



Universidade Federal do Amapá
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical



Mestrado e Doutorado
UNIFAP / EMBRAPA-AP / IEPA / CI-Brasil

JENNYFER JEANETTE ZUÑIGA ZAVALA

IMPLICAÇÕES DOS CICLOS DA MARÉ NA COMPOSIÇÃO DA AVIFAUNA E
ECOLOGIA TRÓFICA NA PRAIA DO GOIABAL, CALÇOENE, AMAPÁ,
BRASIL

MACAPÁ, AP

2020

JENNYFER JEANETTE ZUÑIGA ZAVALA

IMPLICAÇÕES DOS CICLOS DA MARÉ NA COMPOSIÇÃO DA AVIFAUNA E
ECOLOGIA TRÓFICA NA PRAIA DO GOIABAL, CALÇOENE, AMAPÁ,
BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical (PPGBio) da Universidade Federal do Amapá, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biodiversidade Tropical.

Orientadora: Dra. Maíra Pombo

MACAPÁ, AP

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá

Elaborada por Cristina Fernandes – CRB2/1569

Zavala, Jennyfer Jeanette Zuñiga.

Implicações dos ciclos da maré na composição da avifauna e ecologia trófica na praia do goiabal, Calçoene, Amapá, Brasil. / Jennyfer Jeanette Zuñiga Zavala ; Orientadora, Maria Pombo. – Macapá, 2020.

69 f.

Dissertação (Mestrado) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical.

1. Praia do Goiabal – Amapá. 2. Aves – Migração. 3. Costa Amazônica. I. Pombo, Maíra, orientadora. II. Fundação Universidade Federal do Amapá. III. Título.

598.0981 Z39i

CDD. 22 ed.

JENNYFER JEANETTE ZUÑIGA ZAVALA

**IMPLICAÇÕES DOS CICLOS DA MARÉ NA COMPOSIÇÃO DA AVIFAUNA E
ECOLOGIA TRÓFICA NA PRAIA DO GOIABAL, CALÇOENE, AMAPÁ,
BRASIL**



Dra. Maíra Pombo

Universidade Federal do Amapá - UNIFAP



Dr. Jose Maria Cardoso da Silva

Universidade de Miami/PPGBIO



Dr. Darren Norris

Universidade Federal do Amapá – UNIFAP

Aprovada em 25 de fevereiro de 2020, Macapá, AP, Brasil

DEDICATÓRIA

A Deus, mediante Jesus Cristo,
Por sua fidelidade, amor e presença.
“Porque eu, o Senhor teu Deus,
te tomo pela tua mão direita;
e te digo: Não temas, eu te ajudo”
Isaías 41:13

Minha amada família: meus pais, Nelly e
Fernando, meu irmão Franco, por ser minha
força em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

A Deus por seu amor incomparável, por me dar forças para seguir em frente cada dia, por cada pessoa que conheci neste caminho do mestrado, fui muito abençoada.

À minha amada família, principalmente meus pais Fernando e Nelly, meu irmão Franco, por todo o amor e afeto, pela vontade de fazer o que for preciso para me ajudar, apesar da distância, a meus tios e primos que me encorajaram e estimularam com cada ligação e mensagens.

Meus sinceros agradecimentos à minha orientadora Dra. Maíra pela sua imensa paciência, por seu investimento de tempo, por estar sempre disposta a esclarecer minhas dúvidas, por me ajudar com as viagens de campo até com seus próprios recursos, sou muito grata por tudo.

À Universidade Federal do Amapá do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical- PPGBio, e Organização dos Estados Americanos – OEA, PAEC- pela oportunidade de me aceitar no mestrado e pelo apoio recebido. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela bolsa concedida.

Ao Prêmio E. Alexander Bergstrom Memorial Research pelo financiamento parcial para terminar a coleta de dados em campo. À Idea Wild pelos equipamentos doados.

Ao Laboratório de Praias, e a todas as pessoas que ajudaram na coleta de dados: Jemima, Anderson, Deivid, ao Felipe pela sua ajuda no laboratório. A Fernanda Souza pela ajuda com a identificação dos invertebrados, cada um foi muito importante, eu estou muito agradecida de vocês. Os meus amados amigos a Glauciele e o Kennedy, gratidão imensa pelas longas caminhadas na praia, as longas conversas e amizade formada, grata a Deus por isso.

Aos colegas ornitólogos por me providenciar com bibliografia e por me emprestar alguns materiais para o desenvolvimento da minha pesquisa: Kurazo, Jackson, Joandro.

Ao Professor José Cardoso por sua disponibilidade em receber os materiais doados pela Idea Wild. Ao Professor Júlio Toledo, Lorena, Oscar Gonzáles. por se dispor para ajudar com o traslado de equipamentos para o projeto. Ao Juan Navedo pelas dicas antes de começar o projeto, pelas informações fornecidas e sugestões.

A meus amigos por estar o meu lado, mesmo distantes; a minha amada amiga Romina Linares por sempre estarem disponíveis principalmente aqueles tempos difíceis, a os que fizeram o impossível para me ajudar com cada detalhe: Alejandro, Nicolas, Lisset e todos os amigos que conheci e fizeram minha estadia mais agradável nesta cidade: Anaí, Carlos, Tony, Lucio, Edith, Marian, Taissa, a Família Souza (Fabricio, Vanessa, Daniel, Calebe), a Família Dos Santos-Gentil, dona Nazaré, dona Emilia, dona Elita e Zeca.

Gratidão imensa no coração!

RESUMO

Zuñiga Zavala, Jennyfer Jeanette Implicações dos ciclos da maré na composição da avifauna e ecologia trófica na praia do Goiabal, Calçoene, Amapá, Brasil. Macapá, 2020. Dissertação (Mestre em Biodiversidade Tropical) - Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Tropical – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação - Universidade Federal do Amapá.

As praias arenosas são ecossistemas chaves para as aves, elas possuem um papel peculiar como predadores de topo neste ecossistema, logo responsáveis, bem como afetados, pela regulação ambiental dessas zonas. Os ciclos da maré têm influência direta sobre a disponibilidade de hábitat e dos recursos alimentares, de forma que a distribuição e composição das aves costeiras estão atreladas a estes ciclos. Adicionalmente, a chegada e saída das aves migratórias durante diferentes meses influenciam a assembleia de aves. A disponibilidade de recursos, densidade de indivíduos, número de espécies coexistentes, com suas especializações morfológicas, estão relacionadas ao nicho trófico das aves, e podem ser estimadas mediante análises de dieta. A costa amazônica brasileira destaca-se por ser uma das principais áreas sob influência do rio Amazonas, sua enorme descarga de sedimentos e nutrientes, o que resulta em uma área de grande importância para principalmente aves limícolas, migratórias e residentes. Neste estudo foi realizado um levantamento minucioso da avifauna na praia do Goiabal (Calçoene, Amapá), com dois objetivos: i) analisar como os ciclos de marés influenciam estimativas de riqueza e abundância da avifauna, ii) estimar a composição da dieta, amplitude e sobreposição do nicho das aves limícolas mais abundantes. As contagens foram conduzidas ao longo de um ano, de janeiro a dezembro de 2019, duas vezes por mês, a fim de englobar os ciclos mensais (sizígia e quadratura) e diários da maré. Foram registradas 39 de espécies de aves no total, sendo 17 migratórias, 21 residentes e uma espécie vagante. O ciclo da maré teve influência significativa na riqueza e abundância das aves, sendo tanto riqueza quanto abundância menor na maré alta de sizígia. Em contraste, a maior abundância foi observada em marés altas de quadratura, quando a amplitude da maré é menor e a parte superior da praia, de sedimento não consolidado, permanece descoberta. Esse dado indica que algumas espécies muito abundantes estão permanecendo em área aberta, em grandes bandos, com alimento abundante e próximo, trazidos pela água até a linha de detritos. Mas, o espaço para forrageio e descanso pode se tornar muito limitado em grandes amplitudes de maré, dado que alerta para o efeito negativo da erosão costeira para estas aves, em especial batuíras e maçaricos. Para estudo da dieta e nicho

trófico foi coletado conteúdo gastrointestinal mediante lavagem de estômago das quatro limícolas mais abundantes capturadas com redes de neblina e, adicionalmente, fezes. Os resultados mostraram uma composição da dieta baseada em presas de praias, como poliquetas, insetos, isópodos, bivalves, larvas de peixe e, menor proporção, sementes. As aves apresentaram nichos relativamente estreito e maior sobreposição foi observada entre *Ch.semipalmatus* e *C. pusilla*. Duas espécies apresentaram preferência por se alimentar na região superior da praia, ao contrário das outras duas que mostraram a dieta composta por itens mais abundantes em níveis mais baixos do entremarés. Isso significa que, com a perda deste habitat superior, processo associado ao de mudança climática, terá maior efeito negativo nestas espécies, e aumentando a sobreposição de nicho ou até reduzindo a disponibilidade de áreas de invernada.

Palavras-chave: Praia arenosa; aves costeiras; migratórias; residentes; dieta; nicho trófico, *Calidris*; *Charadrius*.

ABSTRACT

Zuñiga Zavala, Jennyfer Jeanette Implications of the tidal cycles on the composition of avifauna and trophic ecology in Goiabal Beach, Calçoene, Amapá, Brasil. Macapá, 2020. Dissertação (Mestre em Biodiversidade Tropical) - Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Tropical – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação - Universidade Federal do Amapá

Sandy beaches are key ecosystems for birds; they have a peculiar role as top predators, therefore responsible for, and affected by, the environmental regulation of these areas. Tidal cycles have a direct influence on habitat and food resource availability, and so is the distribution and composition of coastal birds. Additionally, the intense use of this area, by migratory birds during different months, affects the whole bird community's ecological interactions. The availability of resources, density of individuals, and a number of coexisting species, with their morphological specializations, are related to the birds' trophic niche and can be estimated through dietary analyses. The Brazilian Amazon coast stands out for being one of the main areas under the influence of the Amazon River, its discharge of sediments and nutrients, resulting in great importance for birds. In this study, a thorough survey of the avifauna was carried out at Goiabal beach (Calçoene, Amapá), with two main objectives: i) to analyze how tidal cycles influence estimates of richness and abundance of the avifauna and ii) to investigate the composition of the diet, estimating niche width and overlap for the most abundant shorebirds. Counts were conducted over a year, from January to December 2019, twice every month, to include monthly (spring and neap) and daily tidal cycles. A total of 39 bird species were recorded, of which 17 were migratory, 21 residents, and one vagrant species. The tide cycle had a significant influence on the richness and abundance of the birds, with both, being lower during spring high tides. In contrast, the greatest abundance was observed also during neap high tides, thus when the tidal range is smaller and the upper beach zone, of unconsolidated sediment, remains uncovered. These data indicate that a few, very abundant species have a preference for this zone, remaining in an open area, in large flocks, and close to a high source of food, brought by the water to the drift line. However, the space for foraging and resting can become very restricted during spring tides, which is a cautionary tale of the negative effect of coastal erosion for resident and migratory species, especially plovers and sandpipers. For the study of the trophic relation, stomach content was collected by stomach-pumping of the four most abundant shorebirds captured with mist nets and, additionally, feces. The results showed a diet composition based on specific

beach items, such as polychaetes, insects, isopods, bivalves, fish larvae, and, to a lesser extent, seeds. They showed relatively narrow niches, with the largest overlap observed between *Charadrius semipalmatus* and *Calidris pusilla*. Two species of birds showed a preference for eating in the upper region of the beach, in contrast to the other two that showed a diet composed of items that are more abundant at lower levels of the beach. This means that, with the loss of higher beach areas, a process that is linked with climate change, there will be a greater negative effect on these species, increasing the niche overlap among them, or even reducing the availability of wintering areas.

Keywords: sandy beach; coastal birds; migratory; residents; diet; trophic niche; *Calidris*; *Charadrius*.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	12
2. HIPÓTESES	14
3. OBJETIVOS	15
3. 1. GERAL	15
3. 2. ESPECÍFICOS	15
4. REFERÊNCIAS	16
5. CAPÍTULO 1 - COMPOSIÇÃO DA AVIFAUNA EM UMA PRAIA ARENOSA DA COSTA NORTE DO BRASIL E AVALIAÇÃO DAS IMPLICAÇÕES DOS CICLOS DE MARÉ EM ESTIMATIVAS DE RIQUEZA E ABUNDÂNCIA	20
6. CAPÍTULO 2 - DIETA DAS QUATRO ESPÉCIES DE AVES LIMÍCOLAS MAIS ABUNDANTES NUMA PRAIA ARENOSA DA AMAZÔNIA BRASILEIRA	44
7. CONCLUSÕES	67
8. COMPROVANTE DE SUBMISSÃO	69

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO) considera que no Brasil ocorrem atualmente 1919 espécies de aves entre espécies residentes e migratórias, correspondentes a 33 ordens e 103 famílias (Piacentini 2015). No entanto, nem todas as espécies registradas realizam a sua reprodução no país, algumas se reproduzem em outros locais como América do Norte, e usam os ecossistemas brasileiros somente no período não reprodutivo, o que corresponde a uma parte importante do seu ciclo anual (Hayes 1995, Alves 2007, Faaborg, et. al 2010), este fluxo de aves migratórias nos locais de invernada modifica a estrutura da avifauna temporal e espacialmente nestes locais.

As áreas costeiras tropicais são locais produtivos com características físicas e biológicas específicas, que oferecem recursos disponíveis tanto para as aves migrantes quanto para as aves residentes, fazendo com que haja uma coexistência de distintos grupos funcionais de aves nestes ecossistemas (Greenberg 1995, Schwartz 2005, Piersma 2006, 2012). Nas áreas costeiras dos sítios de invernada costuma-se destacar os ecossistemas de manguezais, estuários e praias (Schwartz 2005). A Costa Norte do Brasil, em geral pouco estudada no que diz respeito à biodiversidade, possui importância reconhecida internacionalmente para conservação de aves limícolas, ou seja, aquelas que habitam áreas úmidas, das quais muitas são migratórias. Dois sítios Ramsar (classificados como “Zonas Úmidas de Importância Internacional, especificamente como habitat para Aves Aquáticas”) de toda a zona costeira e marinha brasileiras estão localizados nesta região (Secretariat of the Ramsar Convention on Wetlands 2011, MMA 2020). Esta região é dividida pelo rio Amazonas em dois grandes traços: a leste, as reentrâncias do Maranhão e Pará; a oeste, a costa do Amapá, essencialmente retilínea, onde predominam campos alagados e extensas áreas entremarés (Santos et al. 2016). As costa do Amapá inclui um setor estuarino e um oceânico (Torres, 2006) o segundo formado por planícies de marés e praias arenosas extensas que são ecossistemas preferidos por muitas aves migratórias, fonte rica em recursos, como macroinvertebrados, que as permite se manterem durante seus períodos de invernada e se prepararem para voltar a seus locais de reprodução (Burger et al. 1997, Piersma 2006).

Nestes ambientes a interação entre biótico e abióticos é extremamente dinâmica, exigindo adaptações específicas (Wootton 1997, Horn et al. 2017) os organismos que ali vivem e compõem uma trama trófica bastante peculiar, especialmente devido à ausência de vegetais superiores neste

ecossistema. Os grãos finos, típicos de zonas entremarés dissipativas e extensas, como são o caso na costa amazônica, permitem o acoplamento de todos os níveis tróficos locais, pois há maior diversidade de tamanho dos organismos, muitos exclusivos a destes ambientes (McLachlan e Erasmus 2013). As aves aqui possuem um papel peculiar como predadores de topo e, portanto, na regulação ambiental dessas zonas, as quais, por sua vez, moldam a distribuição de espécies de acordo com sua morfologia e comunidade (Wootton 1997, Horn et al. 2017).

A disponibilidade de recursos, densidade de indivíduos, número de espécies coexistentes da avifauna e suas especializações morfológicas, estão relacionadas à amplitude do nicho trófico das aves (Herrera 1978). O nicho trófico é a posição que tem um organismo na teia alimentar, sendo a amplitude à distância ao longo desta dimensão (Elton 1927). A sobreposição de nicho é a intersecção da amplitude de nichos de cada espécie, e a medida destas variáveis pode ser feita com análises da dieta (Schoener 1974, Dimmick e Rothenbuhler 1984).

Justamente os ambientes de praia, dentre os mais ameaçados dos ecossistemas costeiros e mais importantes para aves migratórias, são definitivamente os mais carentes de conhecimento, especialmente em relação à biodiversidade e às interações ecológicas (Nel et al. 2014). São particularmente escassos estudos nestes habitats com relação à avifauna, seus recursos alimentares, uso dos habitats e perturbação humana (Connors et al. 1981, Burger et al. 1997, Lafferty 2001, Neuman et al. 2008, Pandiyan e Asokan 2016). No Brasil existem alguns estudos feitos em habitats de entremarés (Vooren e Chiaradia 1990, Barbieri e Hvenegaard 2008, Delchiaro e Barbieri 2008, Carvalho e Rodrigues 2011, Dias et al. 2017, Faria et al. 2018), mas na Costa Norte do Brasil, apesar de sua importância neste quesito, informações sobre composição, interações ecológicas das aves costeiras, migratórias e residentes, são ainda mais escassas (Kober 2004, Kober e Bairlein 2006a, 2006b, 2009).

O estado de conservação da Costa Amazônica, como chamamos neste documento a costa do Amapá, ainda é considerável. Dada sua importância global para a conservação de aves é imperativo conhecer a comunidade que explora esta zona, bem como oferece condições ideais para elaboração de conceitos detalhados sobre a trama trófica nestes habitats. Dados derivados destas investigações podem ajudar a prever consequências de mudanças climáticas nessas áreas, como é o caso clássico da erosão costeira, para diferentes espécies de aves.

2. HIPÓTESES

- Espera-se menor abundância e riqueza da avifauna em relação aos ciclos das marés (diária e mensal), quando as variáveis mencionadas alteram o espaço disponível para as atividades das aves.
- Espera-se que a dieta das espécies estudadas inclua majoritariamente itens associados ao ambiente costeiro, mais especificamente de praia arenosa.
- Espera-se considerável amplitude de nicho nas espécies estudadas, seguindo os padrões identificados em outros locais tropicais.
- Espera-se alta sobreposição do nicho trófico nas espécies estudadas, seguindo os padrões identificados em outros locais tropicais.

3. OBJETIVOS

3. 1. GERAL

Analisar como os ciclos de maré influenciam a composição, riqueza e abundância, da avifauna associadas à área entremarés da praia do Goiabal, na zona costeira amazônica que está submetida a grandes amplitudes de maré.

Examinar a composição da dieta das aves limícolas mais abundantes na praia do Goiabal (Calçoene, Amapá).

3. 2. ESPECÍFICOS

- Avaliar a influência dos ciclos de maré, diário e mensal, nas estimativas de riqueza e abundância da avifauna na área de estudo.
- Avaliar, sistematicamente ao longo de um ciclo anual, a composição da avifauna na área de estudo.
- Identificar e quantificar os recursos alimentares consumidos pelas espécies de aves costeiras mais abundantes da praia do Goiabal;
- Estimar a amplitude de nicho trófico das aves limícolas mais abundantes na área de estudo;
- Estimar o grau de sobreposição de nicho trófico entre as referidas espécies de aves.

4. REFERÊNCIAS

- Alves, M. A. S. 2007. Sistemas de migrantes de aves em ambientes terrestres no Brasil: Exemplos, lacunas e propostas para o avanço do conhecimento. *Revista Brasileira de Ornitologia* **15**:231-238.
- Burger, J., L. Niles, e K. E. Clark. 1997. Importance of beach, mudflat and marsh habitats to migrant shorebirds on Delaware Bay. *Biological Conservation* **79**:283-292.
- Carvalho, D.L. e Rodrigues, A. A. F. 2011. Spatial and temporal distribution of migrant shorebirds (Charadriiformes) on Caranguejos Island in the Gulf of Maranhão, Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia* **17**:2-4.
- Connors, P. G., J. P. Myers, C. S. W. Connors, e F. A. Pitelka. 1981. Interhabitat movements by sanderlings in relation to foraging profitability and the tidal cycle. *The Auk* **98**: 49-64
- Delchiaro, R. E., e B. O. Barbieri. 2008. The birds at Ilha Comprida beach (São Paulo state, Brazil): a multivariate approach. *Biota Neotropica* **8**:41-50.
- Dias, R. A., G. N. Maurício, e L. Bugoni. 2017. Birds of the Patos Lagoon Estuary and adjacent coastal waters, southern Brazil: species assemblages and conservation implications. *Marine Biology Research* **13**:108-120.
- Dimmick, J., e E. Rothenbuhler. 1984. The Theory of the Niche: Quantifying Competition Among Media Industries. *Journal of Communication* **34**:103-119.
- Elton, C. S. 1927. *Animal Ecology*. The Macmillan Company, New York, USA.
- Faaborg, J., R. T. Holmes, A. D. Anders, K. L. Bildstein, K. M. Dugger, S. Jr, A. Gauthreaux, P. Heglund, K. A. Hobson, A. E. Jahn, D. H. Johnson, S. C. Latta, D. J. Levey, P. P. Marra, C. L. Merkord, E. N. Erica Nol, e N. Warnock. 2010. Recent advances in understanding migration systems of New World land birds. *Ecological Monographs* **80**:3-48.
- Faria, F. A., E. F. Albertoni, e L. Bugoni. 2018. Trophic niches and feeding relationships of shorebirds in southern Brazil. *Aquatic Ecology* **52**:281-296.

- Greenberg, R. 1995. Insectivorous migratory birds in tropical ecosystems: the breeding currency hypothesis. *Journal of Avian Biology* **26**:260-264.
- Hayes, F. E. 1995. Definitions for migrant birds: What is a neotropical migrant?. *The Auk* **112**:521-523.
- Herrera, C. M. 1978. Ecological Correlates of Residence and Non-Residence in a Mediterranean Passerine Bird Community. *Journal of Animal Ecology* **47**:871-890.
- Horn, S., C. De La Vega, R. Asmus, P. Schwemmer, L. Enners, S. Garthe, K. Binder, e H. Asmus. 2017. Interaction between birds and macrofauna within food webs of six intertidal habitats of the Wadden Sea. *PLoS ONE* **12**:1-23.
- Kober, K. 2004. Foraging ecology and habitat use of wading birds and shorebirds in the mangrove ecosystem of the Caete Bay, Northeast Para, Brazil. PhD Thesis. Bremen: Center for Marine Ecology, Germany.
- Kober, K., e F. Bairlein. 2006a. Shorebirds of the Bragantian Peninsula I. Prey availability and shorebird consumption at a tropical site in northern Brazil. *Ornitologia Neotropical* **17**:531-548.
- Kober, K., e F. Bairlein. 2006b. Shorebirds of the Bragantian Peninsula II. Diet and foraging strategies of shorebirds at a tropical site in northern Brazil. *Ornitologia Neotropical* **17**:549-562.
- Kober, K., e F. Bairlein. 2009. Habitat Choice and Niche Characteristics Under Poor Food Conditions. A Study on Migratory Nearctic Shorebirds in the Intertidal Flats of Brazil. *Ardea* **97**:31-42.
- Lafferty, K. D. 2001. Birds at a Southern California beach: seasonality, habitat use and disturbance by human activity. *Biodiversity and Conservation* **10**:1949-1962.
- McLachlan, A., e T. Erasmus. 2013. *Sandy Beaches as Ecosystems: Based on the Proceedings of the First International Symposium on Sandy Beaches, held in Port Elizabeth, South Africa, 17-21 January 1983*. Springer, Netherlands.

- MMA. 2020. Sítios Ramsar. <https://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zonas-umidas-convencao-de-ramsar/sítios-ramsar.html>. Acessado em (3 de janeiro de 2020).
- Nel, R., E. E. Campbell, L. Harris, L. Hauser, D. S. Schoeman, A. McLachlan, D. R. du Preez, K. Bezuidenhout, e T. A. Schlacher. 2014. The status of sandy beach science: Past trends, progress, and possible futures. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **150**:1-10.
- Neuman, K. K., L. A. Henkel, e G. W. Page. 2008. Shorebird Use of Sandy Beaches in Central California. *Waterbirds* **31**:115-121.
- Pandiyan, J., e S. Asokan. 2016. Habitat use pattern of tidal mud and sand flats by shorebirds (charadriiformes) wintering in southern India. *Journal of Coastal Conservation* **20**:1-11.
- Piacentini, V. de Q. 2015. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee / Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. *Revista Brasileira de Ornitologia* **23**:91-298.
- Piersma, T. 2006. Migration in the balance: tight ecological margins and the changing fortunes of shorebird populations. Pages 74–80 *in* G.C. Boere, C.A. Galbraith and D.A. Stroud, editors. *Waterbirds around the world*. The Stationery Office, Edinburgh, UK.
- Piersma, T. 2012. What is habitat quality? Dissecting a research portfolio on shorebirds. Pages 383–407 *in* R. Fuller, editor. *Birds and Habitat: Relationships in Changing Landscapes*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Santos, V. F., A. D. Short, e A. C. Mendes. 2016. Beaches of the Amazon Coast: Amapá and West Pará. Pages 67-93 *in* A. Short e Klein A. editors. *Brazilian Beach Systems*. Coastal Research Library. Springer, Cham. Switzerland.
- Schoener, T. W. 1974. Some methods for calculating competition coefficient from resource-utilization spectra. *American Naturalist* **108**:332-340.
- Schwartz, M. L. 2005. *Encyclopedia of Coastal Science*. Springer.

Torres, A. M., e M. El-Robrini. 2006. Amapá. Pages 11-39 *in* D. Muehe, Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro. MMA, Brasil.

Vooren, C. M., e A. Chiaradia. 1990. Seasonal Abundance and Behaviour of Coastal on Cassino Beach, Brazil. *Ornitologia Neotropical* **1**:9-20.

Wootton, J. T. 1997. Estimates and tests of per capita interaction strength: Diet, abundance, and impact of intertidally foraging birds. *Ecological Monographs* **67**:45-64.

5. CAPÍTULO 1

COMPOSIÇÃO DA AVIFAUNA EM UMA PRAIA ARENOSA DA COSTA NORTE DO BRASIL E AVALIAÇÃO DAS IMPLICAÇÕES DOS CICLOS DE MARÉ EM ESTIMATIVAS DE RIQUEZA E ABUNDÂNCIA

INTRODUÇÃO

A estrutura da assembleia de aves nas zonas costeiras é complexa, com variações na abundância e riqueza associadas com a chegada e saída das aves migratórias durante o ciclo anual, tamanho do território, diversidade de ecossistemas e variações comportamentais atreladas aos ciclos da maré. (Recher 1966, Heppleston 1971, Myers et al. 1979, Erwin 1996, Lafferty 2001, Danufsky e Colwell 2003, Gibson 2003, Lafferty et al. 2013, Barbieri e Delchiaro 2017).

Devido à exposição direta das praias às ondas e maré, a estrutura da avifauna pode variar de acordo com os ciclos que envolvem esses fatores (Recher 1966, Burger et al. 1977, Ferns 1983, Ramli e Norazlimi 2016). As marés são variações da altura na coluna d'água dos oceanos. Este movimento é definido pelas forças gravitacionais, principalmente pela Lua, combinadas com forças centrífugas associadas à rotação da Terra em torno de um centro de massa Terra-Lua. Diariamente estas combinações causam protuberâncias oceânicas (aumento da altura da coluna d'água) em lados opostos da Terra. À medida que a Terra rotaciona há uma alternância destas protuberâncias, produzindo em geral dois ciclos de marés por dia, chamada de maré semi-diurna. A maré vazante se dá quando um ponto no oceano da Terra entra na protuberância e a coluna d'água se eleva, expondo a região entremarés. Opostamente, a maré enchente ocorre quando esse ponto se move para fora da protuberância, e a coluna se dissipa inundando áreas litorâneas. Há também ciclos mensais da maré, são produzidos pelos movimentos relativos da Lua e do Sol. As marés de sizígia (luas nova e cheia) ocorrem a cada 14,8 dias quando a Terra, a Lua e o Sol estão em maior alinhamento. As marés de quadratura (crescente e minguante) ocorrem quando a, Lua, a Terra e o Sol estão alinhados em um ângulo reto. O resultado é que esta última possui menor amplitude do que a maré de sizígia (Pugh 1987, Kvale 2006).

É evidente que o ciclo de marés é uma variável importante que influencia a distribuição das aves limícolas, principalmente das zonas costeiras oceânicas. Elas vão se distribuir na área de alimentação conforme esta esteja disponível, sendo mais limitada na maré alta. Algumas aves se concentram na linha da água e à medida que a maré desce se movimentam junto. Quando acontece a máxima exposição de sedimento na maré baixa, uns indivíduos ainda podem ficar ao redor da borda da água, outros podem se espalhar, enquanto outras espécies podem ainda permanecer em áreas específicas ao longo desta planície. Com a maré crescente as aves recuam antes do avanço da água,

logo a segregação é menos evidente. Na medida em que a maré sobe rapidamente as aves podem procurar outros locais alternativos para se alimentar, descansar, ou permanecer forrageando e descansando na linha d'água (Recher 1966, Nehls e Tiedemann 1993, Van Gils et al. 2006). No caso das aves marinhas, algumas podem usar as praias como locais de alimentação descanso ou trânsito, sendo que as marés também têm influência na distribuição desses indivíduos, e algumas evidências de que certas espécies passam mais tempo procurando alimento principalmente nas marés de quadratura. (Irons 1998). As aves de rapina podem se aproveitar do fluxo das águas para se alimentar de organismos mortos deixados pela maré, sendo alguns potenciais predadores de aves costeiras, eventualmente provocando o deslocamento destas os outros locais para forrageio e descanso ou o agrupamento em bandos para evitar a predação (Lafferty 2001, Dekker e Ydenberg 2004).

A costa amazônica destaca-se por ser uma das principais áreas do Brasil sob influência do rio Amazonas e sua alta descarga de sedimento e nutrientes, compondo os fatores que agregam grande importância a essa região para aves aquáticas. (Schwartz 2005, Rodrigues 2007). Também neste quesito o Brasil é considerado um país prioritário para a conservação de aves marinhas, com um índice de prioridade de 17 na escala de 1 a 239. (Croxall et al. 2012). Registros de aves nas zonas costeiras no Norte do Brasil foram feitos principalmente no Pará (Kober 2004, Kober e Bairlein 2006b, 2006a, 2009, Rodrigues 2007). No caso específico do Amapá ainda existem poucos registros de ocorrência das aves, especificamente na porção Norte da Bacia do Amazonas (Campos et al. 2008), Lago Piratuba (Mateus et al. 2010), Nas praias Goiabal, ilha do Parazinho, e Maracá Jipioca (Rodrigues 2007, Mateus et al. 2010, Valente et al. 2011). Mas as interações ecológicas ainda são desconhecidas. Vale ressaltar que destas áreas estudadas na costa do estado apenas Goiabal se encontra no setor oceânico.

Além da importância de informações sistemáticas das espécies costeiras residentes e migratórias nesta região tão peculiar, a região é um excelente laboratório natural para o estudo da influência dos ciclos das marés em levantamentos de composição, riqueza, abundância de aves, bem como a utilização diferenciada destas áreas por espécies distintas. Este conjunto de informações é essencial para permitir previsões de alterações ambientais na biodiversidade, elaborar medidas de conservação, e tomadas de decisão sobre exploração de recursos naturais, razões que nortearam os objetivos deste capítulo: analisar como os ciclos de maré influenciam a composição,

riqueza e abundância, da avifauna associadas à área entremarés da praia do Goiabal, na Zona Costeira Amazônica submetida a grandes amplitudes de maré.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A Costa Amazônica do estado do Amapá, atravessa a linha do equador e está exposta elevada precipitação média de ~4.200mm ao ano, com maior parte da chuva distribuída de janeiro a maio, e temperaturas médias de 25° a 27° C (Santos et al. 2016, Agência Nacional de Águas 2020). A zona costeira do Amapá é usualmente dividida em dois setores, a estuarina (ou amazônica) e a oceânica (ou atlântica). Esta última possui 675 km de extensão, sendo 142 km abrangidos por praias, todas localizadas no município de Calçoene (Santos et al. 2016).

O estudo foi conduzido especificamente, na praia do Goiabal (02° 35.87' N, 50° 50.75' W a 02° 38.701' N, 050° 51.522' W). Esta praia tem aproximadamente 4 km de extensão, e localizada no município de Calçoene no estado do Amapá, e dentre as 16 praias do estado, é a única com acesso por via terrestre (Figura 1). Possui, areia muito fina e está submetida à megamarés de até 10m, regularmente 6m em maré de sizígia, regime semi-diurno, e entremarés plano, com cerca de 2,5 km de extensão em períodos de sizígia. (Santos et al. 2016).

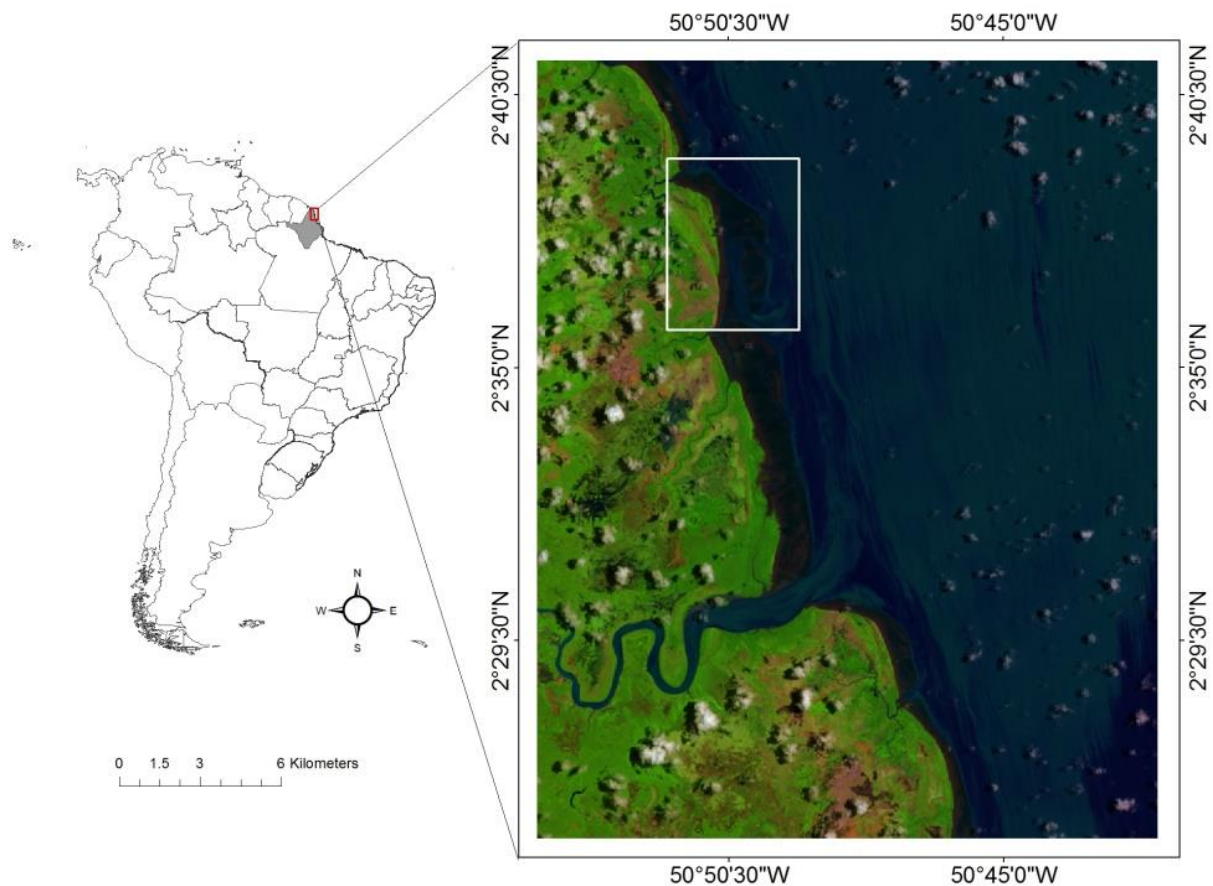


Figura 1- Área de estudo: Mapa da América do Sul com destaque, em cinza, o estado do Amapá. O contorno em vermelho corresponde ao setor oceânico da costa do estado, ampliado na imagem de satélite, com destaque para a praia do Goiabal, Calçoene (contorno branco). Fonte: satélite Lantaz 8.

Contagens de aves

A extensão praial, de cerca de 4km, excetuando-se os extremos à margem de cada rio que limitam a praia, foi dividida em faixas de 300m de largura, resultando em 14 faixas, ou transectos. Como a largura da praia muda de acordo com a altura da maré, esta determinava o comprimento de cada faixa, correspondente à distância entre preamar e baixa-mar. Este comprimento, por sua vez, foi dividido longitudinalmente a cada 300m, delimitando assim parcelas de 300x 300m. O limite de observação, dentro de cada parcela, foi orientado com o posicionamento de estacas (Dias et al. 2006). A cada campanha três transectos foram selecionados aleatoriamente, dentre as 14 possibilidades (Figura 2).

Foram realizadas duas campanhas mensais, de janeiro a dezembro de 2019, a fim de incluir os dois tipos mensais do ciclo mareal, sizígia e quadratura. Nos meses de julho e agosto, por questões logísticas e orçamentárias, foram realizadas amostragens apenas durante a quadratura. A fim de incluir a variabilidade correspondente aos ciclos diários de maré, cada transecto foi amostrado quatro vezes consecutivas com relação ao ciclo: pico da maré baixa, duas horas antes do pico, 2 horas depois e durante o pico da maré alta (identificados, respectivamente, pelos números 0, -2, +2 e +6) (Zwarts 1988, Nehls e Tiedemann 1993, Dias et al. 2006, Fonseca et al. 2017).

Em cada parcela a observação foi feita por cinco minutos, resultando em tempo total, de cada transecto em cada condição, de 25 a 35 min. Nos casos de pico da maré alta, esse tempo total de observação foi realizado, a fim de padronizar o tempo de observação entre todas as condições. No total o censo foi realizado ao longo de 124 horas e 25 minutos. As aves foram contadas e identificadas, imediatamente ou com o auxílio de fotos e filmagens. O material usado para a coleta incluiu o GPS para georreferenciamento, binóculos 8x40, telescópio de 60x80 e câmera fotográfica de 83X.



Figura 2 - Área de estudo. O comprimento da praia dividido em 14 transectos (contorno em preto) de 300m de largura subdivido em parcelas de 300x300m (quadrados numerados). Em cada parcela a observação foi realizada por 5 minutos no centro das parcelas (pontos roxos), sequencialmente. As faixas destacadas exemplificam a amostragem aleatória de três transectos em cada campanha.

Análise de dados

Foi realizada a compilação geral dos dados da composição de espécies, com o número total e frequência de cada uma delas, e calculados os valores de riqueza e abundância da avifauna para cada nível dos fatores “tipo”, correspondente ao ciclo mensal (sizígia ou quadratura), e “horário”, correspondendo ao ciclo diário (-2, 0, +2 e +6).

Para avaliar a influência do tipo e horário da maré nas variáveis riqueza e abundância, foram empregadas ANOVAs fatoriais de duas vias. Após as análises exploratórias de normalidade e homocedasticidade, os dados de abundância foram transformados em \log_{10} para amenizar discrepâncias de variância e a remoção de dados que de outra forma apareceriam como outliers. Nos casos em que foi detectada diferença estatística significativa ($\alpha=0,05$) esta foi averiguada usando o teste a posteriori de Tukey.

Considerando a abundância das diferentes espécies, em cada transectos, foi realizada uma Análise de Componentes Principais (ACP), a fim de identificar a existência de padrão de distribuição na comunidade, espécies predominantes e uma eventual associação entre elas. Foi também empregada uma análise de redundância (ARD), ordenando a matriz das espécies em função de uma matriz correspondente com os dados ambientais: (i) ciclo diário da maré (ii) ciclo mensal da maré e (iii) meses.

As análises foram efetuadas no software R, os pacotes nativos e o “vegan” (R Development Core Team 2019).

Para as espécies com destaque nas análises multivariadas acima descritas foram elaborados gráficos de número porcentual (proporção da abundância de determinada espécie com relação à abundância geral da assembleia) e frequência de ocorrência (número de vezes em que determinada espécie foi reportada em cada mês).

RESULTADOS

No total, 39 espécies de aves foram registradas ao longo de 2019, foram contabilizados em 124 horas e 25 minutos de observação.

O fator horário da maré, ou seja, a influência do ciclo diário da maré, foi o maior determinante para a riqueza de aves ($F_{1,251}=39,04$; $p<0,01$), logo uma interação entre os fatores também foi significativo ($F_{1,251}=90,48$; $p<0,01$), não foi significativa para o ciclo diário da maré ($F_{1,251}=1,58$; $p=0,21$). Resultados do teste Tukey mostram que o menor valor foi na maré alta de sizígia 5,3 ($\pm 3,65$ DP) com relação a todos os demais, que não diferiram significativamente entre si: riqueza maré baixa de sizígia 9,6 ($\pm 2,1$ DP); maré baixa de quadratura 9,2 ($\pm 2,1$ DP); duas horas antes da maré baixa de sizígia 9,6 ($\pm 2,6$ DP); duas horas antes da maré baixa de quadratura 8,7 ($\pm 1,9$ DP); duas horas depois da maré baixa de sizígia 8,5 ($\pm 2,1$ DP); duas horas depois da maré baixa de quadratura 9,2 ($\pm 2,4$ DP); maré alta de quadratura 7,6 ($\pm 3,1$ DP) (Figura 3).

Já a abundância de aves uma interação significativa forte entre os fatores foi identificada, também neste caso foi significativamente menor na maré alta de sizígia ($F_{1,251}=22,965$; $p < 0,01$) 106,86 ($\pm 148,01$ DP) (Figura 4). A maior abundância média ocorreram em marés altas de quadratura 290,03 ($\pm 345,29$ DP). As outras abundâncias: maré baixa de sizígia 193,1 ($\pm 117,01$ DP); maré baixa de quadratura 170,47 ($\pm 108,37$ DP); duas horas antes da maré baixa de sizígia 177,6 ($\pm 95,58$ DP); duas horas antes da maré baixa de quadratura 184,54 ($\pm 107,31$ DP); duas horas depois da maré baixa de sizígia 146,32 ($\pm 95,58$ DP); duas horas depois da maré baixa de quadratura 157,58 ($\pm 82,93$ DP).

A análise de Componentes Principais (ACP) resultou em um primeiro eixo explicando 48,81% da variância dos dados e um segundo explicando 14,89%, ou seja, 63,71% da variância dos dados da comunidade de aves foi explicada pelos dois componentes principais. Neste espaço de ordenação os vetores indicaram maior importância de 6 espécies explicando a variação dentro da comunidade, distribuídas em 3 grupos de direção vetorial, cada grupo representado por uma espécie de destaque: *Calidris alba*, *C. pusilla* e *Charadrius collaris* (Figura 5). *Calidris alba* e *Ch. semipalmatus* foram apresentados com certa correlação positiva, apresentando total ausência de correlação com um segundo grupo de espécies correlacionadas: *Ch. collaris*, *Sternula superciliares* e *Rynchops niger*. *Calidris pusilla* não apresentou forte correlação com outras espécies, apenas teve uma correlação mediana com os demais grupos.

Associando o padrão de distribuição das espécies às variáveis relacionadas à maré e os meses estudados (janeiro a dezembro) na praia do Goiabal, foi realizada a análise de redundância (ARD). O ARD explicou apenas 13% da variação total (Figura 6), mas foi uma ordenação significativa ($F_{15,1133} = 383,02$; $p < 0,01$). Com relação ao ciclo diário da maré, três espécies de aves (*Calidris alba*, *Ch. semipalmatus* e *C. pusilla*) apresentaram intensa associação às marés altas (+6), com correlação negativa com os demais horários (-2, 0 e +2). Com relação aos meses, houve uma alta correlação entre outubro e novembro e, negativamente correlacionado a este grupo, foi identificada também alta correlação entre os meses de janeiro, fevereiro e março. Neste trimestre houve predominância de algumas espécies, com destaque para *Calidris minutilla*, que não havia se destacado na ACP.

Das espécies reportadas na área de estudo apenas nove estiveram presentes em todos os meses do ano, sendo 5 com maior abundância relativa (AR) observada para as aves já destacadas na ACP: *C. pusilla* AR=21,98%, *C. alba* AR=16,85%, *Ch. semipalmatus* AR=13,37%, *S. superciliaris* AR=8,86% e *R. niger* AR=6,04%. Outras quatro espécies constantemente observadas foram *Egretta thula* AR=9,38%, *Coragyps atratus* AR=2,89%, *Nannopterum brasilianus* AR=1,05% e *Caracara cheriway* AR=0,16%. *Charadrius collaris* foi uma espécie com abundância relativa de destaque (8,43%), mas frequência anual de 75% do ano (ausente de setembro a novembro) As demais espécies ocorreram só em alguns meses e em menor frequência (Tabela 1).

Dentre os primeiros quatro meses, de janeiro até abril, *C. pusilla* foi a espécie com maior frequência e abundância (Figura 7), durante os meses de maio até agosto, o período onde as aves migratórias estão voltando à sus locais de reprodução pode se evidenciar que as espécies residentes são as que tem maior frequência de ocorrência e abundancia relativa, *Egretta thula*, *Charadrius collaris*, *Sternula superciliaris*, *Rynchops niger* (Figura 8), já com a chegada das aves migratórias a partir de setembro se observa um aumento de abundância relativa das espécies migratórias, *C. pusilla*, *Ch. semipalmatus*, *C. alba* sendo esta última a espécie com maior abundância relativa (Figura 9).

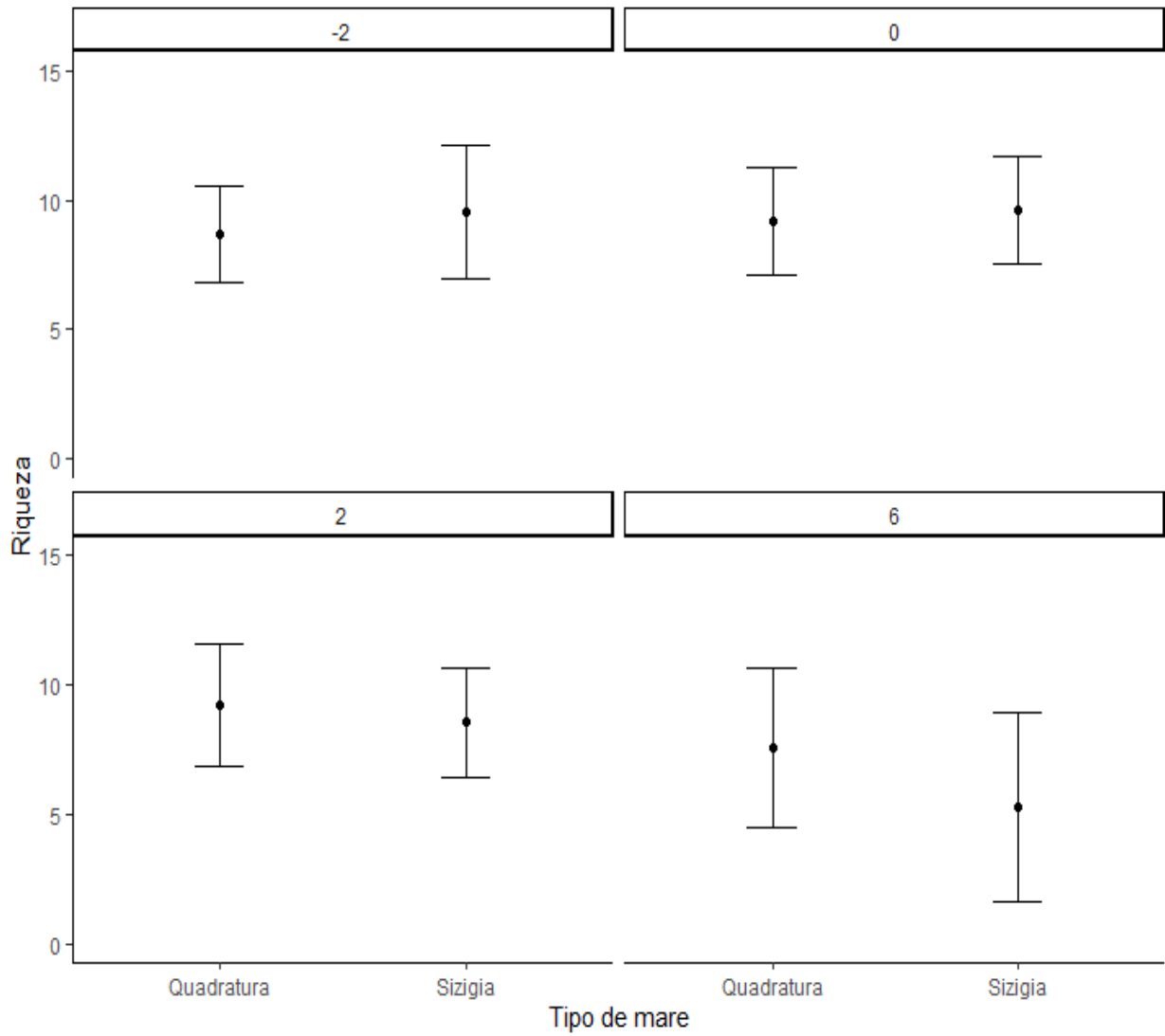


Figura 3 - Gráfico da interação da riqueza da avifauna e tipo de maré, mensal (sizígia, quadratura) e diária (-2,0,-2,6), na praia do Goiabal, Calçoene, Amapá, ao longo de 2019.

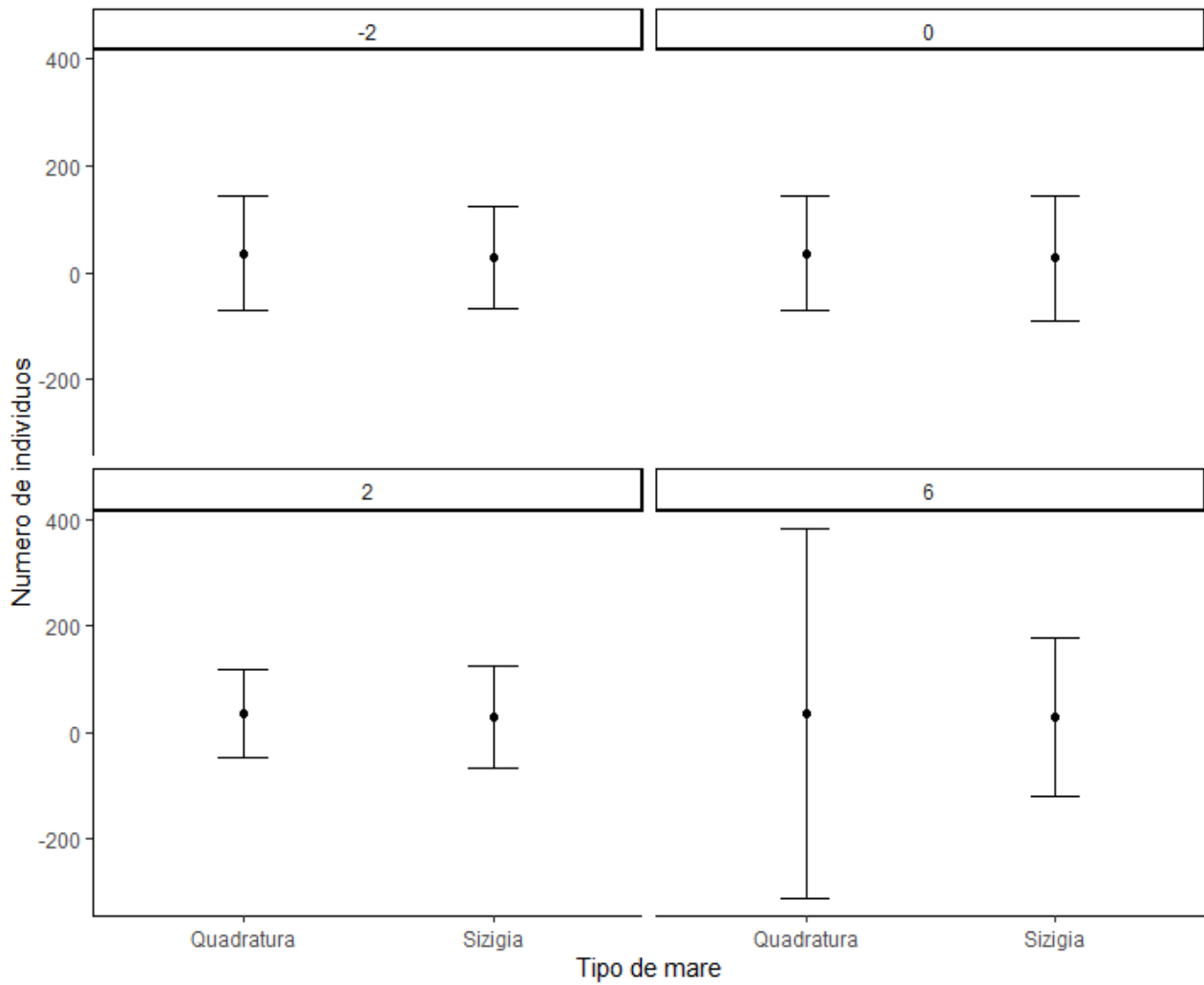


Figura 4 - Gráfico da interação da abundância da avifauna e tipo de maré, mensal (sizígia, quadratura) e maré diária (-2,0,-2,6), na praia Goiabal, Calçoene, Amapá, ao longo de 2019.

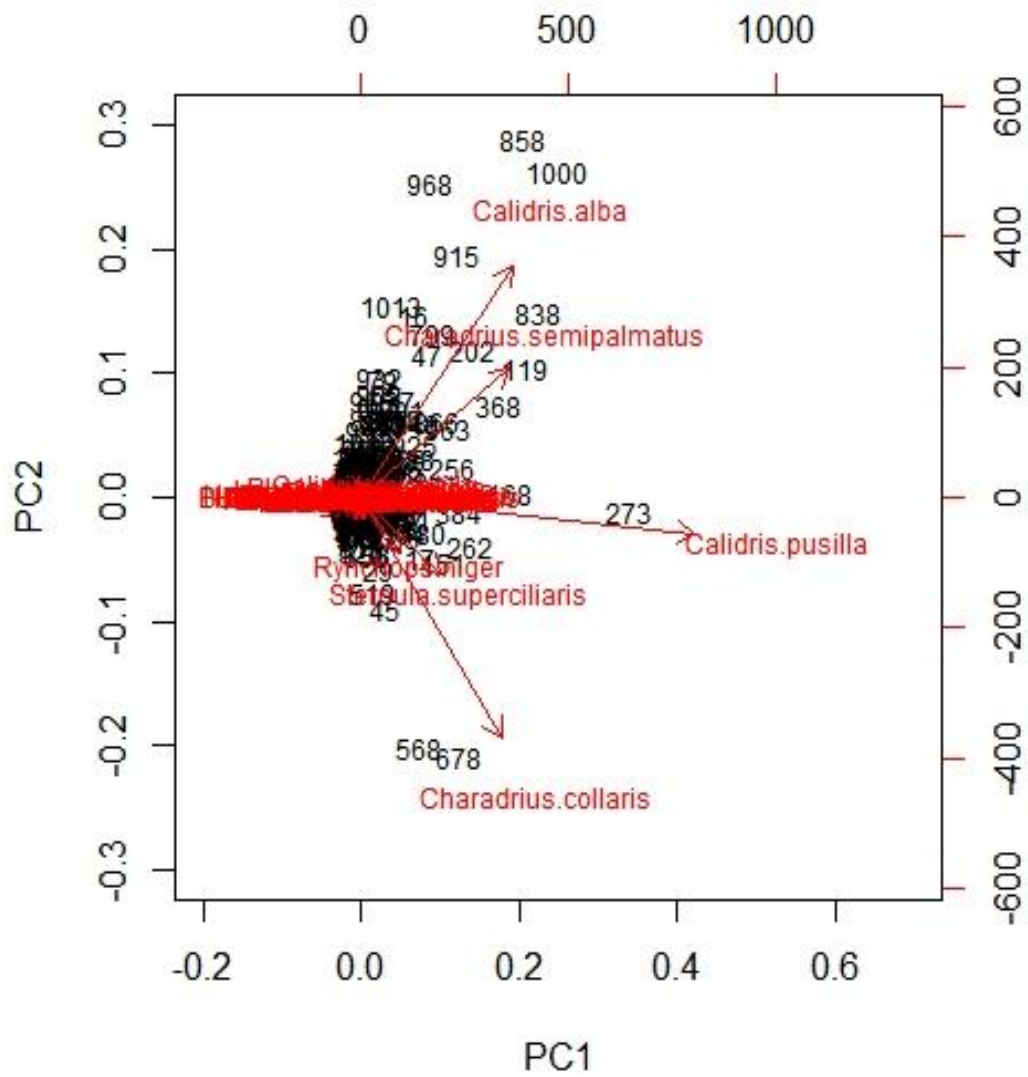


Figura 5 - Diagrama de ACP da abundância das aves reportadas na praia do Goiabal, Calçoene, Amapá, ao longo de 2019. Os eixos explicam 63,7% da variação.

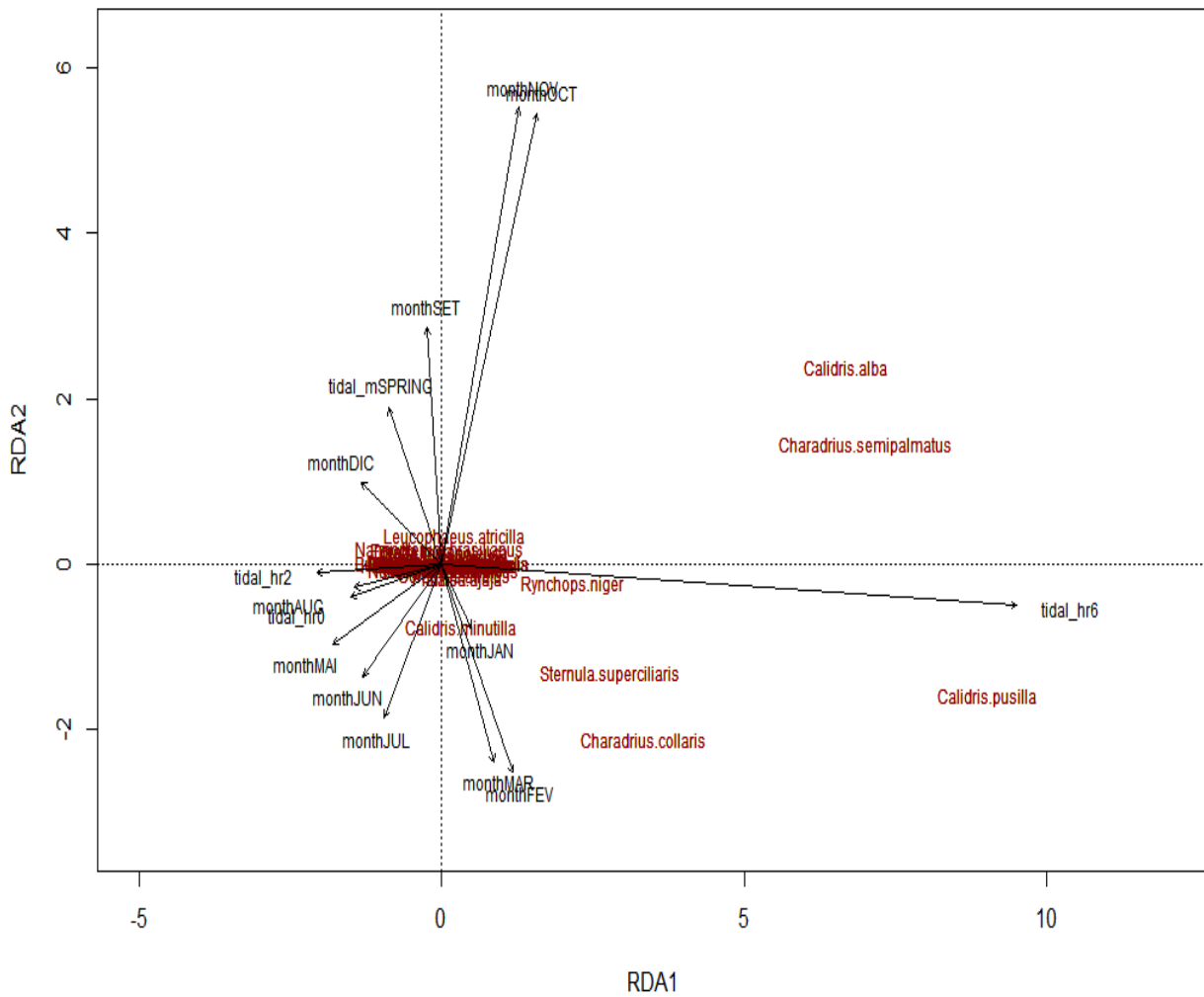


Figura 6 - Diagrama da análise de redundância (ARD) da comunidade de aves reportadas na praia do Goiabal, Calçoene, Amapá, ao longo de 2019.

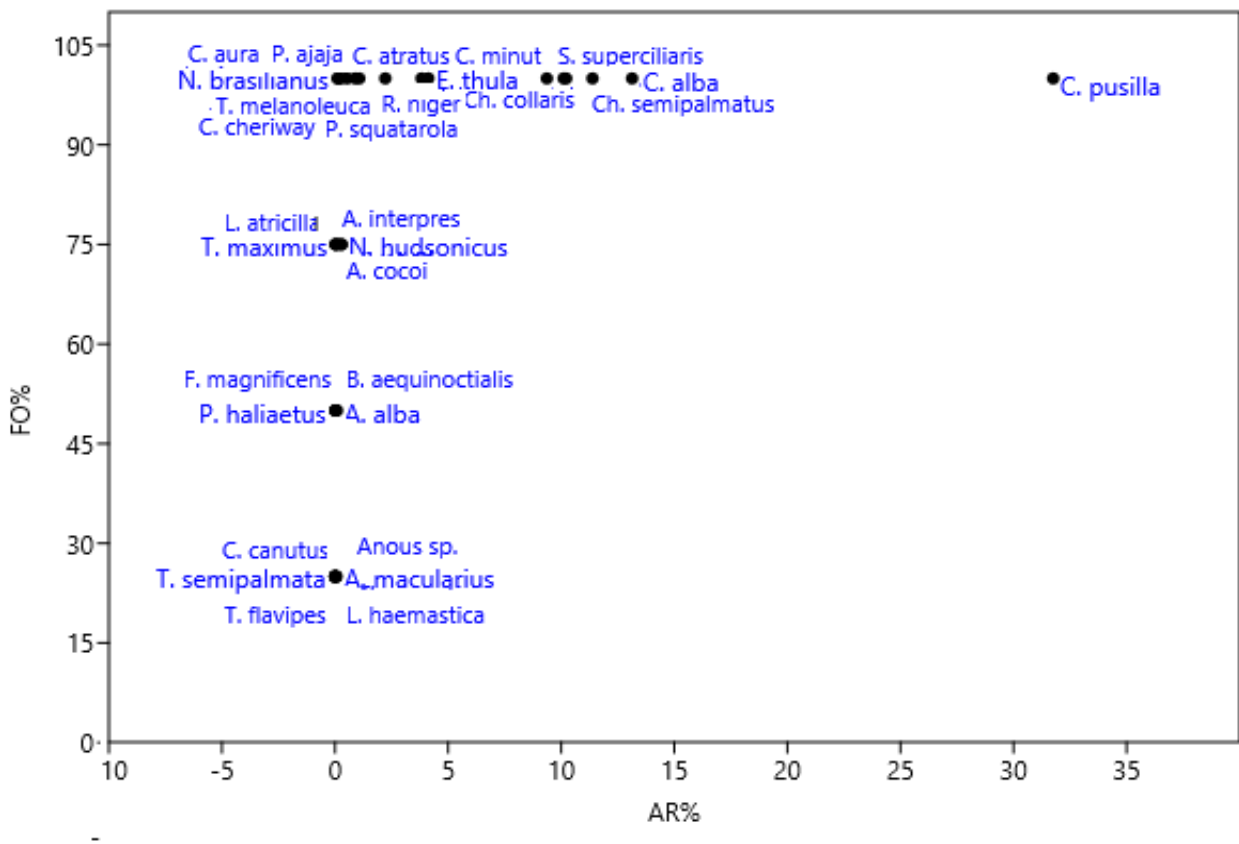


Figura 7 - Gráfico de frequência de ocorrência (FO%) e abundância relativa (AR%) das espécies de aves, de janeiro a abril de 2019, na praia do Goiabal, Calçoene, Amapá.

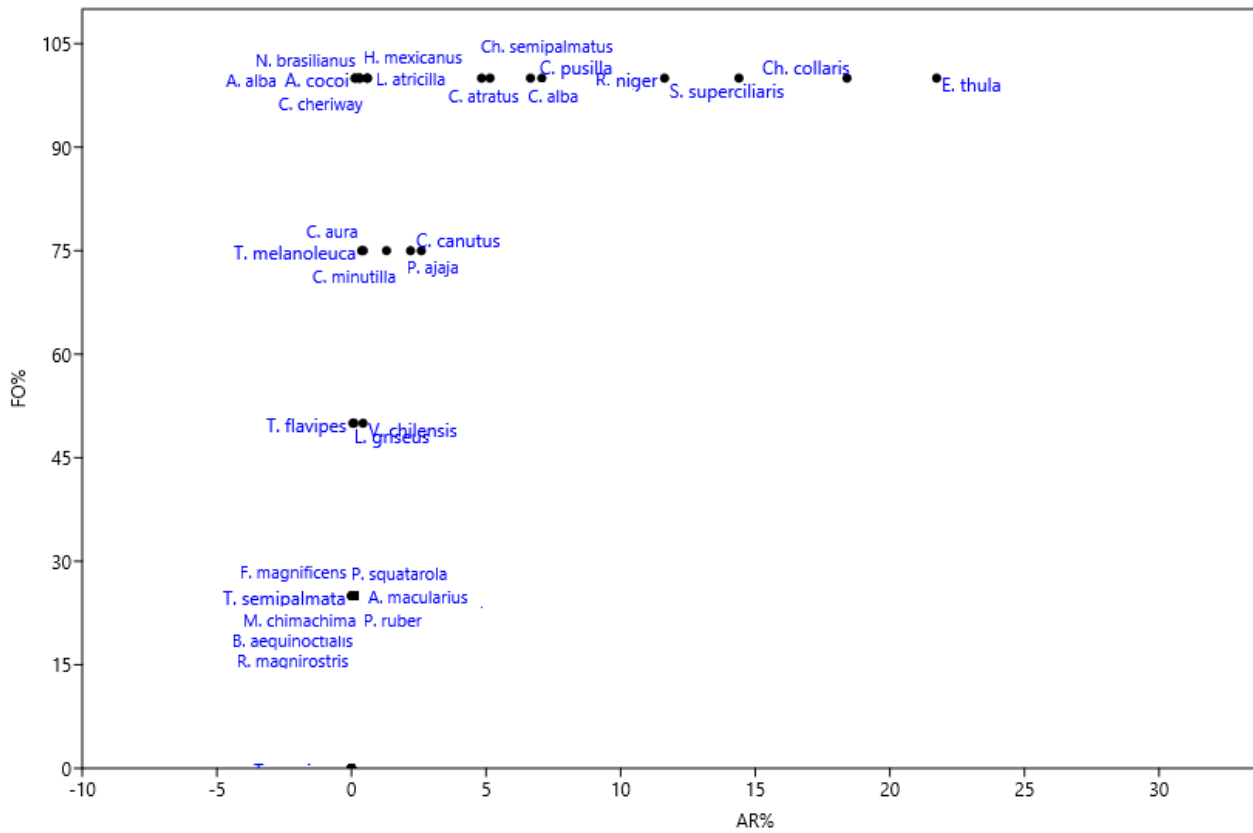


Figura 8 - Gráfico de frequência de ocorrência (FO%) e abundância relativa (AR%) das espécies de aves, de maio a agosto de 2019, na praia do Goiabal, Calçoene, Amapá.

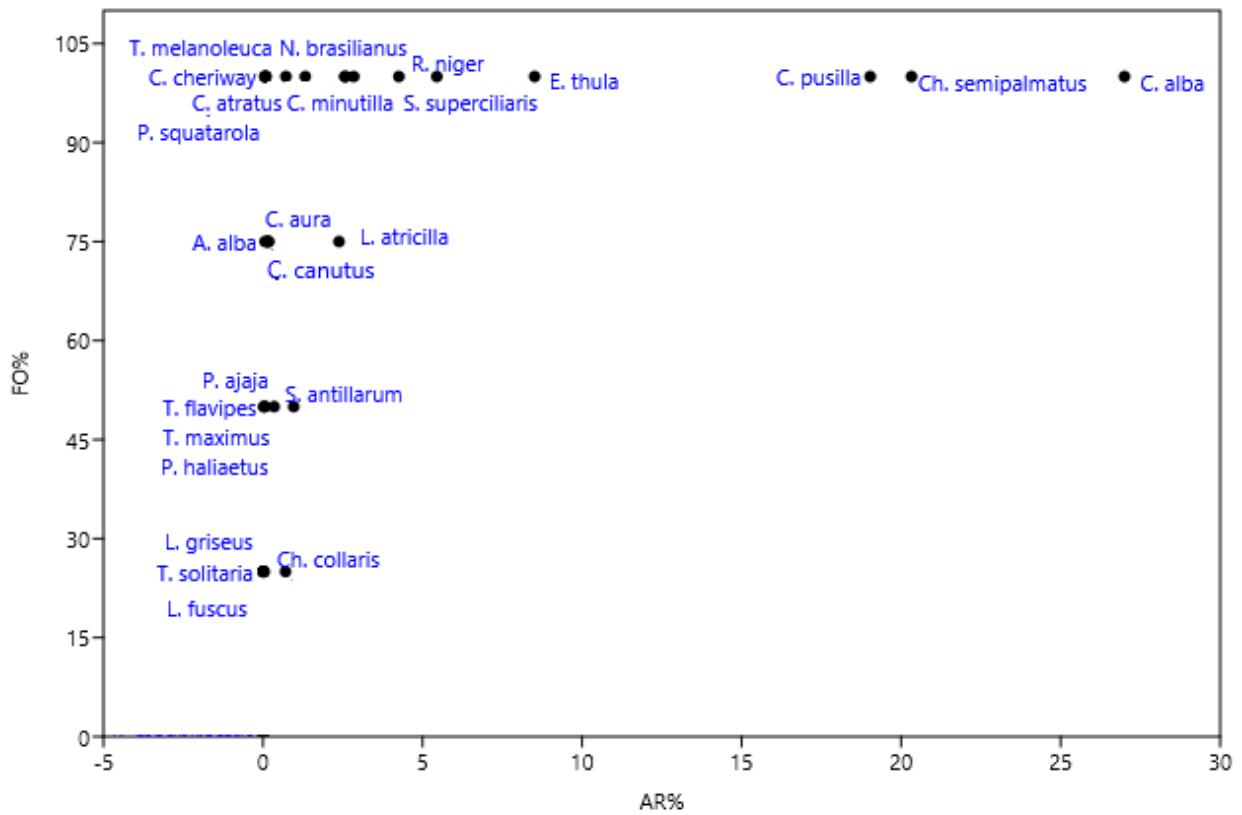


Figura 9 - Gráfico de frequência de ocorrência (FO%) e abundância relativa (AR%) das espécies de aves, de setembro a dezembro de 2019, na praia do Goiabal, Calçoene, Amapá.

Tabela 1 - Ocorrência mensal de espécies, abundância relativa (AR%) e frequência de ocorrência (FO%) da assembleia de aves na praia Goiabal, Calçoene, Amapá, ao longo de 2019. Na segunda coluna o status de ocorrência no Brasil segundo o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO): R= Residente, R*= Residente não confirmado, VN= Visitante sazonal do Hemisferio Norte. V= Vagante

ESPECIES	STATUS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	AR%	FO%
PHOENICOPTERIFORMES															
PHOENICOPTERIDAE															
<i>Phoenicopus ruber</i>	R*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,035	8,33
SULIFORMES															
FREGATIDAE															
<i>Fregata magnificens</i>	R	0,00	0,00	0,02	0,02	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,015	33,33
PHALACROCORACIDAE															
<i>Nannopterum brasilianus</i>	R	0,06	0,23	0,02	0,11	0,23	0,29	0,25	0,71	0,29	0,22	1,04	14,99	1,055	100,00
PELECANIFORMES															
ARDEIDAE															
<i>Ardea alba</i>	R	0,00	0,00	0,08	0,21	0,18	0,11	0,12	0,30	0,00	0,02	0,14	0,12	0,094	75,00
<i>Ardea cocoi</i>	R	0,00	0,02	0,04	0,08	0,12	0,11	0,12	0,20	0,03	0,05	0,02	0,17	0,063	91,67
<i>Egretta thula</i>	R	5,33	1,47	4,03	5,54	33,54	17,63	9,34	15,72	11,58	4,52	8,76	13,70	9,380	100,00
PELECANIFORMES															
THRESKIORNITHIDAE															
<i>Platalea ajaja</i>	R	0,46	0,52	0,83	1,44	2,84	1,94	2,72	0,00	0,00	0,00	0,20	2,04	0,962	75,00
CATHARTIFORMES															
CATHARTIDAE															
<i>Cathartes aura</i>	R	0,34	0,10	0,30	0,21	0,00	0,17	0,62	2,03	0,00	0,08	0,26	0,54	0,244	83,33
<i>Coragyps atratus</i>	R	1,55	0,86	4,21	2,05	3,22	6,94	4,46	3,55	0,85	1,85	1,02	9,95	2,888	100,00
ACCIPITRIFORMES															
ACCIPITRIDAE															
<i>Buteogallus aequinoctialis</i>	R	0,00	0,00	0,04	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,011	33,33
<i>Rupornis magnirostris</i>	R	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,002	8,33
PANDIONIDAE															
<i>Pandion haliaetus</i>	VN	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,08	0,015	33,33

CHARADRIIFORMES															
CHARADRIIDAE															
<i>Charadrius collaris</i>	R	9,98	8,46	7,24	14,06	6,47	29,44	24,3 2	10,95	0,00	0,00	0,00	4,96	8,431	75,00
<i>Charadrius semipalmatus</i>	VN	12,59	15,04	11,68	7,71	2,72	8,60	4,08	3,04	18,52	17,42	28,83	12,58	13,369	100,00
<i>Pluvialis squatarola</i>	VN	2,24	0,82	1,37	0,38	0,18	0,00	0,00	0,00	0,67	0,81	0,66	0,67	0,733	75,00
<i>Vanellus chilensis</i>	VN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,35	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,089	16,67
RECURVIROSTRIDAE															
<i>Himantopus mexicanus</i>	R	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82	0,46	0,56	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,124	33,33
SCOLOPACIDAE															
<i>Actitis macularius</i>	VN	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	2,43	0,59	0,03	0,04	0,00	0,115	41,67
<i>Arenaria interpres</i>	VN	0,09	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,07	0,06	0,04	0,046	58,33
<i>Calidris alba</i>	VN	18,66	13,70	13,69	9,08	4,98	8,23	6,06	7,81	26,26	31,29	28,30	14,58	16,85	100,00
<i>Calidris canutus</i>	VN	0,00	0,00	0,00	0,19	5,38	1,66	0,00	0,51	0,06	0,17	0,00	0,50	0,616	58,33
<i>Calidris minutilla</i>	VN	5,30	6,91	14,14	9,65	0,18	1,86	0,00	5,38	3,72	1,69	4,90	0,25	5,308	91,67
<i>Calidris pusilla</i>	VN	24,80	37,25	35,67	28,31	9,13	7,63	3,28	4,16	19,84	22,44	19,39	8,58	21,98	100,00
<i>Limnodromus sp.</i>	VN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,17	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,022	25,00
<i>Limosa haemastica</i>	VN	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,007	16,67
<i>Numenius hudsonicus</i>	VN	0,00	0,02	0,18	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,118	25,00
<i>Tringa flavipes</i>	VN	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,11	0,00	0,00	0,00	0,03	0,08	0,00	0,026	41,67
<i>Tringa melanoleuca</i>	VN	0,80	0,67	0,69	0,13	0,23	0,09	0,00	3,14	0,94	1,24	1,37	2,00	0,801	91,67
<i>Tringa semipalmata</i>	VN	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,10	0,18	0,02	0,00	0,00	0,022	33,33
<i>Tringa solitaria</i>	VN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,002	8,33
LARIDAE															
<i>Larus fuscus</i>	V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,002	8,33
<i>Anous sp.</i>	R	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,002	8,33
<i>Leucophaeus atricilla</i>	V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,004	8,33
STERNIDAE															
<i>Sternula antillarum</i>	R	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40	0,20	0,00	0,00	0,353	16,67
<i>Sternula superciliaris</i>	R	15,71	11,19	4,70	10,52	16,01	8,57	22,4 0	16,33	3,52	1,47	4,06	12,74	8,855	100,00
<i>Thalasseus maximus</i>	R	0,03	0,08	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,17	0,00	0,00	0,039	41,67
RYNCHOPIDAE															

Rynchops niger	R	1,20	1,80	0,73	9,28	13,05	5,52	17,9 5	18,05	2,78	12,57	0,70	1,17	6,037	100,00
FALCONIFORMES															
FALCONIDAE															
<i>Caracara cheriway</i>	R	0,34	0,15	0,10	0,14	0,18	0,34	0,37	0,51	0,03	0,05	0,02	0,25	0,159	100,00
<i>Milvago chimachima</i>	R	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,02	0,00	0,007	16,67
RIQUEZA		19	20	24	26	24	21	17	23	21	28	21	21		

DISCUSSÃO

Ciclos da maré na abundância e riqueza

Nosso estudo reflete a importância deste ecossistema, praia arenosa e Costa Amazônica do Brasil, para as aves residentes e migratórias. As de maior abundância apresentaram considerável variação ao longo dos meses, característica comum em estudos dessa natureza (Colwell 1993). Na distribuição das espécies migratórias teve destaque a chegada das aves a partir de setembro e retorno (acentuada diminuição de abundância) a partir de maio, estando praticamente ausentes nos meses de julho e agosto. Espécies residentes também aparecem mais associadas a meses de alta abundância de aves migratórias, especialmente janeiro fevereiro e março.

A influência da maré na estimativa de abundância e riqueza teve como destaque os baixos valores, tanto de riqueza quanto abundância, nas marés de sizígia em horários de pico de maré alta. Nestas situações pode faltar o espaço necessário para que as aves, principalmente as que formam bandos, realizem atividades como forrageio e descanso. Atribuímos a falta de espaço pelo fato das aves mais abundantes terem apresentado de fato uma preferência pelos horários de maré mais alta, o que foi evidenciado pelo resultado da ARD (espécies mais abundantes relacionadas ao horário +6 da maré).

Em marés alta de sizígia, quando a amplitude da maré é maior, o mar pode chegar a cobrir toda a extensão praial, atingindo a base da vegetação. Já altas abundâncias de aves ocorreram na maré alta de quadratura, uma vez que a maré não chega a atingir a linha da vegetação e deixa um espaço disponível. Esse dado, por si só, alerta para a consequência negativa sobre a avifauna costeira, sendo um dos efeitos mais evidentes das mudanças globais, a erosão das zonas costeiras.

Em outros ambientes de praia nos Estados Unidos, a altura da maré, especificamente, não foi identificada afetando a riqueza de espécies, mas a variável dos meses foi o que evidenciou essa variação, com maior riqueza nos meses de outubro a dezembro (Lafferty et al. 2013). Nos ambientes costeiros da Índia a riqueza se deveu predominantemente ao fator horário, menor riqueza na maré alta e maior riqueza na maré baixa sem considerar nesse estudo as variações mensais das marés (Pandiyan e Asokan 2016).

Para algumas espécies, como *C. alba*, já foi observada relação entre abundância e o nível da maré em praias abertas, com maior abundância em maiores alturas (Connors et al. 1981). Nos trópicos da Malásia, em lodaçais, foi relatada grande diferença na abundância de aves costeiras entre marés baixa e alta (Ramli e Norazlimi 2016). Outros estudos ainda indicaram que em áreas

entremarés a maior abundância de aves forrageando foi observada durante as horas de maré vazante (Burger et al. 1977) e no pico da maré baixa (Ramli e Norazlimi 2016). Nenhum destes estudos, entretanto, considerou as fases do ciclo mensal da maré.

Já considerando o ciclo mensal, num pantanal costeiro, um baixo número de aves forrageou a área durante maré de quadratura, o que foi atribuído à disponibilidade do hábitat, reduzido até 80 %, (Fonseca et al. 2017) o que não corresponde ao nosso achado. Porém, o estudo citado não foi realizado durante a maré alta. Nosso estudo foi realizado numa praia extensa, aberta que durante a maré alta de quadratura permanece com, em média, 60 metros de amplitude entre a linha da maré e a linha de vegetação, ao longo de toda a praia (anotações de campo), o que pode ser considerado espaço suficiente para concentração, inclusive para grandes bandos, destas aves de pequeno porte. Logo, nossos dados coincidem com os padrões já identificados de baixa riqueza em marés mais altas, em planícies de areia e lodaçais (Pandiyan e Asokan 2016), mas, diferente dos demais estudos, no Goiabal a abundância de poucas espécies, em especial de batuíras e maçaricos, levou a uma alta abundância na maré alta, de quadratura. Ter sido possível identificar esta preferência por marés altas pode se dever a uma ou mais particularidades de área, como grande extensão e preservação.

A parte do efeito dos ciclos de maré nos parâmetros gerais da avifauna, riqueza e abundância, algumas espécies da assembleia de aves foram particularmente influenciadas pelos ciclos da maré (principalmente maré alta), apresentando também distribuição diferente entre meses. Mesmo considerando a escassez de aves durante as marés altas de sizígia, que diminuíram os valores médios nestes casos, a influência do ciclo mensal da maré não teve destaque na distribuição das espécies conforme identificado na ARD.

As aves mais abundantes apresentaram maior correlação com a maré alta, independente de outro fator. Foram observadas realizando uma série de atividades, forrageando, descansando, se enfeitando, voando, parados, caminhando, quer dizer, usando a área disponível de forma direta ou indireta. A distribuição das aves costeiras que estão relacionadas aos habitats sob influência direta da maré tem se mostrado variável regionalmente e entre espécies, devido a fatores como morfologia, preferência alimentar, comportamento de forrageio, interações agonísticas e as condições ambientais diferentes como tipo de marés, características de sedimento, exposição a ventos e águas continentais, vento, temperatura e outros fatores determinam quais habitats serão usados pelas aves costeiras (Connors et al. 1981). Portanto, registros mais refinados de assembleias

de aves costeiras em praias arenosas, devem incluir contagens tanto em maré alta quanto baixa e levar em consideração o espaço disponível nas marés de quadratura.

Aqui, a preferência de poucas espécies muito abundantes que dominam a região superior da praia pode explicar a relação negativa da riqueza de aves em marés mais altas. Assim, se mais estudos confirmarem essa tendência pode-se estabelecer que, a depender do objeto de estudo, a avifauna como um todo ou uma população/grupo específico, pode-se considerar com prioridades diferentes os horários de observação com relação à maré, tendo em mente que algumas espécies tendem, havendo espaço, a se concentrar na linha de detritos durante a maré alta, próximo à linha de detritos na maré enchente, que contém alta concentração de alimento. Identificada essa alta concentração de aves em picos de maré alta, pode-se considerar que o efeito altamente negativo da erosão de habitats costeiros é especialmente danoso para espécies de batuíras e maçaricos que usam predominantemente este ecossistema, praia arenosa, e apresentam a preferência por se concentrarem em espaços abertos à beira d'água em marés altas.

Considerações sobre as observações no campo e implicações para conservação

Nas observações de campo das assembleias de aves foi feita uma análise refinada que incluiu o comportamento das aves no local. Das 39 espécies de aves registradas algumas tiveram ocorrência ocasional. Foi o caso da espécie *Tringa solitária*, que geralmente foi vista nos lodaçais perto da praia, forrageando. *Anous* sp. foi observado no mês de abril voando e descansando na zona entre marés, infelizmente não foi possível identificar a espécie. Existe um relato de ocorrência de *Anous minutus* na costa do Amapá, em dezembro de 2015 (França et al. 2016). Um bando de *Phoenicopterus ruber* foi observado em agosto, parados por alguns minutos e então voaram em direção sudeste, provavelmente se deslocando para a região dos lagos do estado do Amapá, onde se pode observar com maior frequência a espécie. O Amapá é o único estado da federação com ocorrência de flamingos. *Larus fuscus* foi observado no final de outubro, é uma espécie vagante, até agora registrada para o Brasil em 2011 no Maranhão (Almeida et. al 2013), sendo nosso registro o segundo para o Brasil e o primeiro para o Amapá de modo que apresentamos uma contribuição relevante que preenche algumas lagunas de conhecimento nestes locais costeiros.

Entre potenciais ameaças à conservação da avifauna do local, embora ainda apresente elevado grau de conservação, destaca-se a criação de gado; em muitas oportunidades se evidenciou a perturbação destes animais nas aves costeiras em seu trajeto pela praia, que assim como os cães e

porcos, são deixados soltos na praia. A atividade dos pescadores também é uma perturbação em potencial, já que muitas vezes as aves costeiras, principalmente os maçaricos e batuíras, ficam presas nas redes colocadas na praia, algumas vezes morrendo por não serem liberados a tempo. Dessa forma, um demasiado aumento do uso de redes de espera na pesca em praias pode levar a um aumento considerável da mortalidade dessas espécies. Em uma oportunidade se observou ao redor da rede penas de um maçarico, que aparentemente ficou preso na rede do pescador e foi predado por outro animal. Em conversa com moradores da região, foi mencionado que algumas pessoas consomem estas aves, logo não é descartada a caça de aves para alimentação humana. Visitantes também podem representar algum tipo de perturbação para as aves, sobretudo nos meses de turismo mais intenso. Na praia do Goiabal a concentração de pessoas é muito pontual, e o fato de haver muitas aves ao longo da praia já é um indicativo de baixa perturbação por pessoas. Mas, o lixo deixado por turistas, bem como o lixo trazido pelo mar, é um risco para as aves. Esta é uma ameaça que, assim como as mudanças climáticas, é difusa, ou seja, irá atingir em algum grau qualquer área, independente do seu estado de preservação. Foi possível encontrar ao longo da praia boias, restos de isopor, plástico, cordas de barcos, sacolas com comida, vidros, etc.

Conhecer melhor as características da Costa Amazônica do Brasil, os padrões e processos nestes ambientes ainda não estudados, é essencial para futuras medidas de conservação e tomadas de decisão, já que esta área se encontra entre áreas denominadas Ramsar, o Parque Nacional do Cabo Orange e o Estuário do Amazonas e seus Manguezais (Sítio Ramsar Regional), e logo um local ímpar para conservação de aves.

6. CAPÍTULO 2

DIETA DAS QUATRO ESPÉCIES DE AVES LIMÍCOLAS MAIS ABUNDANTES NUMA PRAIA ARENOSA DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

INTRODUÇÃO

Os ambientes costeiros possuem uma grande diversidade de ecossistemas (como manguezais, estuários e costões rochosos, entre outros) dentre os quais as praias arenosas cobrem a maior porção em extensão ao redor do globo, com exceção das áreas polares (Schwartz 2005). As praias arenosas, incluindo as planícies de maré, são ecossistemas chaves para diversas espécies de aves. Na zona entremarés a composição do sedimento permite maior ou menor acoplamento de níveis tróficos, uma vez que limita níveis de tamanho e diversidade de grupos taxonômicos, muitos exclusivos a estes ambientes. O controle trófico de topo dos recursos é feito essencialmente pelas aves, que possui, portanto um papel peculiar na regulação ambiental dessas zonas (Hunter e Price 1992, Bustamante e Branch 1996, Hubbard e Dugan 2003, Horn et al. 2017).

Nestes ecossistemas, o ciclo da maré tem influência direta sobre a disponibilidade de recursos alimentares. Os organismos habitantes de praias são classificados como bentônicos, ou seja, vivem em íntima associação com o substrato, (Olav 2008). Os grandes grupos que compõem a macro e megafauna deste ecossistema incluem essencialmente poliquetas, crustáceos (com destaque para isópodos e anfípodos), moluscos (principalmente bivalves) e algumas poucas espécies de insetos restritos às porções superiores do entremarés, Ao longo dos ciclos diários de maré a área de forrageio fica mais restrita durante a maré alta e aumenta à medida que a maré baixa, expondo a maior área possível de forrageio durante o pico da maré baixa, (Recher 1966, Burger et al. 1977, Nehls e Tiedemann 1993, Fonseca et al. 2017). Como resposta a estas mudanças, as aves podem deslocar-se de uma zona de forrageio a outra (Burger et al. 1977) bem como usar lugares de descanso distintos, já que estes geralmente estão próximos às de alimentação (Recher 1966, Van Gils et al, 2006, Navedo et al, 2012).

O nicho é formado pelo modo de vida de um organismo em determinado local e sua influência na respectiva comunidade; mais propriamente, é tido como uma propriedade da espécie num espaço n-dimensional hipervolumétrico, onde cada dimensão representa a resposta a uma variável, envolvendo condições ambientais e interações bióticas (Hutchinson 1957, Begon et al, 2006). Todo o aproveitamento dos recursos possíveis pela espécie “x” na ausência de competidores, é chamado nicho potencial ou fundamental, já quando o uso dos recursos por uma espécie “x” está limitado por fatores como presença de presas, competidores e predadores, este é chamado nicho realizado (Begon. 2002, Begon et al. 2006). Quando duas espécies na mesma comunidade dependem dos mesmos recursos elas compartilham o nicho, havendo uma sobreposição de nichos

(Dimmick e Rothenbuhler 1984). Na dimensão trófica, a amplitude do nicho vai depender do consumo de recursos alimentares consumidos. Se a ave consome várias categorias alimentares esta possui um nicho amplo, caracterizando predadores generalistas, estratégia que tem como vantagem permanecer viável mesmo quando condições desfavoráveis afetam recursos alimentares mais consumidos pela espécie. Ao contrário, o consumo de um número menor de categorias tróficas caracteriza um nicho alimentar restrito, caracterizando indivíduos especialistas, o que confere como vantagem, em geral, uma maior eficiência no consumo destes recursos específicos (Dimmick e Rothenbuhler 1984). Estas estratégias, entretanto, ser generalista ou especialista, pode variar inter- ou intra-especificamente, especialmente de acordo com variações espaciais e temporais.

A disponibilidade de presas em determinado habitat geralmente apresenta variações de taxa, em especial se tratando de invertebrados. No caso dos habitats costeiros, algumas espécies irão consumir mais poliquetas ou mais crustáceos, de acordo com a abundância de cada grupo no local, o que é determinado pelas condições morfodinâmicas do ambiente, além das variações temporais. A variação quali-quantitativa do consumo dos recursos alimentares que um indivíduo consome está associada a diversos fatores, sendo um dos principais a demanda variável de energia fornecida pelas presas. No caso de aves migratórias a demanda energética é particularmente variável entre espécies: algumas não precisam acumular grandes reservas de energia por fazerem paradas curtas entre locais de invernada, enquanto outras realizam migrações intercontinentais ininterruptas e, portanto, precisa de maior acúmulo de energia, antes de iniciar o trajeto de retorno às áreas originárias (Zwarts et al. 1990a, Hamer et al, 2006). A escassez de alguns recursos leva a consumir outro tipo de presas, como no caso das aves migratórias de tamanho maior em resposta a esta escassez consomem presas menores as quais são usadas pelas aves de tamanho menor, mostrando uma alta sobreposição do consumo das presas. A morfologia das aves também tem relação com a partição de nichos (Karr e James 1975). As aves de uma mesma família com tamanho semelhante apresentaram sobreposição de nicho trófico (Davis e Smith 2001). Já aves de tamanho maior, por exemplo, podem passar a consumir presas menores do que as usuais em resposta à escassez de alimentos, levando ao aumento da sobreposição de nicho com aves menores. Nos trópicos a avaliação de sobreposição de nicho tem gerado resultados variáveis. Num arquipélago tropical na África a sobreposição de nicho trófico foi considerado insignificante na avifauna costeira, com predominância de espécies de nichos restritos (Lourenço et al, 2017). No caso do norte do Brasil, foi observada uma alta sobreposição de nichos tróficos (Kober e Bairlein 2009). Estes resultados opostos nos trópicos podem derivar de diferenças

entre os ecossistemas de cada estudo ou serem fruto de uma considerável variação nas interações tróficas entre as aves limícolas em locais de invernada.

É evidente que a disponibilidade de recursos é um fator limitante para a coexistência de espécies, e que a competição molda a estrutura da comunidade temas de grande extensão de sedimento, como é o caso das praias, propiciam fácil visualização e identificação de padrões/alteração de nicho trófico. Associando o conhecimento da comunidade bentônica e a preservação da área de estudo, há a possibilidade de se engendrar um esquema elaborado da dinâmica trófica deste ecossistema, a fim de subsidiar o estabelecimento de prioridades de conservação e evitar a perda e degradação destas áreas tão importantes para a avifauna de todo o mundo. Sendo a avifauna o principal fator de controle de topo desta trama, as condições peculiares desta área de estudo, em especial a reconhecida importância para uma diversidade de aves, o estado de preservação e a ausência de estudos, objetivou-se aqui analisar diretamente a composição alimentar das espécies de aves mais abundantes na área: *Charadrius semipalmatus*, *Charadrius collaris*, *Calidris alba* e *Calidris pusilla*, incluindo a estimativa de amplitude e sobreposição de nicho trófico destas aves.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi conduzido na praia do Goiabal (02° 35,87' N, 50° 50,75' W a 02° 38,701' N, 050° 51,522' W), no município de Calçoene, no setor oceânico da costa do estado Amapá, Para uma descrição mais detalhada da área de estudo, vide seção “área de estudo” do Capítulo 1.

Coleta de material

Coleta: conteúdo gastrointestinal e fezes

Para a análise direta de itens alimentares consumidos foram coletados conteúdos gastrointestinais e fezes. Para coleta de conteúdo gastrointestinal, indivíduos das espécies em questão foram capturados com redes de neblina de 2,6 m de altura, 12 m de comprimento e malha de 36 mm. As redes foram colocadas na zona de trânsito entre a praia e a linha de vegetação e permaneciam abertas durante 4 horas, entre a maré crescente e a maré alta, durante a noite ou ao nascer do sol, de acordo com a tábua de maré, previamente consultada, dados para Maracá disponíveis no site do “Climatepo”(Climatepo 2019).

Uma vez capturados, foi feita lavagem de estômago nos indivíduos (Wilson 1984, Martin, A, e Hockey 1993) dispendo de uma bomba de enema, ligada a um cateter plástico flexível de 2 a 3 mm de diâmetro, cuidadosamente inserido até a base do estômago. Através da bomba insere-se água filtrada aos poucos no estômago, até que esta flua de volta para fora, o cateter era então removido e na ave feito uma pressão suave, abaixo das costelas, até a regurgitação. Acabado o processo, os indivíduos tiveram o pescoço suavemente massageado, a fim de remover eventuais itens remanescentes no esôfago, e liberados na praia (Duffy et al, 1986). Foram colocadas oito redes de neblina no mês de fevereiro, capturou-se *Charadrius semipalmatus* (n=2), *Charadrius collaris* (n=1), *Calidris alba* (n=1), *Calidris pusilla* (n=1), oito redes de neblina no mês de março *Charadrius semipalmatus* (n=5), *Charadrius collaris* (n=16), *Calidris pusilla* (n=7), no mês de abril 4 redes *Charadrius semipalmatus* (n=1), *Charadrius collaris* (n=1), *Calidris pusilla* (n=3) neste mês o número de redes diminuiu por causa da perturbação do gado. Foram capturados no total *Charadrius semipalmatus* (n=8), *Charadrius collaris* (n=18), *Calidris alba* (n=1), *Calidris pusilla* (n=11).

Além disso, dois indivíduos de *Ch. semipalmatus* foram doados no mês de setembro por pescadores que encontraram os indivíduos mortos após ficarem presos em redes de pesca. Os indivíduos que seriam descartados foram preservados e levados ao laboratório para análise do conteúdo gastrointestinal.

Eventualmente foram coletadas amostras de fezes frescas, identificados junto a bandos mono-específicos ou de aves individualmente observadas defecando, As coletas foram as seguintes: no mês de fevereiro *C. pusilla* (n=3), setembro *C. alba* (n=2), *C. pusilla* (n=1), *Ch. semipalmatus* (n=3), outubro *C. alba* (n=5), e novembro *C. alba* (n=4); no total de fezes *C. alba* (n=11), *C. pusilla* (n=4), *Ch. semipalmatus* (n=3).

Os conteúdos, gastrointestinais ou fecais, foram individualmente armazenados em frascos com etanol 70 %. Em laboratório os itens foram triados em estereomicroscópio, identificados com a maior precisão taxonômica possível e quantificada. A identificação foi baseada em estruturas reconhecíveis das presas, uma vez que estruturas rígidas são as mais preservadas ao longo do processo digestivo. A quantificação precisa do número de presas consumidas foi feita quanto encontrados: indivíduos inteiros ou mais de 50% do corpo (e.g., exoesqueleto de crustáceo) ou, quando fragmentados, o número de cabeças/cefalotórax ou a cada duas estruturas quando estas estão presentes em pares em cada presa (e.g., mandíbulas de poliqueta, asas/élitros de inseto. No caso da presença de estruturas que não permitiam a estimativa de número de presas consumidas, apenas o tipo, como setas de poliquetas, pedaços de conchas, restos de carapaças, entre outros, bem como material não identificada, se atribuiu apenas a presença (i.e, consumo) da presa em cada caso.

Das amostras coletadas algumas foram excluídas da análise por terem apenas restos de areia ou resquícios de material não identificável: conteúdo gastrointestinal de *Ch. semipalmatus* (n=1), *C. pusilla* (n=3), *Ch. collaris* (n= 2); fezes de *C. alba* (n=1).

A captura das aves e a coleta de material foram realizadas com a autorização do órgão ambiental responsável e após apreciação e consentimento do comitê de ética apropriado Liberação da Autorização para atividades com finalidade científica SISBIO: Número: 64975-1, E Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Amapá protocolo N° 014/2019. Os indivíduos coletados em redes de pesca serão depositados na coleção de aves do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

Análise de dados

Para cada grupo taxonômicos de presas, de cada espécie de ave, foi feito o cálculo de frequência de ocorrência (FO) e composição porcentual de cada grupo (CPG). A frequência de ocorrência denota a proporção de conteúdos analisados contendo um determinado item alimentar em relação ao número total de conteúdos analisados. A frequência de ocorrência é calculada através da fórmula $FO = F_i / (N_t - N_{vz})$, onde F_i = número de tubos digestivos em que o item i esteve presente; N_t = número total de conteúdos analisados e N_{vz} = número de indivíduos com tubo digestório vazio. A composição porcentual (CPG) reflete o número de ocorrências total de cada grupo alimentar em relação ao número total de presas, de todos os grupos (Zavala-Camin 1996). A fórmula para tal é $CPG = N_i / N_t$, onde N_i = número de vezes em que o item i esteve presente e N_t = número total de ocorrência de todos os itens alimentares. Esse parâmetro foi preferível ao invés de medidas gravimétricas (volume ou peso) pois as estruturas moles das presas estavam digeridas na maioria dos casos, logo essa medida não agregaria informação apropriada. Ao mesmo tempo, todos os grupos de presa apresentam tamanho pequeno, minimamente similar, o que evita a supervalorização de tipos de presas muito menores do que outros. Estes parâmetros, FO e CPG, foram usados na elaboração de gráficos do modo proposto por (Costello 1990), por espécie de ave, permitindo uma visualização detalhada da influência de cada categoria alimentar.

Para estimar a amplitude do nicho trófico de cada espécie foi usado o índice de Levins (B) $B = 1 / \sum P_{ij}^2$, onde P é a proporção de cada tipo de alimento. O índice considera, portanto, o número de itens diferentes compondo a dieta da espécie e a equidade destes itens dentro de cada amostra (Colwell e Futuyma 1971). Com o fim de comparar os resultados o Índice de Levins foi padronizado segundo $B_{st} = (B - 1) / (N - 1)$, onde N é o número de itens encontrado em nas amostras de conteúdo ou fezes. O valor varia entre 0, quando a população consome apenas um tipo de alimento, e 1, quando a população consome diversos tipos de recursos em proporções similares (Hurlbert 1978).

Para estimar a sobreposição de nicho entre espécies foi calculado os índices de similaridade de Morisita (IM) utilizando o programa PAST 4,0. O índice foi escolhido dentre outras possibilidades no qual o Morisita se mostrou menos suscetível a vieses, mesmo com amostras pequenas (Krebs 1999).

RESULTADOS

Composição da dieta

A dieta destas aves limícolas está composta principalmente por poliquetas, insetos, isópodos, bivalves, larvas de peixe, e em menor proporção, sementes (Tabela 2; Figura 11).

Em *C. alba* os maiores valores de composição porcentual e frequência de ocorrência foram de Isópoda (45,45%, 29, 17%), seguido de larvas de peixe, com mesma CPG, e Polychaeta com mesma FO (Figura 9, A).

Tanto para *C. pusilla* como para *Ch. semipalmatus* a CPG foi maior para poliquetas (51,5 84,88%, respectivamente), em especial da família Neirididae, Outros itens de destaque em *C. pusilla* foram isópodos e sementes, enquanto em *Ch. semipalmatus* nenhum outro item atingiu 10% de composição porcentual (Figura 9, B,C).

Charadrius collaris a composição porcentual específica no conteúdo gastrointestinal e as fezes foi observado maiores valores de CPG para *Bledius sp.* (Coleoptera, Staphylinidae – 33,17%) Culicoides (Diptera, Culicidae – 23,12%) e insetos n.i., com CPG = 21,1%, logo somando 77,4% de insetos compondo a dieta da espécie (Figura 9, D). Também foi a única espécie de ave que ingeriu aracnídeos, em alguma quantidade, provavelmente do gênero *Lycosa*.

Apesar de não ter sido considerado para análise da dieta, é válido mencionar que foram encontradas fibras sintéticas nas amostras da cor verde (Figura 11, J), o que limita a possibilidade de contaminação devido à manipulação, e outras fibras também foram encontradas junto com a matéria orgânica (Figura 11, I).

Tabela 2 - Frequência de ocorrência (FO) e composição porcentual (CPG%) de cada categoria alimentar de cada uma das quatro espécies de ave estudadas: *Calidris alba*, *Calidris pusilla*, *Charadrius semipalmatus* e *Charadrius collaris*. Os valores entre parênteses indicam, respectivamente, o número de amostras utilizadas de conteúdo gastrointestinal somado ao de fezes. Dados provenientes da praia do Goiabal, Calçoene, Amapá, mensalmente, ao longo do ano de 2019.

Taxa	<i>C. alba</i> (n=1+10)		<i>C. pusilla</i> (n=8+4)		<i>Ch. semipalmatus</i> (n=9+3)		<i>Ch. collaris</i> (n=16+0)	
	FO%	CPG%	FO%	CPG%	FO%	CPG%	FO%	CPG%
Cumacea	9,09	4,17	8,33	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00
Amphipoda	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,25	0,50
Isopoda	45,45	29,17	33,33	20,15	16,67	2,44	6,25	0,50
Decapoda	0,00	0,00	0,00	0,00	16,67	0,98	6,25	0,50
Copepoda	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,25	0,50
Insecta	9,09	4,17	41,67	5,22	100,00	7,32	75,00	77,39
Arachnida	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,25	0,50
Gastropoda	0,00	0,00	0,00	0,00	16,67	0,98	0,00	0,00
Bivalvia	27,27	12,50	8,33	0,75	25,00	2,44	12,50	1,01
Polychaeta	45,45	20,83	58,33	51,49	91,67	84,88	18,75	18,09
Ostariophysi	27,27	29,17	8,33	9,70	0,00	0,00	6,25	0,50
Sementes	0,00	0,00	16,67	11,94	8,33	0,98	6,25	0,50

Índices de amplitude e sobreposição de nicho

O Índice de Levins padronizado, juntando o conteúdo gastrointestinal e fezes, foi baixo para as quatro espécies, denotando espécies mais especializadas. Em ordem decrescente, os índices foram, para *C. alba* = 0,30, *C. pusilla* = 0,18 *Ch. collaris* = 0,05 e o menor valor para *Ch. semipalmatus* = 0,03 (Tabela 3). O índice de Morisita mostrou maior sobreposição entre *Ch. semipalmatus* e *C. pusilla* (0,84), e menor entre *C. alba* e *Ch. collaris* = 0,17 (Tabela 4, Figura 10).

Tabela 3 - Amplitude do nicho, Índice de Levins, valores brutos (B) e padronizado (B_{st}) dos itens da dieta em (n = conteúdo gastrointestinal + fezes). Os valores entre parênteses indicam, respectivamente, o número de amostras utilizadas de conteúdo gastrointestinal somado ao de fezes. Dados provenientes da praia do Goiabal, Calçoene, Amapá, mensalmente, ao longo do ano de 2019.

AMPLITUDE DO NICHOS	<i>C. alba</i> (n=1+10)	<i>C. pusilla</i> (n=8+4)	<i>Ch. semipalmatus</i> (n=9+3)	<i>Ch. collaris</i> (n=16+0)
B	4,29	3,01	1,38	1,58
B _{st}	0,30	0,18	0,03	0,05

Tabela 4 - Índice de similaridade, entre espécies de aves, de Morisita. Os valores entre parênteses indicam. Dados provenientes da praia do Goiabal, Calçoene, Amapá, mensalmente, ao longo do ano de 2019.

ÍNDICE DE MORISITA	<i>C. pusilla</i>	<i>Ch. semipalmatus</i>	<i>Ch. collaris</i>
<i>C. alba</i>	0,70	0,40	0,17
<i>C. pusilla</i>		0,84	0,28
<i>Ch. semipalmatus</i>			0,31

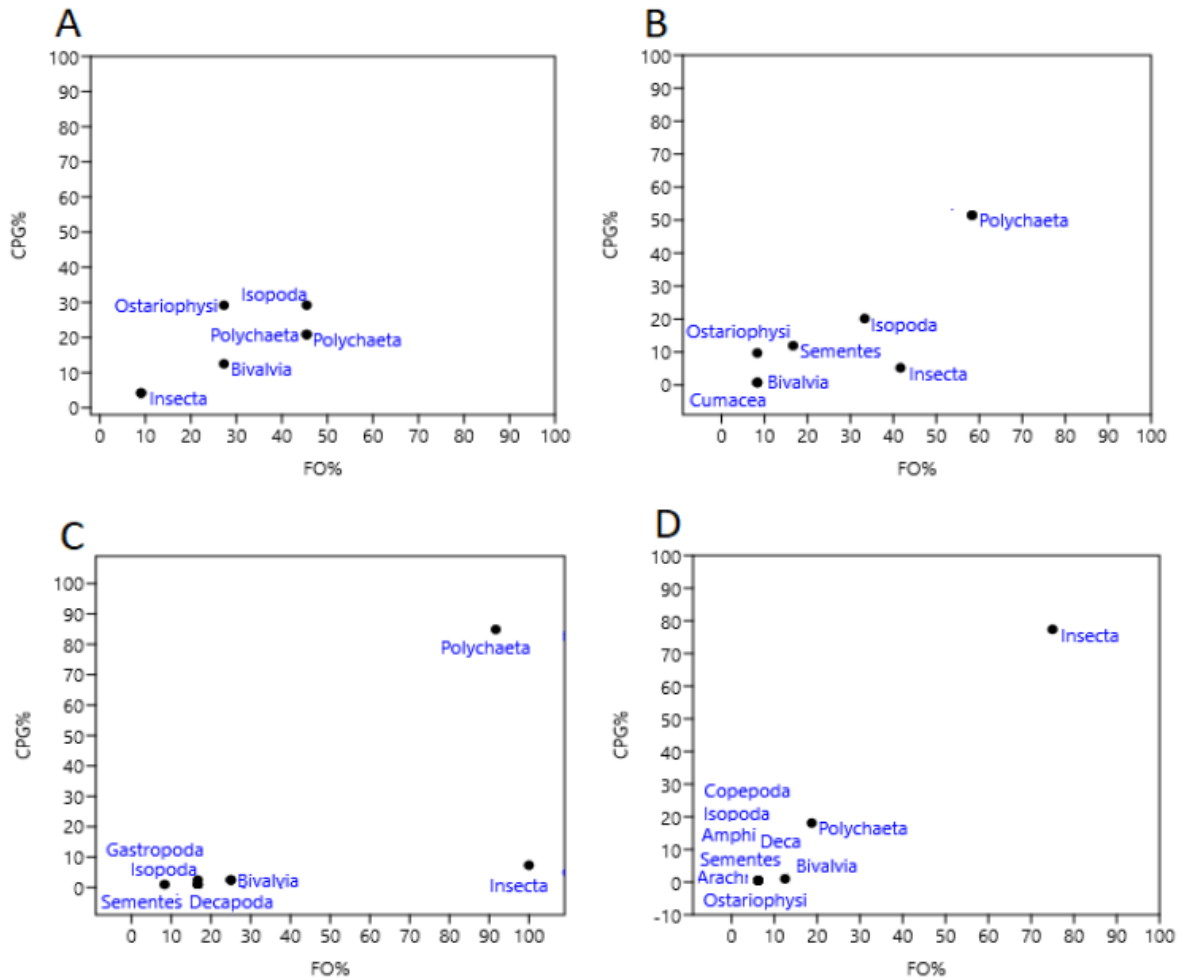


Figura 9 - Gráficos da frequência de ocorrência (FO%) e composição porcentual (CPG%) das categorias dos itens alimentares observados na dieta de *Calidris alba* (A), *Calidris pusilla* (B), *Charadrius semipalmatus* (C) e *Charadrius collaris* (D), Dados provenientes da praia do Goiabal, Calçoene, Amapá, mensalmente, ao longo do ano de 2019.

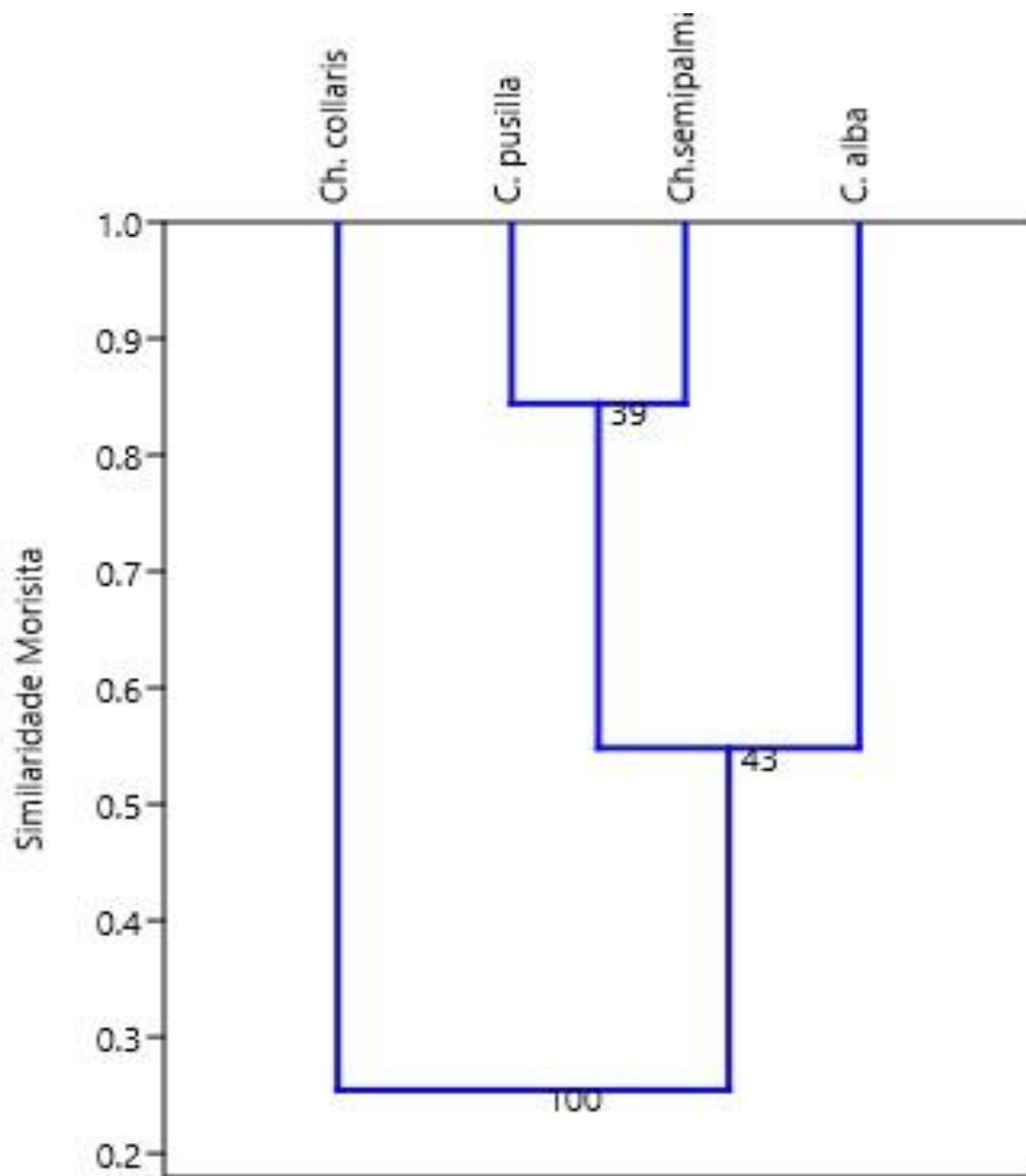


Figura 10 - Dendrograma de Similaridade de Morisita da dieta de *Calidris alba* (A), *Calidris pusilla* (B), *Charadrius semipalmatus* (C) e *Charadrius collaris* (D), Dados provenientes da praia do Goiabal, Calçoene, Amapá, mensalmente, ao longo do ano de 2019.

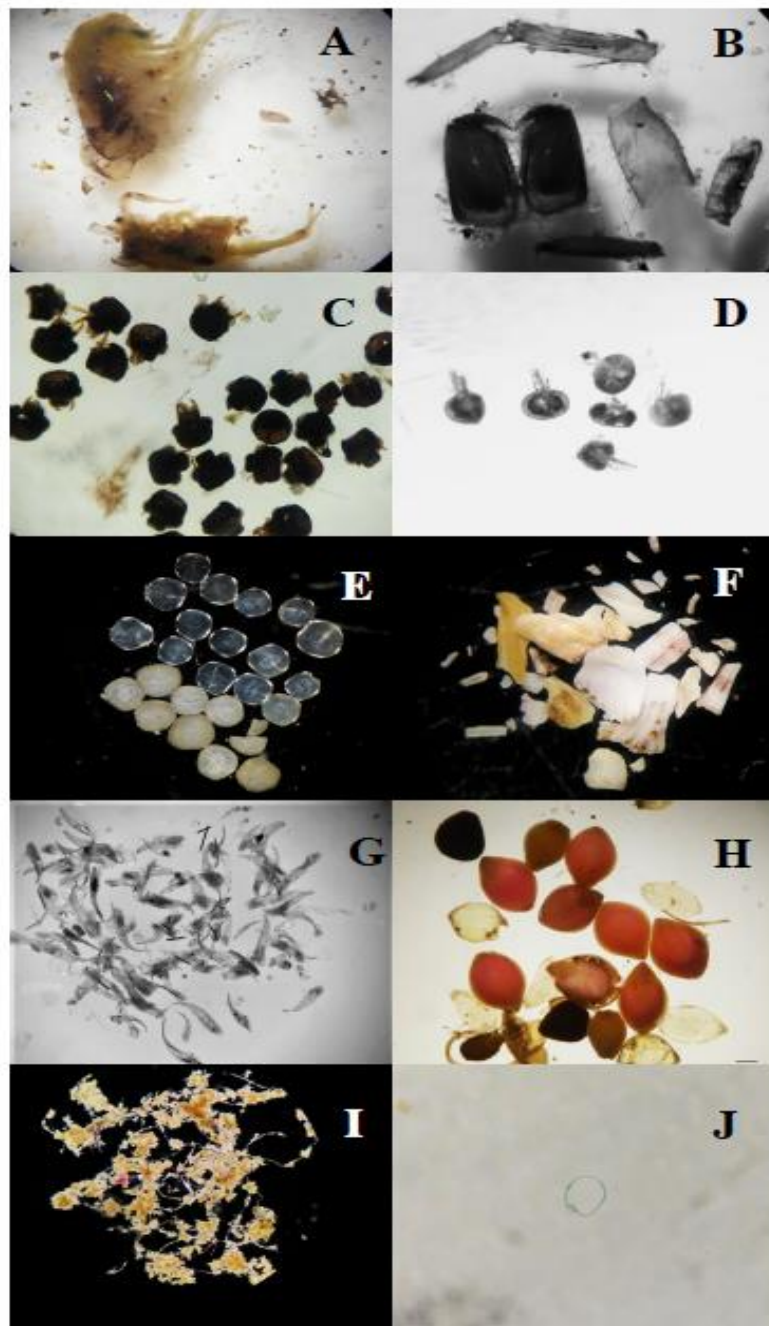


Figura 11 - Itens do conteúdo gastrointestinal e fezes de quatro espécies limícolas: *C. alba*, *C. pusilla*, *Ch. Collaris*, *Ch. semipalmatus*, sob microscópio estereoscópio Stemi 580 Zeiss (50X). A – Amphipoda; B – Arachnidae; C – Cabeça de Bledius; D – Cabeça de Culicoides; E – Otólito de larva de peixe; F – Bivalvia; G – Mandíbula de Nereididae; H – Sementes; I – Fibras sintéticas junto ao material orgânico; J – Fibras sintéticas.

DISCUSSÃO

Este estudo é uma importante contribuição no conhecimento da dieta de quatro espécies de aves limícolas mais abundantes (Capítulo 1) da praia Goiabal, em Calçoene, por esta ser até o momento uma zona de lacuna de informação na costa do Brasil. Das espécies estudadas, as quatro limícolas mais abundantes na região, três são migratórias (*C. pusilla*, *C. alba*, *Ch.semipalmatus*), enquanto *Ch.collaris* é residente. Entender como essas aves estão usando os recursos nesta parte do planeta, uma área altamente preservada e muito utilizada por aves limícolas do globo, é um passo importante para sustentar medidas de conservação direcionadas tanto para ecossistemas como para espécies.

No caso de *C. alba*, a espécie com nicho mais amplo, um dos itens mais representativo foi larvas de peixe, itens que ficam presos em poças quando a maré está baixa, facilitando sua captura. Foi observado em campo indivíduos de *C. alba* sondando poças, bem como acompanhando a linha d'água a medida que a maré desce. Além das larvas, a presença de isópodos e bivalves corroboram o uso mais acentuado do mecanismo tátil e visual, pelos maçaricos, em comparação às batuínas que utilizam predominantemente o mecanismo visual através da bicada (Gerritsen e Meiboom 1985).

C. pusilla teve preferência por poliquetas, predominando a família Nereididae, coincidindo com um estudo feito no nordeste do Brasil (Santos et al, 2019). Nos conteúdos gastrointestinais desta espécie também foram encontradas sementes, as quais podem ter sido consumidas em ambientes ao redor da praia, mas provavelmente são sementes de um grupo de planta típico de restinga (vegetação que margeia dunas), a rasteira Ipomea, que possui sementes pequenas que se acumulam na faixa de detritos da maré.

Dentre as batuínas, tanto a espécie migratória (*Ch. semipalmatus*) como a residente (*Ch. collaris*) mostraram maior especialidade no consumo de presas, *Charadrius semipalmatus* já teve identificada predominância de poliqueta na dieta (Rose et al, 2016), mas com maior participação de outros itens, e o uso de vários habitats para se alimentar regularmente (Burger et al, 1997).

Para *Ch. collaris* a presença de insetos na dieta também foi relatada por Beltzer (1991). No caso da praia aqui estudada o predomínio foi de insetos habitantes regulares de praias: o *Bledius*, que passa todo seu ciclo de vida nas regiões superiores da praia, e os Culicoides, neste caso os “maruins” que, nesta praia específica, usam abundantemente a região entremarés durante os estágios iniciais de desenvolvimento, também predominando nos níveis superiores.

Vale mencionar que os itens considerados para as análises foram aqueles provenientes da macrofauna, ou seja, indivíduos que ficam retidos em malhas de 0,5mm, Não foram considerados itens da meiofauna (Copépodos Harpacticoida, Nematoda, Ostracoda e Acari) resquícios de restos vegetais, areia e microfibras sintéticas que se encontraram nas amostras, pois são itens provavelmente ingeridos acidentalmente e que não contribuem energeticamente para a dieta dos indivíduos. E foram encontrados sem digerir nas fezes e n conteúdo gastrointertinal. Existem estudos que mostram que algumas limícolas consomem “biofilme” como parte de sua dieta (Elner et al, 2005, Jiménez 2013, Jardine et al, 2015), mas não parece ser o caso neste estudo onde foi abundante o consumo de presas maiores.

Dentre as espécies estudadas todas têm o nicho relativamente estreito, no caso *do C. pusilla*, *Ch. semipalmatus* se pode explicar por sua especialização em poliquetas, *Ch. collaris* insetos, mas para *C. alba* que tem um maior amplitude do nicho em comparação as outras aves analisadas, além dos poliquetas as larvas de peixe e isópodos mostraram representatividade. Outros estudos reportaram nichos estreitos em os trópicos africanos (Lourenço et al, 2017), e num estuário no sul do Brasil (Faria et al, 2018), mas em comparação com outro feito na costa norte do Brasil, na península Bragantina difere no sentido que eles reportaram nichos amplos sendo uma área reportada como baixa densidade de recursos alimentares e grandes densidades de aves (Kober e Bairlein 2006b).

O índice de sobreposição de dieta de Morisita foi mais expressivo entre *Ch. semipalmatus e C. pusilla*, uma vez que a presença de poliquetas é acentuada para ambos. Mas a predominância deste item foi particularmente alta em *Ch. semipalmatus*, caracterizando-a como uma espécie de nicho estreito, ou seja, agindo como especialista neste sítio de invernada; vale ressaltar que, embora com baixa composição na dieta da espécie, todos os indivíduos ingeriram insetos, embora em baixíssima quantidade, Outra espécie que demonstrou especialização considerável foi *Ch. collaris*, dada a proeminência de insetos na dieta. Logo, a menor sobreposição foi identificada entre *C. alba e Ch. collaris*, pela diversidade e equitabilidade de itens, mas praticamente ausência de insetos, na dieta de *C. alba*.

Estudos feitos nos trópicos do Brasil identificaram maior sobreposição de nichos entre espécies limícolas, incluindo o aqui estudado, impedindo identificar preferências alimentares das espécies (Kober e Bairlein 2006b). Um estudo num estuário no sul do Brasil, que utilizou o método de isótopos estáveis nas fezes espécies limícolas, migratórias e residentes, também mostrou alta

sobreposição de nicho entre elas, com certa partição de recursos secundários, sendo o item mais relevante os insetos da família Coleoptera (Faria et al, 2018). Na praia do Goiabal, dentre as batuíras, pode-se dizer que a espécie residente apresentou preferência por insetos, enquanto nas migratórias houve a predominância de poliquetas, mas com importante partição de recursos secundários, suficiente para minimizar a sobreposição alimentar elas.

A dieta de aves limícolas migratórias difere de acordo com os locais invernada e a abundância relativa de presas nos locais estudados (Schneider 1983, Andrei et al, 2009) e nosso estudo não é a exceção. É conhecido também que as aves costeiras utilizam também outros ambientes entre marés como são pantanais, lodaçais e estuários em seu sítios de invernada (Recher 1966, Burger 1997).

Neste estudo, entretanto, os itens alimentares encontrados pertencem a ambientes de praia, mesmo sementes e aracnídeos encontrados correspondem a espécies típicas de praias arenosas (*Ipomea* e *Lycosa*, especificamente). Logo, essas espécies estão usando o entremarés para forrageio de forma muito seletiva e, aparentemente, usando estratos da praia de forma minimamente segregada, o que pode ser deduzido entendendo que grupos diferentes da macrofauna se distribuem de formas diferentes ao largo da praia.

Uma das particularidades da região costeira deste estudo é a presença de extensas planícies praias, com imensas zonas entremarés do que as praias de outras regiões do Brasil, ou seja, ao longo de uma grande amplitude latitudinal. A maior disponibilidade de espaço para forrageio pode favorecer a segregação da dieta entre as populações, o que é facilitado não apenas pelos hábitos de cada espécie de ave mas, neste caso, pelo fato de uma segregação espacial também proporcionar densidades diferentes de grupos de presas diferentes. Assim, pode-se supor que locais que ofereçam essa demanda de espaço e diversidade de itens favoreçam nichos reduzidos, com maior partição de recursos de invernada que, de outra forma, seriam consumidos de forma mais homogênea entre as espécies de Scolopacidae e Charadriidae.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Águas. 2000. HIDROWEBv3.1.1 <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acessado em (2 de janeiro de 2020).
- Almeida, B.J.M., Rodrigues, R.C., Mizrahi, D., e Lees, A.C. 2013. A Lesser Black-backed Gull *Larus fuscus* in Maranhão: The second Brazilian record. *Revista Brasileira de Ornitologia* **21**: 213-216.
- Andrei, A. E., L. M. Smith, D. A. Haukos, e J. G. Surles. 2009. Foraging Ecology of Migrant Shorebirds in Saline Lakes of the Southern Great Plains. *The Waterbird Society* **32**:138-148.
- Barbieri, E., e R. T. Chiavone-Delchiaro. 2017. Influence of tide on composition of the bird fauna in Ilha Comprida, São Paulo, Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* **12**:166-171.
- Barbieri, E., e G. T. Hvenegaard. 2008. Seasonal Occurrence and Abundance of Shorebirds at Atalaia Nova Beach in Sergipe State, Brazil. *Waterbirds* **31**:636-644.
- Begon., M. M. e T. D. 2002. *Population ecology: a unified study of animals and plants*. Blackwell Science, UK.
- Begon, M., C. R. Townsend, e J. L. Harper. 2006. *Ecology: From Individuals to Ecosystems*. Blackwell Publishing, UK.
- Beltzer, A. H. 1991. Aspects of the Foraging Ecology of the Waders *Tringa flavipes*, *Calidris fuscicollis* and *Charadrius collaris* (Aves: Scolopacidae; Charadriidae) in Del Cristal Pond (Santa Fé, Argentine). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* **26**:65-73.
- Burger, J. 1997. Effects of oiling on feeding behavior of sanderlings and semipalmated plovers in New Jersey. *The Condor* **99**:290-298.
- Burger, J., M. A. Howe, D. C. Hahn, J. Chase, J. Burger, C. Hahn, e J. Chase. 1977. Effects of Tide Cycles on Habitat Selection and Habitat Partitioning by Migrating Shorebirds. *The Auk*, **94**:743-758.

- Burger, J., L. Niles, e K. E. Clark. 1997. Importance of beach, mudflat and marsh habitats to migrant shorebirds on Delaware Bay. *Biological Conservation* **79**:283-292.
- Bustamante, R. H., e G. M. Branch. 1996. The dependence of intertidal consumers on kelp-derived organic matter on the west coast of South Africa. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **196**:1-28.
- Campos, C. E. C., R. H. Naiff, R, e A. S. De Araújo. 2008. Censo de aves migratórias (Charadriidae e Scolopacidae) da Porção Norte da Bacia Amazônica, Macapá, Amapá, Brasil. *Ornithologia* **3**:38-46.
- Climatempo. 2019. Site de meteorologia do Brasil. <https://betasite3.climatempo.com.br/tabua-de-mares>. Acessado em (01 de janeiro de 2019).
- Colwell, M. A. 1993. Shorebird Community Patterns in a Seasonally Dynamic Estuary. *The Condor* **95**:104-114.
- Colwell, R. K., e D. J. Futuyma. 1971. On the Measurement of Niche Breadth and Overlap. *Ecology* **52**:567-576.
- Connors, P. G., J. P. Myers, C. S. W. Connors, e F. A. Pitelka. 1981. Interhabitat movements by sanderlings in relation to foraging profitability and the tidal cycle. *The Auk* **98**: 49-64.
- Costello, M. J. 1990. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *Journal of Fish Biology* **36**:261-263.
- Croxall, J. P., S. H. M. Butchart, B. Lascelles, A. J. Stattersfield, B. Sullivan, A. Symes, e P. Taylor. 2012. Seabird conservation status, threats and priority actions: A global assessment. *Bird Conservation International* **22**:1-34.
- Danufsky, T., e M. A. Colwell. 2003. Winter shorebird communities and tidal flat characteristics at Humboldt bay, California. *The Condor* **105**:117-129.
- Davis, C. A., e L. M. Smith. 2001. Foraging strategies and niche dynamics of coexisting shorebirds at stopover sites in the southern great plains. *The Auk* **118**:484-495.

- Dekker, D., e R. Ydenberg. 2004. Raptor predation on wintering dunlins in relation to the tidal cycle. *The Condor* **106**:415-419.
- Dias, M. P., J. P. Granadeiro, R. C. Martins, e J. M. Palmeirim. 2006. Estimating the use of tidal flats by waders: Inaccuracies due to the response of birds to the tidal cycle. *Bird Study* **53**:32-38.
- Dimmick, J., e E. Rothenbuhler. 1984. The Theory of the Niche: Quantifying Competition Among Media Industries. *Journal of Communication* **34**:103-119.
- Duffy, D. C., S. Jackson, e D. Cameron. 1986. Diet studies of seabirds: A review of methods. *Colonial Waterbirds* **9**:1-17.
- Elnor, R. W., P. G. Beninger, D. L. Jackson, e T. M. Potter. 2005. Evidence of a new feeding mode in western sandpiper (*Calidris mauri*) and dunlin (*Calidris alpina*) based on bill and tongue morphology and ultrastructure. *Marine Biology* **146**:1223-1234.
- Erwin, R. M. 1996. Dependence of waterbirds and shorebirds on shallow-water habitats in the mid-Atlantic coastal region: An ecological profile and management recommendations. *Estuarine Research Federation*. **19**:213-219
- Faria, F. A., E. F. Albertoni, e L. Bugoni. 2018. Trophic niches and feeding relationships of shorebirds in southern Brazil. *Aquatic Ecology* **52**:281-296.
- Ferns, P. N. 1983. Sediment Mobility in the Severn Estuary and its Influence upon the Distribution of Shorebirds. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **40**:331-340.
- Fonseca, J., E. Basso, D. Serrano, e J. G. Navedo. 2017. Estuarine , Coastal and Shelf Science Effects of tidal cycles on shorebird distribution and foraging behaviour in a coastal tropical wetland : Insights for carrying capacity assessment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **198**:279-287.
- França, P. F., J. C. Sousa, J. G. Corrêa, e C. E. C. Campos. 2016. First record of *Anous minutus* in the state of Amapá, Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia* **24**:370-371.
- Gerritsen, A. F. C., e A. Meiboom. 1985. The role of touch in prey density estimation by *Calidris alba*. *Netherlands Journal of Zoology* **36**:530-561.

- Gibson, R. N. 2003. Go with the flow: Tidal migration in marine animals. *Hydrobiologia* **503**:153-161.
- Van Gils, J. A., B. Spaans, A. Dekinga, e T. Piersma. 2006. Foraging in a tidally structured environment by red knots (*Calidris canutus*): Ideal, but not free. *Ecology* **87**:1189-1202.
- Hamer, G. L., E. J. Heske, J. D. Brawn, e P. W. Brown. 2006. Migrant Shorebird Predation on Benthic Invertebrates Along the Illinois River, Illinois. *The Wilson Journal of Ornithology* **118**:152-163.
- Heppleston, P. B. 1971. The Feeding Ecology of Oystercatchers (*Haematopus ostralegus* L.) in Winter in Northern Scotland. *The Journal of Animal Ecology* **40**:651-672.
- Horn, S., C. De La Vega, R. Asmus, P. Schwemmer, L. Enners, S. Garthe, K. Binder, e H. Asmus. 2017. Interaction between birds and macrofauna within food webs of six intertidal habitats of the Wadden Sea. *PLoS ONE* **12**:1-23.
- Hubbard, D. M., e J. E. Dugan. 2003. Shorebird use of an exposed sandy beach in southern California. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. **58**:41-54.
- Hunter, M. D.,e P. W. Price. 1992. Playing Chutes and Ladders : Heterogeneity and the Relative Roles of Bottom-Up and Top-Down Forces in Natural Communities. *Ecology* **73**:724-732.
- Hurlbert, S. H. 1978. The Measurement of Niche Overlap and Some Relatives. *Ecology* **59**:67-77.
- Hutchinson, G. E. 1957. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology **22**:415-427.
- Irons, D. B. 1998. Foraging area fidelity of individual seabirds in relation to tidal cycles and flock feeding. *Ecology* **79**:647-655.
- Jardine, C. B., A. L. Bond, P. J. A. Davidson, e R. W. Butler. 2015. Biofilm Consumption and Variable Diet Composition of Western Sandpipers (*Calidris mauri*) during Migratory Stopover. *PLoS ONE* **10**:1-14.
- Jiménez, A.R. 2013. The “Secret Garden”: Microphytobenthic Biofilms and the Foraging Ecology of Calidridine Sandpipers PhD Thesis. SFU, Burnaby, British Columbia, Canada.

- Karr, J. R., e F. C. James. 1975. Eco-morphological configurations and convergent evolution in species and communities. Pages 258–291 in M.L. Cody and J.M. Diamond, editors. Ecology and evolution of communities. Harvard University Press, Cambridge.
- Kober, K. 2004. Foraging ecology and habitat use of wading birds and shorebirds in the mangrove ecosystem of the Caete Bay, Northeast Para, Brazil. PhD Thesis. Bremen: Center for Marine Ecology, Germany.
- Kober, K., e F. Bairlein. 2006a. Shorebirds of the Bragantian Peninsula I. Prey availability and shorebird consumption at a tropical site in northern Brazil. *Ornitologia Neotropical* **17**:531-548.
- Kober, K., e F. Bairlein. 2006b. Shorebirds of the Bragantian Peninsula II. Diet and foraging strategies of shorebirds at a tropical site in northern Brazil. *Ornitologia Neotropical* **17**:549-562.
- Kober, K., e F. Bairlein. 2009. Habitat Choice and Niche Characteristics Under Poor Food Conditions. A Study on Migratory Nearctic Shorebirds in the Intertidal Flats of Brazil. *Ardea* **97**:31-42.
- Krebs, C. J. 1999. Ecological methodology. Addison Wesley Longman, Menlo Park, California, USA.
- Kvale, E. P. 2006. The origin of neap–spring tidal cycles. *Marine Geology* **235**:5-18.
- Lafferty, K. D. 2001. Birds at a Southern California beach: seasonality, habitat use and disturbance by human activity. *Biodiversity and Conservation* **10**:1949-1962.
- Lafferty, K. D., D. A. Rodriguez, e A. Chapman. 2013. Temporal and spatial variation in bird and human use of beaches in southern California. *SpringerPlus* **2**:1-14.
- Lourenço, P. M., T. Catry, e J. P. Granadeiro. 2017. Diet and feeding ecology of the wintering shorebird assemblage in the Bijagós archipelago, Guinea-Bissau. *Journal of Sea Research* **128**:52-60.
- Martin, A. e Hockey, P. 1993. The Effectiveness of stomach-flushing in assessing Wader Study Group Bull. **67**:79-80

- Mateus, K., O. Aguiar, R. H. Naiff, e B. Xavier. 2010. Aves da Reserva Biológica do Lago Piratuba, Amapá, Brasil. *Ornithologia* **4**:1-14.
- Myers, J. P., P. G. Connors, e F. A. Pitelka. 1979. Territory size in wintering Sanderlings: the effects of prey abundance and intruder density. *The Auk* **96**:551-561.
- Navedo, J. G., L. Sauma-Castillo, e G. Fernández. 2012. Foraging Activity and Capture Rate of Large Nearctic Shorebirds Wintering at a Tropical Coastal Lagoon. *Waterbirds* **35**:301-311.
- Nehls, G., e R. Tiedemann. 1993. What determines the densities of feeding birds on tidal flats? A case study on dunlin, *Calidris alpina*, in the Wadden Sea. Netherlands. *Journal of Sea Research* **31**:375-384.
- Olav, G. 2008. Introduction to Meiobenthology. Springer, Berlin, Heidelberg, Germany.
- Pandiyan, J., e S. Asokan. 2016. Habitat use pattern of tidal mud and sand flats by shorebirds (charadriiformes) wintering in southern India. *Journal of Coastal Conservation* **20**:1-11.
- Pugh, D. T. 1987. Tides, surges and mean sea level trends. John Wiley & Sons, Swindon, UK.
- Ramli, R., e N. A. Norazlimi. 2016. Effects of tidal states and time of day on the abundance and behavior of shorebirds utilizing tropical intertidal environment. *Journal of Animal and Plant Sciences* **26**:1164-1171.
- Recher, H. F. 1966. Some Aspects of the Ecology of Migrant Shorebirds. *Ecology* **47**:393-407.
- Rodrigues, A. A. F. 2007. Priority areas for conservation of migratory and resident waterbirds on the coast of Brazilian Amazonia. *Revista Brasileira de Ornitologia* **15**:209-218.
- Rose, M., L. Pollock, e E. Nol. 2016. Diet and prey size selectivity of Semipalmated Plovers (*Charadrius semipalmatus*) in coastal Georgia. *Canadian Journal of Zoology* **94**:727-732.
- Santos, C. D., T. M. S. Rocha, A. W. B. Nascimento, V. Oliveira, e C. Martínez. 2019. Prey Choice by Declining Atlantic Flyway Semipalmated Sandpipers (*Calidris pusilla*) at a Major Wintering Area in Brazil. *Waterbirds* **42**:198-204.

- Santos, V. F., A. D. Short, e A. C. Mendes. 2016. Beaches of the Amazon Coast: Amapá and West Pará. Pages 67-93 in A. Short e Klein A. editors. Brazilian Beach Systems. Coastal Research Library. Springer, Cham. Switzerland.
- Schneider, D. 1983. The Food and Feeding of Migratory Shorebirds. *Oceanus* **26**:38-43.
- Schwartz, M. L. 2005. Encyclopedia of Coastal Science. Springer.
- Valente, R. M., J. M. C. Silva, F. C. Straube, e J. L. X. Nascimento. 2011. Conservação de Aves Migratórias Neárticas no Brasil. Conservação Internacional. Belém, Brasil.
- Wilson, R. P. 1984. An improved stomach pump for penguins and other seabirds. *Journal of Field Ornithology* **55**:109-112.
- Zavala-Camin, L. A. 1996. Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes. Editora da Universidade Estadual de Maringá, Brasil.
- Zwarts, L., A. M. Blomert, e R. H. Hupkes. 1990. Increase of feeding time in waders preparing for spring migration from the Banc d'Arguin, Mauritania. *Ardea* **78**:237-256.
- Zwarts, L. 1988. Numbers and distribution of coastal waders in Guinea-Bissau. *Ardea* **76**:42-55.

7. CONCLUSÕES

- As aves mais abundantes na área de estudo foram as migratórias *C. pusilla* e *C. alba*, *Ch. semipalmatus* seguidos das residentes *E. thula*, *S. superciliaris*, *Ch. collaris*, e *R. niger*. Os meses foram determinantes nos descritores da assembleia, sendo diferentes nos meses na presença de aves migratórias, em especial setembro a novembro, dentre 2019 como um todo. Os ciclos das marés influenciaram a composição e as estimativas de riqueza e abundância da assembleia de aves costeiras, que foram em geral significativamente menores na maré alta de sizígia. Entretanto, a maior abundância de poucas espécies, não obstante a espécie mais abundante ocorreu também na maré alta, mas durante a quadratura, o que denota uma preferência pela permanência e forrageio e descanso no supralitoral de praias.
- A análise da dieta das quatro espécies de aves limícolas mais abundantes (*Ch. semipalmatus*, *C. pusilla*, *C. alba* e *Ch. collaris*) foi composta por poliquetas, insetos, isópodos, bivalves, larvas de peixe, e em menor proporção, sementes, todos itens especificamente componentes do ambiente praias. A amplitude do nicho foi relativamente estreito para as quatro espécies, sendo a sobreposição de nicho mais evidente para *Ch. semipalmatus* e *C. pusilla*. As extensas zona entremarés de nossa área de estudo, logo uma maior disponibilidade de espaço para forrageio, pode favorecer a segregação da dieta entre as populações, o que é facilitado não apenas pelos hábitos de cada espécie de ave, mas, neste caso, pelo fato de uma segregação espacial também proporcionar densidades diferentes de grupos de presas diferentes. Assim, pode-se supor que locais que ofereçam maior disponibilidade de área para as diferentes atividades das aves, prioritariamente forrageio e descanso, favoreçam nichos reduzidos, com maior partição de recursos de invernada que, de outra forma, seriam consumidos de forma mais homogênea entre as espécies de Scolopacidae e Charadriidae.

- Consideramos esta uma contribuição relevante, que preenche algumas lacunas de conhecimento nestes locais costeiros de importância reconhecida internacionalmente, o que é essencial para futuras medidas de conservação e tomadas de decisão. As áreas costeiras se encontram em situação preocupante de conservação em todo o globo, e esta área de estudo encontra-se entre duas áreas denominadas Ramsar, local importantíssimo para a avifauna. Algumas espécies de aves que utilizam formas bastante específicas de recursos alimentares nestes habitats serão mais desfavorecidas ao longo do crescente processo de mudanças climáticas, que tem levado a maior intensidade de erosão costeira e, logo, perda de habitat. Finalmente sugerimos que estudos posteriores deveriam também levar em consideração o comportamento de forrageio e o uso de hábitat destas aves, em outras praias da região e também em outros tipos de ambientes como pantanais, estuários a fim de ter uma visão holística do que acontece nestes ambientes costeiros usados pelas aves migratórias e residentes.

8. COMPROVANTE DE SUBMISSÃO

Acta Amazonica



First record of Lesser Black-backed Gull in the Brazilian Amazon

Journal:	<i>Acta Amazonica</i>
Manuscript ID	AA-2020-0032
Manuscript Type:	Short Communication
Research Area:	Biodiversity and Conservation
Keyword:	Goiabal beach, Amapá, vagrant, <i>Larus fuscus</i> , census

SCHOLARONE™
Manuscripts