio citadas neste trabalho, que possuem alta densidade de invertebrados bentônicos (substratos lamoso e areno-lamoso); é submetida à baixos níveis de distúrbio, pois não existe até o momento moradores, nem especulação imobiliária na área de descanso e não foi observada predação nas aves em descanso (obs. pess.).

A identificação e conservação de áreas de descanso para aves limícolas devem ser enfatizadas pelo fato do desaparecimento das mesmas, representar um alto risco de desaparecimento também para as áreas de forrageio (Rehfish *et al.*, 2003).

5.3 Conservação de aves limícolas

A zona costeira está entre os ecossistemas mais produtivos do mundo e também entre os mais ameaçados, principalmente pela intensa urbanização, atividades portuária e industrial, aterros e dragagens, agricultura, exploração imobiliária, pesca predatória, aumento do nível do mar e distúrbios causados pelo turismo (Gratto-Trevor *et al.*, 1998; Masero, 2003; Gruber *et al.*, 2003).

Segundo SEMA (1998), na costa maranhense os impactos ambientais são consequência, principalmente das seguintes atividades: extrativismo animal e vegetal; agricultura; indústria; expansão imobiliária e portos.

Cada uma das atividades acima exerce influência diferente sobre as populações de aves limícolas, dependendo do efeito de fragmentação que as mesmas causam na zona costeira. Os extrativismos vegetal e animal e a expansão imobiliária podem ser colocados como as atividades atuais com maior potencial de perturbação para as populações de limícolas na costa maranhense.

O extrativismo vegetal (neste caso em manguezais), quando submetido a sobreexploração, pode causar mudanças na hidrodinâmica e no regime de sedimentação do estuário, fator este que pode afetar a densidade de invertebrados bentônicos e conseqüentemente a de aves limícolas (Lopes, 2003; Austin e Rehfisch, 2003; Placyk e Harrington, 2004; Silva, 2005). No entanto, ao longo do estuário estudado na Raposa, existem atividades de extrativismo vegetal, mas ainda são realizadas com baixa frequência (obs. pess.).

O extrativismo animal na costa maranhense é caracterizado principalmente por atividades pesqueiras e coleta de moluscos e crustáceos (FSADU/UFMA,

2004). Esta última afeta diretamente aves limícolas, uma vez que os mariscos coletados constituem parte da dieta dessas aves (Rodrigues e Lopes, 2000; Silva, 2005).

Segundo Zharikov e Skilleter (2004), a coleta de invertebrados bentônicos pode afetar as populações de limícolas de três formas: 1) dispersando-os das áreas de forrageio; 2) diminuindo a disponibilidade de alimento para as aves e 3) aumentando a mortalidade de limícolas durante a migração. Portanto, ações de manejo podem ser implementadas em áreas onde há alta concentração de aves limícolas em forrageio simultaneamente com marisqueiras, a fim de gerar sustentabilidade tanto para estas últimas como também para as populações de aves limícolas.

Na área do município da Raposa, existem grupos de mulheres que realizam coleta de moluscos, principalmente sarnambi (*A. brasiliiana*), e já estão sendo realizados estudos de etnobiologia com as marisqueiras, os quais estão mostrando que estas coletam moluscos sexualmente maduros, sendo assim, a coleta de mariscos é realizada de maneira sustentável na Raposa (Moreira *et al.*, dados não publicados).

A expansão imobiliária é outra atividade que pode trazer sérios danos às populações de aves limícolas, como degradação e perda de habitats, as quais causam deslocamentos das aves para outras áreas de invernada (Zhenming *et al.*, 2006). A costa maranhense representa uma área de alto investimento e rentabilidade, principalmente por possuir diversificados ambientes, como as Reentrâncias Maranhenses (litoral ocidental), o Golfão Maranhense (litoral central)

o Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (litoral oriental) e o Delta do Parnaíba (litoral oriental), todos com grande potencial turístico.

A costa maranhense ainda possui um vasto território sem grandes investimentos imobiliários (GEPLAN, 2002), como é a realidade da Raposa. No entanto, é necessário enfatizar os efeitos positivos que atividades recreativas como o ecoturismo sustentável tem no manejo de zonas de costeiras (Burger, 2000), assim como os efeitos negativos que o ecoturismo predatório pode causar em populações de aves costeiras, como citado por Klein *et al.* (1995).

Os fatores ambientais citados acima colocam a Raposa como uma área ainda conservada para as populações de aves limícolas. No entanto, o conceito de sustentabilidade, base do desenvolvimento sustentável, tem alicerce em um tríplice pilar – sustentabilidade social, ambiental e econômica – segundo o qual a eficiente perpetuidade de uma determinada atividade deve ser buscada e garantida, por meio do equilibrado inter-relacionamento entre estes três alicerces.

Segundo FSADU/UFMA (2004) através do Zoneamento Costeiro do Estado do Maranhão, foram obtidos os seguintes índices sócio – econômicos para o município da Raposa: 1) 56,4% da população possui abastecimento de água regular; 2) 35,38% dos domicílios não têm instalações sanitárias; 3) 15,37% não possui qualquer tipo de sistema de esgoto e 4) 70% dos domicílios não têm coleta de lixo. E contraditoriamente, a Raposa é a maior e mais importante comunidade pesqueira, sendo considerada a principal produtora de peixe do Maranhão (SEMA, 1998).

Isto indica a importância do desenvolvimento de estudos abordando a ecologia de paisagem, uma vez que esta permite investigar as interações entre os elementos naturais da paisagem e os padrões de uso de terra em uma escala regional, com o objetivo de analisar seus efeitos sobre a distribuição e a abundância de espécies e os processos ecossistêmicos (Primack *et al.*, 2001).

Segundo GEPLAN (2002), a costa maranhense tem mais de 70% de área dentro de unidades de conservação da categoria de uso sustentável, as Áreas de Proteção Ambiental (APAs). SNUC (2004), ressalta que as APAs têm como objetivos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. Desde de 1992, o município da Raposa está inserido na APA Upaon-Açu / Miritiba / Alto Preguiça, no entanto, as ações dos órgãos públicos para implementar os objetivos citados acima ainda são insuficientes na Raposa, o que pode colocar cada vez mais em risco a biodiversidade ainda existente nesta região.

De acordo com a Atualização das Áreas e Ações Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade da Zona Costeira e Marinha, ocorrido em novembro de 2006, o município da Raposa foi considerado como uma área prioritária na zona costeira maranhense, com descrições de importância biológica muito alta e prioridade extremamente alta de ação de manejo.

A Conferência Internacional do Grupo de Estudos de Aves Limícolas de 2003 relatou que aproximadamente 55% das populações de aves limícolas que invernam na América do Sul estão em declínio, onde a perda e a degradação do

habitat são os principais causadores deste declínio, pois influenciam na ecologia, reprodução e genética das espécies.

Portanto, a identificação e caracterização do Canal da Raposa como uma área importante de invernada para aves limícolas migratórias na costa norte do Brasil representa mais um passo para implementar esforços de conservação para garantir a perpetuação das espécies de limícolas em longo prazo na Natureza.

6. Conclusões

As conclusões feitas das observações de aves limícolas em forrageio e em descanso no Canal da Raposa, no período de fevereiro a novembro de 2006 foram:

1. O Canal da Raposa funciona como uma importante área de forrageio para aves limícolas.
2. Existe diferença na utilização de substratos para forrageio no Canal da Raposa, com maior densidade de aves observada no substrato lamoso, seguido pelo areno-lamoso e posteriormente o arenoso.
3. A maior diversidade de aves limícolas no Canal da Raposa foi verificada no substrato areno-lamoso.
4. *C. pusilla* foi a espécie de ave limícola mais abundante no Canal da Raposa e no substrato lamoso.
5. *T. semipalmata* foi a espécie de ave limícola mais abundante do substrato areno-lamoso.
6. *P. squatarola* foi a espécie de ave limícola mais abundante do substrato arenoso.
7. Embora as diferenças não tenham sido significativas, as áreas de forrageio foram mais utilizadas por aves limícolas durante as marés de quadratura quando comparadas as de sizígia.
8. O padrão sazonal de *P. squatarola*, *N. phaeopus*, *T. semipalmata*, *C. canutus* e *A. interpres* foi: maior densidade de

aves de fevereiro a abril, com decréscimos de maio a julho e acréscimos novamente entre agosto e novembro.

9. *C. pusilla*, *C. semipalmatus*, *C. collaris*, *H. palliatus* e *L. griseus* apresentaram alterações na densidade em pelo menos um período do ciclo migratório.
10. O Canal da Raposa também é importante como área de descanso para aves limícolas, principalmente para *T. semipalmata*, *N. phaeopus* e *H. palliatus*.
11. O Canal da Raposa ainda se encontra conservado, em relação às populações de aves limícolas segundo os critérios de extrativismo vegetal e animal e especulação imobiliária.
12. O município da Raposa apresenta índices sócio-econômicos baixos, os quais podem afetar futuramente às populações de aves limícolas através de perda e degradação de habitats costeiros.
13. O Canal da Raposa constitui importante área de invernada para aves limícolas, provavelmente pelo mosaico de habitats que apresenta.
14. Pela importância identificada no Canal da Raposa para aves limícolas migratórias, fazem-se necessárias ações de manejo para a conservação da biodiversidade e para a sustentabilidade das atividades das populações nativas.

Referências

- AUSTIN, G. E.; REHFISCH. The likely impact of sea level rise on waders (Charadrii) wintering on estuaries. **Journal for Nature Conservation**, 11: 43-58. 2003.
- BACKWELL, P. R. Y.; O'HARA, P. D; CHRISTY, J. H. Prey availability and selective foraging in shorebirds. **Animal Behaviour**, 55: 1659-1667. 1998.
- BROWER, J. E., ZAR, J. H.; von ENDE, C. N. **Field and laboratory methods for general ecology**. 4^a ed. 273p. 1997.
- BURGER, J.; HOWE, M. A.; HAHN, D. C.; CHASE, J. Effects of tide cycles on habitat selection and habitat partitioning by migrating shorebirds. **The Auk**, 94: 743-758. 1977.
- BURGER, J.; NILES, L.; CLARK, K. E. Importance of beach, mudflat and marsh habitats to migrant shorebirds on Delaware Bay. **Biological Conservation**, 79: 283-292. 1997.
- BURGER, J. Landscapes, tourism and conservation. **The Science of the Total Environment**, 249: 39-49. 2000.
- BURGER, J.; JEITNER, C.; CLARK, K.; NILES, L. J. The effect of human activities on migrant shorebirds: successful adaptive management. **Environmental Conservation**, 31 (4): 283-288. 2004.
- CLARK, K. E.; NILES, L. J.; BURGER, J. Abundance and distribution of migrant shorebirds in Delaware Bay. **The Condor**, 95:694-705. 1993.
- COLLAZO, J. A.; HARRINGTON, B. A.; GREAR, J. S.; COLÓN, J. A. Abundance and distribution of shorebirds at the Cabo Rojo salt flats, Puerto Rico. **Journal of Field Ornithology**, 66 (3):424-438. 1995.
- COLWELL, M. A.; SUNDEEN, K. D. Shorebird distribution on ocean beaches of Northern California. **Journal of Field Ornithology**, 71: 1-15. 2000.
- DANUFSKY, T.; COLWELL, M. A. Winter shorebird communities and tidal flat characteristics at Humbolt Bay, California. **The Condor**, 105:117-129. 2003.

DIT DURELL, S. E. A. V. Individual feeding specialization in shorebirds: population consequences and conservation implications. **Biol. Rev.**, 75: 503-518. 2000.

FUNDAÇÃO SOUSÂNDRADE DE APOIO E DESENVOLVIMENTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO; DEOLI/LABOHIDRO/UFMA; IICA; GEAGRO & NUGEO/UEMA. **Zoneamento Costeiro do estado do Maranhão**. São Luís: FSADU/UFMA. 2004.

GERÊNCIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Atlas do Maranhão**. São Luís: GEPLAN. 44p. 2002.

GONZÁLEZ, P. M.; CARBAJAL, M.; MORRISON, R. I. G.; BAKER, A. J. Tendencias poblaciones del playero rojizo (*Calidris canutus rufa*) en el Sur de Sudamérica. **Ornitologia Neotropical**, 15: 357-365. 2004.

GRATTO-TREVOR, C. L.; JOHSTON, V. H.; PEPPER, S. T. Changes in shorebird and eider abundance in the Rasmussen Lowlands, NWT. **Wilson Bulletin**, 110 (3): 316-325. 1998.

GRUBER, N. L. S.; BARBOSA, E. G.; NICOLODI, J. L. Geografia dos sistemas costeiros e oceanográficos: subsídios para gestão integrada da zona costeira. **Gravel**, 1: 81-89. 2003.

HAYMAN, P.; MARCHANT, J.; PRATER, T. **Shorebirds: an identifier guide**. Boston, Houghton Mifflin Co., 412p. 1986.

HARRINGTON, B. A.; HAGAN, J. M.; LEDDY, L. E. Site fidelity and survival differences between two groups of new world red knots (*Calidris canutus*). **The Auk**, 105:439-445. 1988.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). < Disponível em: http://www.dgi.inpe.br/pedidos_CBERS/index.html >, Acesso em: 09/10/2006.

KASPRZYK, M. J.; HARRINGTON, B. A. Manual de campo para macaricos e batuiras. In: **Seminário Internacional sobre manejo e conservacao de macaricos e ambientes aquaticos nas Americas**. Recife: IBAMA, 121 p. 1989.

KLEIN, M. L.; HUMPHREY, S. R.; PERCIVAL, H. F. Effects of ecotourism on distribution of waterbirds in a wildlife refuge. **Conservation Biology**, 9 (6): 1454-1465. 1995.

KOBER, K. **Foraging ecology and habitat use of wading birds and shorebirds in the mangrove ecosystem of the Caeté Bay, Northeast Pará, Brazil.** Dissertation. Center for Marine Ecology. Bremen. Germany. 2004.

LOPES, A. T. L. **Estrutura das comunidades macrobentônicas em regiões entre-marés de praias arenosas utilizadas por aves limícolas migratórias na costa norte do Brasil.** Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Belém. Universidade Federal do Pará. 85p. 2003.

MABESOONE, J. M.; COUTINHO, P. N. Littoral and shallow marine geology of Northern and Northeastern Brazil. **Trabalhos de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco**, 12: 1 – 214. 1970.

MARTÍNEZ, C. Food and niche overlap of the Scarlet Ibis and the Yellow-Crowned Night Heron in a tropical mangrove swamp. **Waterbirds**, 27 (1): 1-8. 2004.

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**, 12: 1157-1173. 2003.

McNEIL, R. Hivernage et estivage d'oiseaux aquatiques nordaméricaina dans le nord-est du Venezuela (meu, accumulation de graisse, capacité de vol et routes de migration). **L'oiseaux et la Revue Francaise d'Ornitologie**, 40: 185-302. 1970.

McNEIL, R. Winter resident repeats and returns of austral and boreal migrant birds banded in Venezuela. **Journal of Field Ornithology**, 53 (2): 125-132. 1982.

MERCIER, F.; McNEIL, R. Seasonal variations in intertidal density of invertebrate prey in a tropical lagoon and effects of shorebird predation. **Can. J. Zool**, 72: 1755-1763. 1994.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Relatório do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável de Diversidade Biológica Brasileira – PROBIO.** Brasília/MMA. 2002.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Fragmentação de Ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas.** Brasília: 2ª edição, MMA/SBF. 2005.

MORRISON, R. I. G. Migration systems of some New World shorebirds. In: Burger, J. & Olla, B. L. (eds). **Behaviour of Marine Animals**. New York, New York. Plenum Press. p. 125-148. 1984.

MORRISON, R. I. G.; ROSS, R. K.; ANTAS, P. T. Z. **Distribuição de maçaricos, batuínas e outras aves costeiras na região do salgado paraense e reentrâncias maranhenses**. Rio de Janeiro. CVRD/ GEAMAM. 136p. 1986.

MORRISON, R. I. G.; ROSS, R. K. **Atlas of Neartic shorebirds on the coast of South America**. V. 2. Canadian Wildlife Service, Ottawa. 1989.

MORRISON, R. I. G.; ROSS, R. K.; NILES, L. J. Declines in wintering populations of red knots in southern South America. **The Condor**, 106: 60-70. 2004.

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

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

PIERSMA, T. Family Charadriidae (Plovers). In: Del Hoyo, J., Elliot, A. E Sargatal (eds). **Handbook of the birds of the world**. Barcelona, Espanha. v. 3. 1996a.

_____. Family Scolopacidae (Sandpipers, Snips and Phalaropes). In: Del Hoyo, J., Elliot, A. E Sargatal (eds). **Handbook of the birds of the world**. Barcelona, Espanha. v. 3. 1996b.

PIERSMA, T.; LINDSTRÖM, A. Migrating shorebirds as integrative sentinels of global environmental change. **Ibis**, 146 (1), 61-69. 2004.

PLACYK, J. S. Jr.; HARRINGTON, B. A. Prey abundance and habitat use by migratory shorebirds at coastal stopover sites in Connecticut. **Journal of Field Ornithology**, v. 75 (3): 223-231. 2004.

PRIMACK, R.; ROZZI, R.; FEINSINGER, P. Diseño de áreas protegidas. In: PRIMACK, R.; ROZZI, R.; FEINSINGER, P.; DIRZO, R.; MASSARDO, F. **Fundamentos de conservación biológica: perspectivas latinoamericanas**. 1ª ed. México: Fondo de Cultura Económica, 2001. cap. 16. p. 477-496.

RECHER, H. F. Some aspects of the ecology of migrant shorebirds. **Ecology**, 47:393-407. 1966.

REHFISCH, M. M.; INSLEY, H.; SWANN, B. Fidelity of overwintering shorebirds to roosts on the Moray Basin, Scotland: implications for predicting impacts of habitat loss. **Ardea**, 9 (1): 53-70. 2003.

RIBEIRO, P. D.; IRIBARNE, O. O.; NAVARRO, D.; JAUREGUY, L. Environmental heterogeneity, spatial segregation of prey, and the utilization of Southeast Atlantic mudflats by migratory shorebirds. **Ibis**, 146: 672-682. 2004.

ROBERTSON, G. J.; COOKE, F. Winter philopatry in migratory waterfowl. **The Auk**, 116 (1): 20-34. 1999.

RODRIGUES, A. A. F.; ROTH, P.G. Distribuição, Abundância e Fenologia de várias espécies de Maçaricos e Batuíras em parte da Costa Oeste da ilha de São Luís, MA. **IV Encontro Nacional de Anilhadores de aves**. Recife. PE. 1990.

RODRIGUES, A. A. F.; OREN, D.; LOPES, A. T. L. New data on breeding Wilson's Plover *Charadrius wilsonia* in Brasil. **Wader Study Group Bull.** 81: 80-81. 1992.

RODRIGUES, A. A. F. **Migrações, Abundância sazonal e alguns aspectos sobre a ecologia de aves limícolas na Baía de São Marcos, Maranhão - Brasil**. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Universidade Federal do Pará / Museu Paraense Emílio Goeldi. 102 p. 1993.

_____. Cajual Island wildlife research and conservation station, Gulf of Maranhão, Brasil. **Wader Stud. Group Bull**, 80: 79. 1996.

_____. Seasonal abundance of Nearctic Shorebirds in the Gulf of Maranhão, Brasil. **Journal of Field Ornithology**, 71 (4): 665-675. 2000.

_____. **Estratégias migratórias de *Calidris pusilla* (Aves: Scolopacidae) na costa norte da América do Sul: Proposta de rotas**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Belém. Universidade Federal do Pará / Museu Paraense Emílio Goeldi. 83p. 2001.

RODRIGUES, A. A. F. Priority áreas for the conservation of the migration and resident shorebirds on the brasilian amazonia coast. **Revista Brasileira de Ornitologia** (no prelo).

RODRIGUES, A. A. F.; LOPES, A. T. L. Abundância sazonal e reprodução de *Charadrius collaris* no Maranhão, Brasil. **Ararajuba**, 5 (1): 65-69. 1997.

RODRIGUES, A. A. F.; LOPES, A. T. L. The occurrence of Red Knots *Calidris canutus* on the north-central coast of Brazil. **Bull. B. O. C.**, 120 (4): 251-259p. 2000.

ROTH, P.; SCOTT, D. A avifauna da Baixada Maranhense. In: **Seminário sobre Desenvolvimento Econômico e Impacto Ambiental em Áreas do Trópico Úmido Brasileiro / A experiência da CVRD**. Rio de Janeiro, CVRD. p. 118-128. 1987.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO MARANHÃO. **Macrozoneamento do Golfão Maranhense**. São Luís: SEMA/MMA/PNMA. 1998.

SCHNEIDER, D. C.; HARRINGTON, B. A. Timing of shorebird migration in relation to prey depletion. **The Auk**, 98: 801-811. 1981.

SILVA, L. M. R. **Disponibilidade de recursos tróficos e uso de habitats por aves limícolas em duas áreas de ocorrência na baía de São José, Maranhão, Brasil**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas). São Luís. Universidade Federal do Maranhão. 39p. 2005.

SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO (SNUC). **SNUC: lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002**. 5ª ed. Brasília: MMA/SBF. 56p. 2004.

SKAGEN, S. K.; KNOPF, F. L. Toward conservation of midcontinental shorebirds migrations. **Conservation Biology**, 7(3): 533-541. 1993.

SMART, J.; GILL, J. A. Non-intertidal use by shorebirds: a reflection of inadequate intertidal resources? **Biological Conservation**, 111: 359-369. 2003.

SMITH, S. M.; STILES, F. G. Banding studies of migrant shorebirds in northwestern Costa Rica. **Studies in Avian Biology**, 2: 41-47. 1979.

SOARES, R. K. **Dinâmica migratória de aves limícolas na Ilha Canela, município de Bragança, Pará, Brasil**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas). Bragança. Universidade Federal do Pará. 2004.

SOKAL, R. R. e Rohlf, F. J. **Biometry: the principles and practice of statistics in biological research**. 3ª ed. New York: W. H. Freeman and Company. 1995.

SPAANS, A. L. Status and numerical fluctuations of some North American waders along the Surinam coast. **The Wilson Bulletin**, 90 (1): 60-83. 1978.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. 1ª ed. São Paulo: EDUSP. 317p. 1973.

SWENNEN, C.; SPAANS, A. L. Habitat use of feeding migratory and local ciconiiform, anseriform and charadriiform birds in coastal wetlands of Surinam. **Le Gerfault**, 75: 225-251. 1985.

TAFT, O. W.; HAIG, S. M. Landscape context mediates influence of local food abundance on wetland use by wintering shorebirds in an agricultural valley. **Biological Conservation**, no prelo.

TSIPOURA, N.; BURGER, J. Shorebird diet during spring migration stopover on Delaware Bay. **The Condor**, 101: 635-644. 1999.

WANINK, J. A.; ZWARTS, L. Environmental effects on the growth rate of intertidal invertebrates and some implications for foraging waders. **Netherlands Journal of Sea Research**, 31 (4): 407-418. 1993.

WEBER, L. M.; HAIG, S. M. Shorebird-prey interactions in South Carolina coastal soft sediments. **Canadian Journal Zoology**, 75: 245-252. 1997a.

WEBER, L. M.; HAIG, S. M. Shorebird diet size selection of nereid polychaetes in South Carolina coastal diked wetlands. **Journal of Field Ornithology**, 68 (3): 358-366. 1997b.

ZHARIKOV, Y.; SKILLETER, G. A. Potential interactions between humans and non-breeding shorebirds on a subtropical intertidal flat. **Austral Ecology**, 29: 647-660. 2004.

ZHENMING, G.; TIANHOU, W.; XIAO, Z; WENYU, S. Seasonal change and habitat selection of shorebird community at the South Yangtze River Mouth and North Hangzhou Bay, China. **Acta Ecologica Sinica**, 26 (1): 40-47. 2006.

APÊNDICE A

Tabela 1. Lista de espécies observadas no Canal da Raposa entre fevereiro e novembro de 2006.

Ordem	Família	Espécies (nome científico)	Espécies (nome-comum)
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris pusilla</i>	Maçariquinho
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris alba</i>	Maçarico-branco
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris canutus</i>	Maçarico-do-papo-vermelho
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Limnodromus griseus</i>	Maçarico-de-costa-branca
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Numenius phaeopus</i>	Maçaricão
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i>	Maçarico-da-perna-amarela
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa semipalmata</i>	Maçarico-de-asa-branca
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Arenaria interpres</i>	Vira-pedra
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Batuíra-de-bando
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius collaris</i>	Batuíra-de-coleira
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius wilsonia</i>	Batuíra-bicuda
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Pluvialis squatarola</i>	Maçarico-da-axila-preta
Charadriiformes	Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	Piru-piru
Charadriiformes	Laridae	<i>Chroicocephalus cirrocephalus</i>	Gaivota-de-cabeça-cinza
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus atricilla</i>	Gaivota-alegre
Charadriiformes	Sternidae	<i>Gelochelidon nilotica</i>	Trinta-réis-de-bico-vermelho
Charadriiformes	Sternidae	<i>Sterna hirundo</i>	Trinta-réis-boreal
Charadriiformes	Sternidae	<i>Sternula antillarum</i>	Trinta-réis-miúdo
Charadriiformes	Sternidae	<i>Thalasseus maximus</i>	Trinta-réis-real
Charadriiformes	Sternidae	<i>Sterna eurygnatha</i>	Trinta-réis-de-bico-amarelo
Charadriiformes	Sternidae	<i>Phaetusa simplex</i>	Trinta-réis-grande
Charadriiformes	Rynchopidae	<i>Rynchops niger</i>	Talha-mar
Falconiiformes	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Carcará
Falconiiformes	Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	Gavião-carrapateiro
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Urubu-de-cabeça-vermelha
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-de-cabeça-preta
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garça-real
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Ardea cocoi</i>	Maguari
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garça-branca-pequena
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garça-morena
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Nyctanassa violacea</i>	Taquiri
Ciconiiformes	Threskiornithidae	<i>Eudocimus ruber</i>	Guará
Gruiformes	Rallidae	<i>Aramides mangle</i>	Saracura-do-mangue
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Ceryle torquatus</i>	Martim-pescador-grande
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Sabiá-da-praia

Uso de habitats entre-marés por aves limícolas para forrageio e descanso no Canal da Raposa, Maranhão, costa norte brasileira

Laís de Moraes Rego Silva^a e Antonio Augusto Ferreira Rodrigues^b

^a Departamento de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Maranhão, Av. dos Portugueses, s/n, Bacanga, São Luís, MA, Brasil – 65085-580.

^b Departamento de Biologia Universidade Federal do Maranhão, Av. dos Portugueses, s/n, Bacanga, São Luís, MA, Brasil – 65085-580.

^a laismorairego@yahoo.com.br; ^b canutus@yahoo.com

ABSTRACT

The objective of this work was to characterize use of intertidal habitats by shorebirds in Raposa's Channel, North of São Luís Island, Gulf of Maranhão, north Brazilian coast. The censuses of shorebirds occurred during two consecutive weeks of each month between February and November 2006. Three areas (each one with 3ha) were selected for censuses, considering the type of flat (mud, sand-mud, sand). The censuses were taken during one spring tide and during one neap tide of each month. In foraging, 17407 shorebirds were observed during the study. The highest density of shorebirds feeding was in the mudflat (180.95 ind/ha), then sand-mudflat (100.25 ind/ha) and sandflat (27.10 ind/ha). *Calidris pusilla* was the most abundant species in Raposa's Channel (n = 8922) and in the mudflat (n = 7578). In sand-mudflat, *Tringa semipalmata* was the most abundant species (n = 1270) and in the sandflat it was *P. squatarola* (n = 130). *T. semipalmata* was the most abundant species in the roost area (n = 788). The highest density of shorebirds feeding was observed during neap tides. The high density of shorebirds observed probably might be due to the study area to form a mosaic of habitats still conserved. Thus, the identification and characterization of Raposa's Channel as important foraging and roosting area for migratory shorebirds is fundamental to create conservation plans for north Brazilian coast, in order to maintaining the shorebirds populations at long term in nature.

Key-words: Shorebirds, intertidal habitat, Raposa's Channel, north Brazilian coast.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo caracterizar o uso de habitats entre-marés por aves limícolas no Canal da Raposa, norte da Ilha de São Luís, Golfão Maranhense, costa norte brasileira. Os censos de aves limícolas ocorreram durante duas semanas consecutivas de cada mês entre fevereiro e novembro de 2006. Foram selecionadas três áreas (cada uma com 3ha) para a realização dos censos, que diferiam pelo tipo de substrato (lamoso, areno-lamoso e arenoso). Os censos foram realizados durante uma maré de sizígia e uma de quadratura de cada mês. Foram observadas 17407 aves limícolas forrageando durante o período de estudo. A maior densidade de aves limícolas em forrageio foi verificada no substrato lamoso (180,95 ind/ha), seguido pelo areno-lamoso (100,25 ind/ha) e pelo arenoso (27,10 ind/ha). *Calidris pusilla* foi a espécie mais abundante (n = 8922) no Canal da Raposa, sendo também mais abundante no substrato lamoso (n = 7578). No Areno-lamoso, *Tringa semipalmata* foi mais abundante (n = 1270) e no arenoso *Pluvialis squatarola* (n = 130). *T. semipalmata* também foi a espécie mais abundante (n = 788) na área de descanso. Nas marés de quadratura houve uma maior densidade de aves limícolas forrageando do que nas marés de sizígia, devido provavelmente ao mosaico de habitats conservados. O Canal da Raposa foi considerado como uma importante área de forrageio e de descanso para aves limícolas migratórias.

Palavras-chave: Aves limícolas, habitats entre-marés, Canal da Raposa, costa norte brasileira

INTRODUÇÃO

Aves limícolas (Charadriiformes) são habitantes de áreas úmidas e popularmente conhecidas como maçaricos. Algumas espécies são migrantes transequatoriais, reproduzem-se nas regiões árticas, e durante o inverno destas regiões migram para o hemisfério sul à procura de áreas de descanso e forrageio (MYERS, 1983; MORRISON, 1984; SWENNEN & SPAANS, 1985; BURGER *et al.*, 1997). A região entre-marés, com diferentes tipos de substratos (arenosos, areno-lamosos, lamosos, rochosos) atrai grandes quantidades de aves limícolas (principalmente durante os períodos de migração de primavera e de outono), pois invertebrados bentônicos são habitantes destes substratos e constituem o principal item alimentar de limícolas em áreas de invernada (RECHER, 1966; SKAGEN & KNOPE, 1993; SMART & GILL, 2003).

Existe uma relação intrínseca entre a diversidade de ambientes entre-marés ao longo do estuário e a diversidade de aves limícolas, pois há maior disponibilidade e variedade de nichos para serem ocupados pelas mesmas (RECHER, 1966; DANUFISKY & COLWELL, 2003).

Assim, o uso de habitats por limícolas é influenciado principalmente por: variações ambientais como flutuações na altura de maré, salinidade, disponibilidade de habitats alternativos (COLLAZO *et al.*, 1995), pela heterogeneidade ambiental e pelas variações espaciais e temporais na disponibilidade de presas (RIBEIRO *et al.*, 2004).

O setor entre o Maranhão e o Pará (região compreendida entre o Salgado Paraense e as Reentrâncias Maranhenses) é a segunda área de invernada mais importante da América do Sul para aves limícolas migratórias intercontinentais, sendo este superado apenas pelo Suriname (MORRISON & ROSS, 1989). Por conta disso, as Reentrâncias Maranhenses foram incluídas na Rede Hemisférica de Reservas de Aves Limícolas, uma rede internacional que define as

principais áreas de ocorrência de aves limícolas; além de serem um sítio Ramsar, incluídas na Lista de Zonas Úmidas de Importância Internacional a partir de 1993.

Na costa norte do Brasil (Amapá, Pará e Maranhão), estudos que envolvam uso de habitats por aves limícolas migratórias ainda são incipientes, podem-se citar os trabalhos desenvolvidos por: RODRIGUES & LOPES, 2000; RODRIGUES, 2000.

Estudos são mais escassos ainda na região norte da ilha de São Luís, onde se localiza a Raposa. Esta área foi considerada de expressiva abundância de aves limícolas (MORRISON *et al.*, 1986; MORRISON & ROSS, 1989, RODRIGUES, 2000). Desta forma, torna-se fundamental o desenvolvimento de trabalhos que possam caracterizar as populações de limícolas que utilizam a Raposa como área de invernada, a fim de contribuir para a conservação em longo prazo destas populações.

Este trabalho teve como objetivo caracterizar o uso de diferentes habitats entre-marés por aves limícolas no Canal da Raposa, costa norte brasileira, considerando três tipos de substratos: lamoso, areno-lamoso e arenoso.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo compreende o Canal da Raposa, situada no norte da Ilha de São Luís, no Golfão Maranhense, costa norte brasileira. Uma área de encontro de águas doces provenientes dos rios Mearim, Pindaré, Itapecuru e Munim e águas salgadas vindas do oceano Atlântico, formando as Baías de São Marcos e São José (Figura 1) (GEPLAN, 2002). Dando origem assim a extensas áreas estuarinas, de diferentes tipos de sedimento e vegetação. Segundo MABESOONE & COUTINHO (1970), a amplitude de maré compreende uma das maiores do Brasil, tendo como valor máximo 8.16m.

Figura 1

A área do Canal Raposa (02° 24' S; 44° 05' W) constitui-se como estuário, sendo bastante recortada com zonas de deposição e erosão de sedimento. Este hidrodinamismo caracteriza a área em diversificados habitats: dunas móveis, zonas com vegetação como manguezais, marismas e restinga e zonas sem vegetação (zona entre-marés) com três tipos diferentes de substrato: arenoso, areno-lamoso e lamoso.

Os censos das aves foram realizados durante duas semanas consecutivas de cada mês, entre fevereiro e novembro de 2006. As contagens foram feitas utilizando-se binóculos 10 x 50 em três áreas de forrageio das aves, medindo cada uma 3ha e que diferiram pelo tipo de substrato (lamoso, areno-lamoso e arenoso). Os censos foram realizados durante a maré vazante com cerca de 30 a 50% de exposição dos substratos. O observador deslocava-se a pé paralelo à linha de maré contando todas as aves observadas em forrageio nas três áreas. A fim de compreender melhor a influência das marés sobre a abundância de aves limícolas, os censos foram realizados durante uma maré de sizígia e uma de quadratura de cada mês. Censos também foram realizados durante a preamar nas áreas de descanso, com o observador dentro de uma embarcação ou no solo através de um ponto fixo. Para a identificação das espécies foi utilizado HAYMAN *et al.*, (1986).

Análise dos dados

A diversidade de aves limícolas para cada substrato no Canal da Raposa foi calculada segundo o Índice de Shannon-Wiener (BROWER *et al.*, 1997).

Foi realizada ANOVA de medida repetida para comparar o uso dos três diferentes substratos utilizados por aves limícolas, levando em consideração a densidade total de aves (variável resposta) dentre os meses amostrados.

Foi feita uma ANOVA bi-fatorial de medida repetida, onde uma categoria de classificação foi o tipo de substrato, com três níveis (lamoso, areno-lamoso e arenoso) e a

outra categoria, o tipo de maré, com dois níveis (sizígia e quadratura), a fim de comparar o uso dos diferentes substratos em dois períodos de marés.

O teste de Tukey foi utilizado para realizar as comparações *a posteriori* das análises de variância.

Os testes estatísticos foram realizados no programa SYSTAT 10. O nível de significância adotado para os testes foi $\alpha = 0.05$.

Os censos de aves são apresentados em densidade média (ind/ha) \pm erro padrão (EP).

RESULTADOS

Durante o período de fevereiro a novembro de 2006 foram observadas no Canal da Raposa 13 espécies de aves limícolas forrageando, representantes das famílias Scolopacidae, Charadriidae e Hematopodidae, com um total de 17407 aves registradas.

As aves utilizaram as áreas de forrageio de maneira diferente (ANOVA, $F = 7,134$; g.l. = 513; $p = 0,000$). O substrato lamoso, com densidade média de $180,95 \pm 18,83$ indivíduos ($n = 10858$) obteve maior densidade de aves quando comparado ao substrato areno-lamoso (Teste de Tukey, $p = 0,001$) e ao substrato arenoso (Teste de Tukey, $p = 0,000$). Enquanto que o substrato areno-lamoso também teve maior densidade de aves que o arenoso (Teste de Tukey, $p = 0,000$) (Figura 2).

Figura 2

Calidris pusilla foi a espécie mais abundante no substrato lamoso. No substrato areno-lamoso, *Tringa semipalmata*, *C. pusilla* e *Calidris canutus* foram as espécies mais abundantes. O substrato arenoso foi o de menor densidade de aves limícolas, onde foi observada maior abundância para *Pluvialis squatarola*, *Charadrius semipalmatus* e *C. pusilla* (Tabela I). *Tringa melanoleuca* ocorreu somente no substrato lamoso e *Calidris alba* ocorreu somente no arenoso (Tabela I).

Tabela I

A diversidade de espécies em forrageio foi maior no substrato areno-lamoso ($H = 2,76$), seguido do arenoso ($H = 2,66$) e do lamoso ($H = 1,49$).

Embora tenha sido observada maior densidade de aves limícolas em forrageio durante as marés de quadratura nos três diferentes tipos de substrato (Figura 3), as diferenças não foram significativas (ANOVA, $F = 1,16$, g. l. = 486; $p = 0,330$), somente em relação aos substratos (ANOVA, $F = 7,06$, g.l. = 486; $p = 0,000$). Não foi verificada interação entre os diferentes tipos de maré com os substratos (ANOVA, $F = 0,62$; g.l. = 486; $p = 0,759$).

Figura 3

Dentre as espécies observadas em descanso no Canal da Raposa, as maiores densidades médias foram para *T. semipalmata*, *Numenius phaeopus*, *P. squatarola* e *Haematopus palliatus* (Tabela II).

Tabela II

DISCUSSÃO

O Canal da Raposa apresentou altas densidades de aves limícolas no período de fevereiro a setembro de 2006. As variadas fisionomias que o estuário estudado possui, provavelmente favoreceram estes resultados. Segundo RECHER (1966) e DANUFISKY & COLWELL (2003), a existência de diferentes habitats entre-marés oferece ambiente propício para maior diversidade de aves limícolas, pois propicia maior diversidade de presas (RECHER, 1966; Lopes, 2003) e mais oportunidades de sucesso para diferentes adaptações individuais de forrageio que as espécies possuem (DURELL, 2000).

Variados tipos de sedimentos influenciam a abundância e a disponibilidade de invertebrados bentônicos (WANINK & ZWARTS, 1993; AUSTIN & REHFISCH, 2003), que são as

principais presas de aves limícolas (RECHER, 1966; PIERSMA, 1996 a, b; WEBER & HAIG, 1997a, b; TSIPOURA & BURGER, 1999; PLACYK & HARRINGTON, 2004).

Substratos lamosos e areno-lamosos geralmente apresentam maior densidade de invertebrados bentônicos, desta forma atraem maior densidade de aves limícolas (MCNEIL, 1970; SWENNEN & SPAANS, 1985; RODRIGUES & LOPES, 2000; AUSTIN & REHFISCH, 2003; RIBEIRO *et al.*, 2004). COSTA *et al.* (dados não publicados), apresenta altas densidades de invertebrados bentônicos nas mesmas áreas onde foram realizados os censos de aves limícolas, corroborando com as altas densidades de limícolas observadas nas áreas lamosa e areno-lamosa neste trabalho.

As menores densidades de aves limícolas em forrageio foram observadas no substrato arenoso, onde há maior impacto hidrodinâmico, como consequência maior remoção de sedimento e menor fixação de invertebrados bentônicos, sendo assim apresenta menor quantidade de alimento disponível para limícolas, atraindo baixos números de aves. No entanto, representa uma importante área de descanso para *P. squatarola* e para gaivotas (Laridae e Sternidae), além de ter sido um sítio de nidificação para *Sternula antillarum* (Sternidae) durante o mês de julho de 2006 (SILVA, L. M. R. obs. pess.).

Nos estudos realizados na costa norte do Brasil com aves limícolas *C. pusilla* apresentou maior abundância (RODRIGUES 2000, RODRIGUES, 2007), como também mostrado neste estudo. Esta alta abundância provavelmente ocorreu devida a alta densidade de Polychaeta encontrada no substrato lamoso, como observado por COSTA *et al.* (dados não publicados). Polychaeta é um item importante na dieta de *C. pusilla* (WEBER & HAIG, 1997b).

É importante ressaltar que a espécie *T. melanoleuca* ocorreu somente no substrato lamoso em baixa densidade, corroborando o observado por outros autores na costa maranhense (RODRIGUES, 2000; RODRIGUES, no prelo).

A alta densidade de bivalvos *Anomalocardia brasiliana* e *Iphigenia brasiliensis* no substrato areno-lamoso atraiu *C. canutus* e *H. palliatus*, duas espécies especialistas no consumo de moluscos (MERCIER & MCNEIL, 1994; PLACYK & HARRINGTON, 2004). Da mesma forma, a alta densidade de caranguejos neste mesmo habitat, correspondeu aos altos números encontrados para *T. semipalmata* e *N. phaeopus*, especialistas no consumo de caranguejos (BACKWELL *et al.*, 1998). A zona de caranguejos *Uca* spp. também contribuiu para a presença de *Eudocimus ruber* (guará), também especialista no consumo de caranguejos (OLMOS & SILVA, 2003; MARTÍNEZ, 2004).

A maior diversidade de aves limícolas foi verificada no substrato areno-lamoso, provavelmente pela presença do banco de moluscos e da zona de caranguejos *Uca* spp., os quais contribuem para existência de maior diversidade de presas. Segundo RIBEIRO *et al.* (2004), áreas entre-marés que apresentam zonas de caranguejos são freqüentadas por um maior número de espécies de limícolas quando comparadas às áreas que possuem somente a dominância do grupo Polychaeta, corroborando com os resultados obtidos nos substratos areno-lamoso e lamoso deste trabalho.

Nas marés de quadratura ocorreu maior densidade de aves limícolas em forrageio quando comparadas às marés de sizígia, provavelmente nas marés de quadratura as áreas de forrageio não ficam totalmente cobertas pela maré, já que a altura destas é menor que as de sizígia. Assim há maior disponibilidade de habitats para forrageio nas marés de quadratura.

RECHER (1966) e BURGER *et al.*, (1977; 1997) relatam que a altura da maré é um dos principais fatores que influenciam a abundância e o comportamento destas aves, pois afeta as disponibilidades de espaço para forrageio e de presas, ainda mais quando se trata de sistemas de macromarés, como é a hidrodinâmica na costa maranhense (MABESOONE & COUTINHO, 1970).

Segundo REHFISCH *et al.* (2003), existem quatro critérios básicos para uma área de descanso ser vantajosa para limícolas: primeiro, a área de exposição que a mesma apresenta; segundo, a proximidade de áreas de forrageio; terceiro, o distúrbio que a área é submetida e quarto, o risco de predação que as aves vão estar submetidas. A área de descanso analisada neste trabalho parece ser bastante vantajosa segundo os critérios citados anteriormente, pois apresenta uma área grande de exposição, abrangendo desde o supralitoral até áreas de restingas interdunares; é próxima às áreas de forrageio citadas neste trabalho, que possuem alta densidade de invertebrados bentônicos (substratos lamoso e areno-lamoso); é submetida à baixos níveis de distúrbio, pois não existe até o momento habitações nas proximidades e não foi observada predação de limícolas em descanso.

A proteção de habitats para aves limícolas requer planejamento em escala de paisagem, pois estas aves preferem um complexo de habitats integrados próximos, tais como praias, substratos lamosos, areno-lamosos e manguezais (BURGER, 2000; BURGER *et al.* 1997). Sistemas deste tipo, tal como é o Canal da Raposa, são mais produtivos, apresentando altas densidades de invertebrados bentônicos em larga escala. Assim as aves necessitam realizar movimentos curtos entre diferentes áreas de forrageio, sendo altamente favorável para as mesmas em relação aos custos energéticos de vôos, termorregulação e sobrevivência (TAFT & HAIG, no prelo).

AGRADECIMENTOS

Ao Projeto PIATAM mar II pelo apoio financeiro, a FAPEMA, pela concessão da bolsa de Mestrado, a Universidade Federal do Maranhão, ao Prof. Dr. Miguel Petrere e ao Prof. Dr. Carlos Freitas pela orientação na estatística, ao Prof. Dr. Carlos Martínez, pelas sugestões, as amigas Clarissa Costa, Roberta Soares e Adriana Pereira pela ajuda nos trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSTIN, G. E. & REHFISCH, M. M. 2003. The likely impact of sea level rise on waders (Charadrii) wintering on estuaries. **Journal of Nature Conservation**. 11: 43-58.
- BACKWELL, P. R. Y., O'HARA, P. D & CHRISTY, J. H. 1998. Prey availability and selective foraging in shorebirds. **Animal Behaviour**. 55: 1659-1667.
- BROWER, J. E., ZAR, J. H. & VON ENDE, C. N. 1997. **Field and laboratory methods for general ecology**. 4^a ed. 273p.
- BURGER, J., HOWE, M. A., HAHN, D. C. & CHASE, J. 1977. Effects of tide cycles on habitat selection and habitat partitioning by migrating shorebirds. **The Auk**. 94: 743-758.
- BURGER, J., NILES, L. & CLARK, K. E. 1997. Importance of beach, mudflat and marsh habitats to migrant shorebirds on Delaware Bay. **Biological Conservation**. 79: 283-292.
- BURGER, J. 2000. Landscapes, tourism and conservation. **The Science of the Total Environment**. 249: 39-49.
- COLLAZO, J. A., HARRINGTON, B. A., GREAR, J. S. & COLÓN, J. A. 1995. Abundance and distribution of shorebirds at the Cabo Rojo salt flats, Puerto Rico. **Journal of Field Ornithology**. 66 (3):424-438.
- DANUFISKY, T. & COLWELL, M. A. 2003. Winter shorebird communities and tidal flat characteristics at Humboldt Bay, California. **The Condor**. 105:117-129.
- DIT DURELL, S. E. A. V. 2000. Individual feeding specialization in shorebirds: population consequences and conservation implications. **Biol. Rev.** 75: 503-518.
- GERÊNCIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. 2002. **Atlas do Maranhão**. São Luís: GEPLAN. 44p.
- HAYMAN, P., MARCHANT, J. & PRATER, T. 1986. **Shorebirds: an identifier guide**. Boston, Houghton Mifflin Co., 412p.
- MABESOONE, J. M. & COUTINHO, P. N. 1970. Littoral and shallow marine geology of Northern and Northeastern Brazil. **Trabalhos de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco**. 12: 1 – 214.
- MARTÍNEZ, C. 2004. Food and niche overlap of the Scarlet Ibis and the Yellow-Crowned Night Heron in a tropical mangrove swamp. **Waterbirds**. 27 (1): 1-8.
- MCNEIL, R. 1970. Hivernage et estivage d'oiseaux aquatiques nordaméricaina dans le nord-est du Venezuela (meu, accumulation de grasse, capacité de vol et routes de migration). **Lóiseaux et la Revue Francaise d'Ornitologie**. 40: 185-302.
- MERCIER, F. & MCNEIL, R. 1994. Seazonal variations in intertidal density of invertebrate prey in a tropical lagoon and effects of shorebird predation. **Canadian Journal of Zoology**. 72: 1755-1763.

- MORRISON, R. I. G. 1984. Migration systems of some New World shorebirds. In: Burger, J. & Olla, B. L. (eds). **Behaviour of Marine Animals**. New York, New York. Plenum Press. p. 125-148.
- MORRISON, R. I. G., ROSS, R. K. & ANTAS, P. T. Z. 1986. **Distribuição de maçaricos, batuínas e outras aves costeiras na região do salgado paraense e reentrâncias maranhenses**. Rio de Janeiro. CVRD/ GEAMAM. 136p.
- MORRISON, R. I. G. & ROSS, R. K. 1989. **Atlas of Neartic shorebirds on the coast of South America**. v. 2. Canadian Wildlife Service, Ottawa.
- MYERS, J. P. 1983. Conservation of migrating shorebirds: staging areas, geographic bottlenecks, and regional movements. **American Birds**. 37 (1): 23-25.
- OLMOS, F. & SILVA, R. S. 2003. **Guará: Ambiente, flora e fauna dos manguezais de Santos – Cubatão, Brasil**. São Paulo: Empresa das Artes. 216p.
- PIERSMA, T. 1996a. Family Charadriidae (Plovers). In: DEL HOYO, J., ELLIOT, A. E SARGATAL (eds). **Handbook of the birds of the world**. Barcelona, Espanha. v. 3.
- PIERSMA, T. 1996b. Family Scolopacidae (Sandpipers, Snips and Phalaropes). In: DEL HOYO, J., ELLIOT, A. E SARGATAL (eds). **Handbook of the birds of the world**. Barcelona, Espanha. v. 3.
- PLACYK, J. S. JR. & HARRINGTON, B. A. 2004. Prey abundance and habitat use by migratory shorebirds at coastal stopover sites in Connecticut. **Journal of Field Ornithology**. 75 (3): 223-231.
- RECHER, H. F. 1966. Some aspects of the ecology of migrant shorebirds. **Ecology**. 47:393-407.
- REHFISCH, M. M., INSLEY, H. & SWANN, B. 2003. Fidelity of overwintering shorebirds to roosts on the Moray Basin, Scotland: implications for predicting impacts of habitat loss. **Ardea**. 9 (1): 53-70.
- RIBEIRO, P. D., IRIBARNE, O. O., NAVARRO, D. & JAUREGUY, L.. 2004. Environmental heterogeneity, spatial segregation of prey, and the utilization of Southeast Atlantic mudflats by migratory shorebirds. **Ibis**. 146: 672-682.
- RODRIGUES, A. A. F. 2000. Seasonal abundance of Neartic Shorebirds in the Gulf of Maranhao, Brasil. **Journal of Field Ornithology**. 71 (4): 665-675.
- RODRIGUES, A. A. F. 2007. Philopatry of semipalmated sandpiper (*Calidris pusilla*) on the Brazilian Amazonian coast. **Ornitologia Neotropical**, 18: 1-7.
- RODRIGUES, A. A. F. No prelo. Priority áreas for the conservation of the migration and resident shorebirds on the brasilian amazonia coast. **Revista Brasileira de Ornitologia**.

- RODRIGUES, A. A. F. & LOPES, A. T. L. 2000. The occurrence of Red Knots *Calidris canutus* on the north-central coast of Brazil. **Bull. B. O. C.** 120 (4): 251-259.
- SKAGEN, S. K. & KNOPF, F. L. 1993. Toward conservation of midcontinental shorebirds migrations. **Conservation Biology**. 7(3): 533-541.
- SMART, J. & GILL, J. A. 2003. Non-intertidal use by shorebirds: a reflection of inadequate intertidal resources? **Biological Conservation**. 111: 359-369.
- SWENNEN, C. & SPAANS, A. L. 1985. Habitat use of feeding migratory and local ciconiiform, anseriform and charadriiform birds in coastal wetlands of Surinam. **Le Gerfault**. 75: 225-251.
- TAFT, O. W. & HAIG, S. M. No prelo. Landscape context mediates influence of local food abundance on wetland use by wintering shorebirds in an agricultural valley. **Biological Conservation**.
- TSIPOURA, N. & BURGER, J. 1999. Shorebird diet during spring migration stopover on Delaware Bay. **The Condor**. 101: 635-644.
- WANINK, J. A. & ZWARTS, L. 1993. Environmental effects on the growth rate of intertidal invertebrates and some implications for foraging waders. **Netherlands Journal of Sea Research**. 31 (4): 407-418.
- WEBER, L. M. & HAIG, S. M. 1997a. Shorebird-prey interactions in South Carolina coastal soft sediments. **Canadian Journal of Zoology**. 75: 245-252.
- WEBER, L. M. & HAIG, S. M. 1997b. Shorebird diet size selection of nereid polychaetes in South Carolina coastal diked wetlands. **Journal of Field Ornithology**. 68 (3): 358-366.

FIGURAS

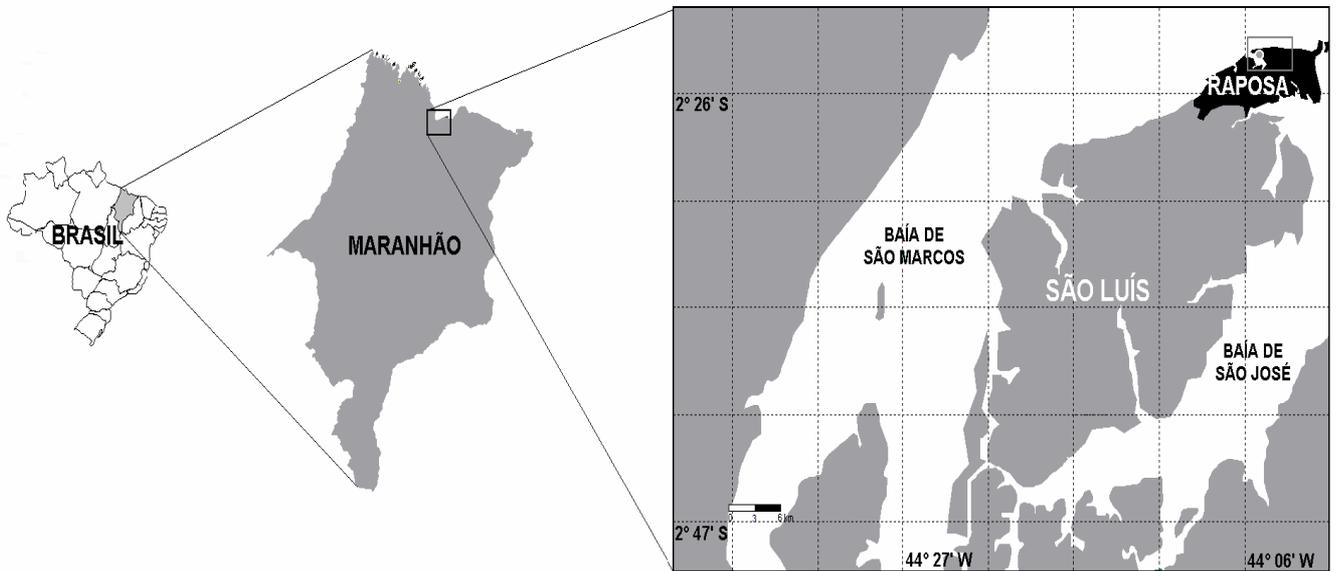


Figura 1. Área de estudo: Canal da Raposa, norte da Ilha de São Luís, Maranhão.

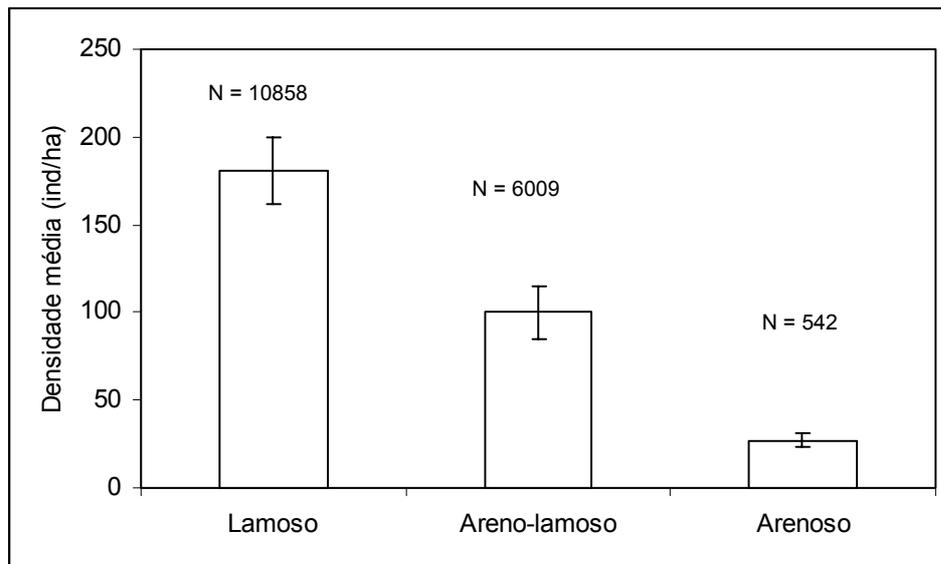


Figura 2. Densidade média ($\bar{x} \pm EP$) de aves limícolas em forrageio em três diferentes substratos no Canal da Raposa, no período de fevereiro a novembro de 2006.

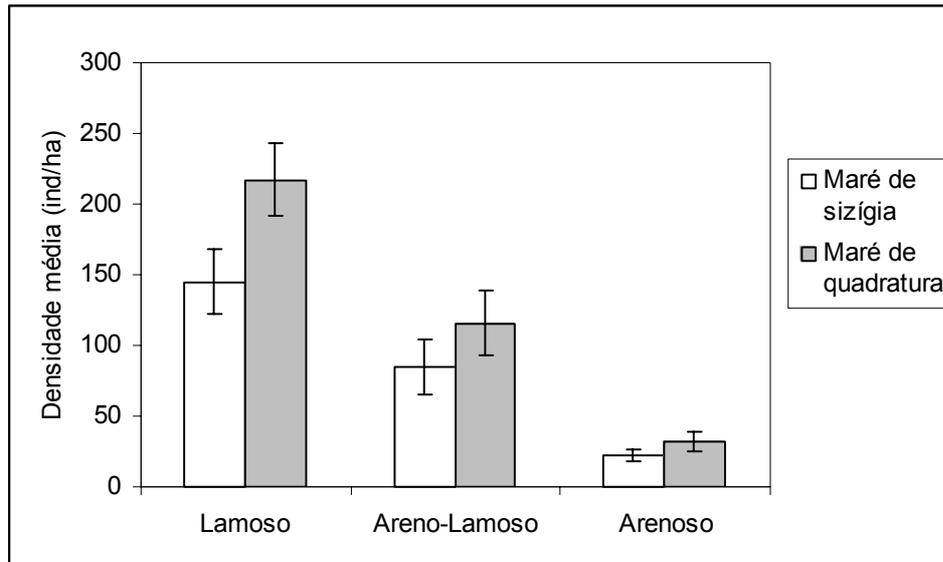


Figura 3. Densidade média ($\bar{x} \pm EP$) de aves limícolas forrageando em três tipos de substrato durante diferentes períodos de maré, entre fevereiro e novembro de 2006, na Raposa, Maranhão.

Tabelas

Tabela I. Densidade média (ind/ha) de aves limícolas em forrageio nos três substratos lamoso, areno-lamoso e arenoso, no Canal da Raposa, entre fevereiro e novembro de 2006.

Espécies	Densidade média (x ± EP)		
	Lamoso	Areno-lamoso	Arenoso
<i>Calidris pusilla</i>	378,9 ± 47,19 (n = 7578)	62,6 ± 14,33 (n = 1252)	4,6 ± 2,10 (n = 102)
<i>Charadrius semipalmatus</i>	76,1 ± 10,15 (n = 1522)	41,55 ± 9,17 (n = 831)	4,9 ± 1,48 (n = 99)
<i>Limnodromus griseus</i>	38,7 ± 12,79 (n = 774)	1,05 ± 0,39 (n = 21)	0
<i>Arenaria interpres</i>	16,6 ± 4,75 (n = 332)	19,15 ± 3,37 (n = 383)	3,65 ± 1,74 (n = 73)
<i>Charadrius collaris</i>	7,4 ± 1,53 (n = 148)	3,2 ± 1,40 (n = 64)	2,85 ± 0,82 (n = 59)
<i>Pluvialis squatarola</i>	7,2 ± 1,19 (n = 144)	9,10 ± 1,48 (n = 182)	6,5 ± 1,46 (n = 130)
<i>Calidris canutus</i>	5,85 ± 1,5 (n = 117)	55,25 ± 13,50 (n = 1105)	0,3 ± 0,25 (n = 6)
<i>Tringa semipalmata</i>	5,35 ± 1,09 (n = 107)	63,5 ± 11,87 (n = 1270)	0,3 ± 0,22 (n = 6)
<i>Numenius phaeopus</i>	3,75 ± 0,57 (n = 75)	31,25 ± 6,02 (n = 625)	0,65 ± 0,26 (n = 13)
<i>Tringa melanoleuca</i>	1,45 ± 0,4 (n = 29)	0	0
<i>Charadrius wilsonia</i>	1,0 ± 0,39 (n = 20)	0,1 ± 0,07 (n = 2)	0,1 ± 0,07 (n = 2)
<i>Haematopus palliatus</i>	0,6 ± 0,2 (n = 12)	13,7 ± 3,40 (n = 274)	0,85 ± 0,29 (n = 17)
<i>Calidris alba</i>	0	0	2,4 ± 1,2 (n = 48)

Tabela II. Densidade média (ind/ha) de aves limícolas em descanso durante a preamar no Canal da Raposa, entre fevereiro e novembro de 2006.

Espécies	Densidade média ($x \pm EP$)	Número de indivíduos
<i>Tringa semipalmata</i>	87,56 \pm 39,16	788
<i>Numenius phaeopus</i>	45,56 \pm 17,97	410
<i>Pluvialis squatarola</i>	20,56 \pm 16,50	185
<i>Haematopus palliatus</i>	19,56 \pm 5,90	176
<i>Calidris canutus</i>	15,78 \pm 15,04	142
<i>Limnodromus griseus</i>	5,00 \pm 4,07	45
<i>Arenaria interpres</i>	1,11 \pm 0,56	10
<i>Charadrius collaris</i>	1,11 \pm 1,11	10
<i>Charadrius semipalmatus</i>	0,33 \pm 0,33	3

Anexo



INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Escopo e política

O periódico **Iheringia, Série Zoologia**, editado pelo Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, destina-se a publicar trabalhos completos originais em Zoologia, com ênfase em taxonomia e sistemática, morfologia, história natural e ecologia de comunidades ou populações de espécies da fauna Neotropical recente. Notas científicas não serão aceitas para publicação. Em princípio, não serão aceitas listas faunísticas, sem contribuição taxonômica, ou que não sejam o resultado de estudos de ecologia ou história natural de comunidades, bem como chaves para identificação de grupos de táxons definidos por limites políticos. Para evitar transtornos aos autores, em caso de dúvidas quanto à adequação ao escopo da revista, recomendamos que a Comissão Editorial seja previamente consultada. Também não serão aceitos artigos com enfoque principal em Agronomia, Veterinária, Zootecnia ou outras áreas que envolvam zoologia aplicada. Manuscritos submetidos fora das normas da revista serão devolvidos aos autores antes de serem avaliados pela Comissão Editorial e Corpo de Consultores.

Forma e preparação de manuscritos

1. Encaminhar o trabalho ao editor, via ofício, assinado pelos autores, acompanhado do original e duas cópias (incluindo as figuras) além de arquivo digital (ver item 14).
2. Os manuscritos serão analisados por, no mínimo, dois consultores. A aprovação do trabalho, pela comissão editorial, será baseada no conteúdo científico, respaldado pelos pareceres dos consultores e no atendimento às normas. Alterações substanciais serão solicitadas aos autores, mediante a devolução dos originais acompanhados das sugestões.
3. O teor científico do trabalho é de responsabilidade dos autores, assim como a correção gramatical.
4. O manuscrito, redigido em português, inglês ou espanhol, deve ser impresso em papel A4, em fonte "Times New Roman" tamanho 12, com páginas numeradas e espaçamento duplo entre linhas.
5. Os trabalhos devem conter os tópicos: título; nomes dos autores (nome e sobrenome por extenso e demais preferencialmente abreviados); endereço completo dos autores, com e-mail para contato; "abstract" e "keywords" (máximo 5) em inglês; resumo e palavras-chave (máximo 5) em português ou espanhol; introdução; material e métodos; resultados; discussão e conclusões; agradecimentos e referências bibliográficas.
6. Não usar notas de rodapé.
7. Para os nomes genéricos e específicos usar itálico e, ao serem citados pela primeira vez no texto, incluir o nome do autor e o ano em que foram descritos. Expressões latinas também devem estar grafadas em itálico.
8. Citar as instituições depositárias dos espécimes que fundamentam a pesquisa, preferencialmente com tradição e infra-estrutura para manter coleções científicas e com políticas de curadoria bem definidas.
9. Citações de referências bibliográficas no texto devem ser feitas em Versalete (caixa alta reduzida) usando alguma das seguintes formas: BERTCHINGER & THOMÉ (1987), (BRYANT, 1915; BERTCHINGER & THOMÉ, 1987), HOLME *et al.* (1988).
10. Dispor as referências bibliográficas em ordem alfabética e cronológica, com os autores em Versalete (caixa alta reduzida). Apresentar a relação completa de autores (não abreviar a citação dos

autores com “*et al.*”) e o nome dos periódicos por extenso. Alinhar à margem esquerda com deslocamento de 0,6 cm. Não serão aceitas citações de resumos e trabalhos não publicados.

Exemplos:

BERTCHINGER, R. B. E. & THOMÉ, J. W. 1987. Contribuição à caracterização de *Phyllocaulis soleiformis* (Orbigny, 1835) (Gastropoda, Veronicellidae). **Revista Brasileira de Zoologia** 4(3):215-223.

BRYANT, J. P. 1915. Woody plant-mammals interactions. *In*: ROSENTHAL, G. A. & BEREMBAUM, M. R. eds. **Herbivores: their interactions with secondary plants metabolites**. San Diego, Academic. v.2, p.344-365.

HOLME, N. A.; BARNES, M. H. G.; IWERSON, C. W. R.; LUTKEN, B. M. & MCINTYRE, A. D. 1988. **Methods for the study of marine mammals**. Oxford, Blackwell Scientific. 527p.

PLATNICK, N. I. 2002. **The world spider catalog, version 3.0**. American Museum of Natural History. Disponível em: <<http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog81-87/index.html>>. Acesso em: 10.05.2002.

11. As ilustrações (desenhos, fotografias, gráficos e mapas) são tratadas como figuras, numeradas com algarismos arábicos seqüenciais e dispostas adotando o critério de rigorosa economia de espaço e considerando a área útil da página (16,5 x 24 cm) e da coluna (8 x 24 cm). A Comissão Editorial reserva-se o direito de efetuar alterações na montagem das pranchas ou solicitar nova disposição aos autores. As legendas devem ser auto-explicativas e impressas em folha à parte. Ilustrações a cores implicam em custos a cargo dos autores. Os originais devem ser enviados apenas após a aprovação do manuscrito. Incentivamos o encaminhamento das figuras em meio digital de alta qualidade (ver item 14).

12. As tabelas devem permitir um ajuste para uma (8 cm) ou duas colunas (16,5 cm) de largura, ser numeradas com algarismos romanos e apresentar título conciso e auto-explicativo.

13. A listagem do material examinado deve dispor as localidades de Norte a Sul e de Oeste a Leste e as siglas das instituições compostas preferencialmente de até 4 letras, segundo o modelo abaixo:

VENEZUELA, **Sucre**: San Antonio del Golfe, (Rio Claro, 5°57'N 74°51'W, 430m) 5♀, 8.VI.1942, S. Karpinski col. (MNHN 2547). PANAMÁ, **Chiriquí**: Bugaba (Volcán de Chiriquí), 3♂, 3♀, 24.VI.1901, Champion col. (BMNH 1091). BRASIL, **Goiás**: Jataí (Fazenda Aceiro), 3♂, 15.XI.1915, C. Bueno col. (MZSP); **Paraná**: Curitiba, ♀, 10.XII.1925, F. Silveira col. (MNRJ); **Rio Grande do Sul**: São Francisco de Paula (Fazenda Kraeff, Mata com Araucária, 28°30'S 52°29'W, 915m), 5♂, 17.XI.1943, S. Carvalho col. (MCNZ 2147).

14. Enviar, juntamente com as cópias impressas, cópia do manuscrito em meio digital (disquete, zip disk ou CDROM, devidamente identificado) em arquivo para Microsoft Word (*.doc) ou em formato “Rich Text” (*.rtf). Para as imagens digitalizadas, utilizar resolução mínima de 300 dpi e arquivos Bitmap TIFF (*.tif). Enviar as imagens nos arquivos originais (não inseridas em arquivos do MS Word, MS Power Point e outros), rotulados de forma auto-explicativa (e. g. figura01.tif). Gráficos e tabelas devem ser inseridos em arquivos separados (Microsoft Word ou Excel). Para arquivos vetoriais utilizar formato Corel Draw (*.cdr).

15. As provas não serão enviadas aos autores, exceto em casos especiais.

16. Para cada artigo serão fornecidas, gratuitamente, 50 separatas, sem capa, que serão remetidas preferencialmente para o primeiro autor. Os artigos também estarão na página do Scientific Electronic Library Online, SciELO/Brasil, disponível em www.scielo.br/isz.