

Abundância e biomassa de aves em brejos salinos no Sul do Brasil

Bruno de Moraes Guerra

SÃO VICENTE-SP

2023

Abundância e biomassa de aves em brejos salinos no Sul do Brasil

Bruno de Moraes Guerra

Orientador: Prof. Dr. Marcos Ricardo Bornschein

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, UNESP, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade de Ambientes Costeiros.

SÃO VICENTE-SP

2023

G934a Guerra, Bruno de Moraes
Abundância e biomassa de aves em brejos salinos no Sul do Brasil /
Bruno de Moraes Guerra. -- São Vicente, 2023
58 p. : il., tabs., mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Instituto de Biociências, São Vicente
Orientador: Marcos Ricardo Bornschein

1. Avifauna. 2. Frequência. 3. Status de ocorrência. 4. Massa
corporal. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de
Biociências, São Vicente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à minha família por todo amor e apoio que me deram durante esta jornada, aos meus pais Leonardo e Rosiane, minha avó Vilma e meu irmão Rafael, que por conta de todo apoio, confiança, amor e carinho me possibilitaram estar onde estou.

Aos meus amigos de Uberlândia, que mesmo à distancia me mantiveram firme em minha jornada e que sempre apoiaram, me deram carinho e conforto me proporcionando momentos únicos na vida, Michelle Lorene, Ana Lissa, Julia Lima, Julia Almeida, Victória Rosseti, Gabriel Merola, Vitória Gonzaga, Rodrigo Valentim, Yago Fornazier, Giovanna Gonçalves, Larissa Rodrigues, Igor Gomes, João Alfredo, Barbara Giolo, Bruno (a.k.a Thaylla), Thainã Monteiro, Felipe Paulin, Carol Sbecker, Douglas Ferreira, Kaysse, Laura, Nina, sem vocês a minha vida não teria a menor graça.

Aos amigos que fiz em São Vicente, Ana Lemes, Natalia Santos, Caio Cesar, Douglas Gomes, Amanda Bezerra, Maria Fernanda, Evelyn Caroline, Bruna Luz, Santana, Beatriz, Gabriele Hayek, Gabriel Sousa, Elisa Angelo, Marcio Araujo, Esli, Manoela, Allan, Maysha, Guilherme Araujo e tantos outros que foram responsáveis pela minha alegria nesta cidade.

Ao meu amigo Juliano que foi o grande responsável pelo andamento deste trabalho, me apoiando e auxiliando em todos os momentos e me aguentando nos surtos e loucuras, sendo a melhor companhia que eu poderia ter, trazendo um pedacinho de Uberlândia (mesmo sendo de Franca) para São Vicente.

Agradeço ao meu orientador Marcos R. Bornschein pela confiança, apoio, motivação e oportunidades, que possibilitaram o meu desenvolvimento pessoal e profissional na vida e na carreira que pretendo seguir.

Agradeço a todos os colegas de laboratório do LABIN que foram verdadeiros amigos neste longo processo, que me mantiveram estável quando o trabalho não parecia dar certo e que possibilitaram tantos momentos gostosos nas saídas de campo e no laboratório, em especial Maria Fernanda, Giovanna Sandretti, Cecilia Camargo, Tamiris Lima, Larissa Roselli, Marina Marques, Mariana Amiratti Gabriela e Gustavo.

Ao Projeto Bicudinho-do-brejo que me deu a oportunidade de aprofundar o conhecimento na ornitologia, gerando os frutos deste trabalho.

Resumo geral

Os brejos salinos são áreas úmidas que ocorrem nas regiões temperadas, eles possuem predominantemente vegetação herbácea e devido a sua dinâmica de inundações subsidiam em grande proporção a alimentação das espécies que o habitam. Estes ambientes são muito importantes e estão vulneráveis aos impactos da mudança climática e mesmo com sua pequena área apresentam a ocorrência de espécies endêmicas como o bicudinho-do-brejo (*Formicivora acutirostris*), considerado ameaçado no Paraná e quase ameaçado no mundo pela IUCN. Desta forma, devido a singularidade e fragilidade do ambiente de brejos salinos, compreender as variações espaço temporais na composição da avifauna se faz muito necessário. O objetivo do trabalho é caracterizar a comunidade de aves dos brejos salinos da Ilha do Jundiaquara e Ilha da Folharada, em Guaratuba-PR. Foram realizados censos pelo método de ponto de escuta entre os anos de 2011 e 2018, além de duas amostragens em 2022. As aves foram caracterizadas quanto a sua frequência de ocorrência (FO), sua abundância (IPA), seu status de ocorrência, hábitos, guildas tróficas e biomassa. Registramos 120 espécies pertencentes a 35 famílias, das quais as que apresentaram maior número de espécies foram Tyrannidae, Thraupidae, Hirundinidae, Icteridae e Ardeidae. Estas foram classificadas quanto a FO como muito frequentes, frequentes, infrequentes e escassas. Quanto ao *Status* como visitantes, acidental, residentes, migratórias e indeterminado. Quanto ao habito como florestais, semi-florestais, palustres, aquáticas, aéreas e campestres. As espécies mais abundantes foram *Hirundo rustica*, *Pardirallus nigricans*, *Formicivora acutirostris*, *Agelasticus thilius*, *Tachuris rubrigastra* e *Geothlypis aequinoctialis*. Constatamos declínios populacionais ao longo dos anos em *Serpophaga nigricans*, *T. rubrigastra*, *H. rustica*, *A. thilius* e *Phleocryptes melanops*. Observamos também o desaparecimento de *Rallus longirostris* e *Certhiaxis cinnamomeus* que pode estar atribuído à remoção total de braquiárias invasoras que poderiam ter possibilitado o estabelecimento destas espécies nas áreas. No tocante às aves residentes estas foram classificadas entre as guildas tróficas invertívoras, onívoras, granívoras, carnívoras e nectarívoras, a família de aves residentes com maior biomassa foi Rallidae. A guilda dos carnívoros foi a mais representativa e a biomassa anual se manteve estável. Os brejos salinos subtropicais da Baía de Guaratuba, produzem em média 572,37 gramas de aves residentes por hectare anualmente.

Palavras-chave: Frequência, Status de Ocorrência, Massa Corporal, Avifauna.

General Abstract

Salt marshes are wetlands found in temperate regions, characterized by herbaceous vegetation and a flooding dynamic that provides abundant food resources for the species inhabiting them. These environments are of great importance and vulnerable to the impacts of climate change. Despite their small size, they host endemic species like the Bicudinho-do-brejo (*Formicivora acutirostris*), considered threatened in Paraná and near-threatened globally by the IUCN. Given the uniqueness and fragility of salt marsh environments, understanding the spatiotemporal variations in avifauna composition is crucial. This study aims to characterize the bird community of salt marshes on Jundiaquara Island and Folharada Island in Guaratuba, Brazil. Surveys were conducted using the point count method between 2011 and 2018, with two additional samplings in 2022. Birds were characterized by their frequency of occurrence (FO), abundance (IPA), occurrence status, habits, trophic guilds, and biomass. A total of 120 species belonging to 35 families were recorded, with Tyrannidae, Thraupidae, Hirundinidae, Icteridae, and Ardeidae being the most species-rich families. They were classified by FO as very frequent, frequent, infrequent, and rare, while their status included visitors, accidental, residents, migratory, and undetermined. Habit classifications encompassed forest-dwelling, semi-forest, marshland, aquatic, aerial, and grassland species. The most abundant species were *Hirundo rustica*, *Pardirallus nigricans*, *Formicivora acutirostris*, *Agelasticus thilius*, *Tachuris rubrigastra*, and *Geothlypis aequinoctialis*. Population declines were observed over the years for *Serpophaga nigricans*, *T. rubrigastra*, *H. rustica*, *A. thilius*, and *Phleocryptes melanops*. The disappearance of *Rallus longirostris* and *Certhiaxis cinnamomeus* may be attributed to the complete removal of invasive brachiaria grasses, which could have enabled these species to establish in the areas. Regarding resident birds, they were classified into trophic guilds, including invertivores, omnivores, granivores, carnivores, and nectarivores. The Rallidae family had the highest biomass among resident birds, with the carnivore guild being the most representative. Annual biomass remained stable. Subtropical salt marshes in the Guaratuba Bay produce an average of 572.37 grams of resident birds per hectare annually.

Keywords: Frequency, Occurrence Status, Body Mass, Avifauna.

Introdução geral

As áreas úmidas, ecossistemas entre ambientes aquáticos e terrestres, desempenham funções cruciais, oferecendo serviços ecossistêmicos essenciais e abrigando biodiversidade rica. Contudo, enfrentam rápida degradação em comparação a outros ecossistemas. Os brejos salinos, específicos de regiões temperadas, são ecossistemas vitais que enfrentam ameaças das mudanças climáticas, como aumento do nível do mar e temperaturas, afetando diretamente a fauna e flora adaptadas a essas condições extremas (Junk et al. 2014, Gedan et al. 2011, Camacho-Valdez et al. 2013, Woldemariam et al. 2018, World Resources Institute 2005). Recentemente definidos como brejos salinos subtropicais no sul e sudeste do Brasil, esses ambientes, embora de pequena área, abrigam espécies endêmicas como o bicudinho-do-brejo, considerado ameaçado. As aves nesses ambientes apresentam desafios únicos devido à salinidade e dinâmica da água, resultando em uma diversidade menor, mas com espécies especializadas e endêmicas (Bornschein et al. 2017, Greenberg & Maldonado 2006).

Manguezais e brejos salinos, ecossistemas distintos caracterizados por variações de maré, são habitados por espécies animais exclusivas adaptadas a condições ambientais dinâmicas. As aves, notavelmente, apresentam uma diversidade de adaptações, sendo o grupo terrestre mais destacado em mobilidade e hábitos alimentares. Nesses ambientes, a diversidade de aves abrange tanto espécies terrestres quanto aquáticas, explorando recursos em diferentes micro-habitats como estratos arbóreos e áreas lodosas. Apesar de estudos em países como Malásia e Austrália indicarem zonas específicas de exploração de presas em árvores de mangue, o Brasil carece de pesquisas sobre adaptações alimentares e padrões de zonamento vertical nesses ambientes (Hutchings & Saenger 1987, Noske 1996, Luther & Greenberg 2009, Schaeffer-Novelli et al. 2023).

Referências

- Bornschein, M.R., Reinert, B.L., Machado-de-Souza, T., Golec, C., Whitney, B.M., Favretto, M.A., (2017) Abundance, occurrence, and seasonality of the Subtropical Doradito (*Pseudocolopteryx acutipennis*) on the coast of Brazil. *Wilson Journal of Ornithology* 129: 199–206.
- Camacho-Valdez, V., Ruiz-Luna, A., Ghermandi, A., Nunes, P. A. L. D. (2013) Valuation of ecosystem services provided by coastal wetlands in northwest Mexico. *Ocean & Coastal Management* 78: 1–11.
- Gedan, K. B., Kirwan, M. L., Wolanski, E., Barbier, E. B. & Silliman B. R. (2011) The

- present and future role of coastal wetland vegetation in protecting shorelines: answering recent challenges to the paradigm. *Climatic Change* 106: 7–29.
- Greenberg, R. & Maldonado, J.E. (2006) Diversity and endemismo in tidal-marsh vertebrates. *Studies in Avian Biology* 32: 32–53.
- Hutchings, P. A. & Saenger, P. (1987). *Ecology of Mangroves*. St. Lucia, Queensland, Australia.
- Luther, D. A., & Greenberg, R. (2009). Mangroves: a global perspective on the evolution and conservation of their terrestrial vertebrates. *BioScience*, 59(7), 602–612.
- Noske, R. A. (1996). Abundance, zonation and foraging ecology of birds in mangroves of Darwin Harbour, Northern Territory. *Wildlife Research*, 23(4), 443–474.
- Schaeffer-Novelli, Y., de Oliveira Abuchahla, G. M., & Cintrón-Molero, G. (Eds.). (2023). *Brazilian Mangroves and Salt Marshes*. Springer Nature.
- Woldemariam, W., Mekonnen, T., Morrison, K. & Aticho, A. (2018) Assessment of wetland flora and avifauna species diversity in Kafa Zone, Southwestern Ethiopia. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity* 11(4): 494–502.
- World Resources Institute. (2005) *Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis*. Washington: World Resources Institute, 86 pp.

CAPÍTULO 1

Abundância das aves de brejos salinos do sul do Brasil

Resumo

Áreas úmidas são ecossistemas entre os ambientes aquáticos e terrestres, influenciados por marés e salinidade, desempenhando serviços ecossistêmicos importantes. Os brejos salinos, são um tipo de área úmida que ocorrem em regiões temperadas, sendo habitats essenciais para muitas espécies de aves. As mudanças climáticas, como o aumento do nível do mar, ameaçam esses ambientes e as espécies que os habitam. Recentemente, os brejos salinos no sul e sudeste do Brasil foram reconhecidos como brejos salinos subtropicais, e estes abrigam espécies endêmicas. Apesar dos desafios ambientais, esses brejos mantêm comunidades de aves diversas e únicas. O presente estudo visa avaliar a ornitofauna em brejos salinos subtropicais na Baía de Guaratuba, considerando variações espaciais e temporais, sua abundância (IPA), frequência de ocorrência (FO), hábitos e status de ocorrência das espécies e verificar possíveis flutuações populacionais. Foram conduzidas campanhas de censos pelo método de pontos de escuta, entre outubro de 2011 a setembro de 2018 com duas amostragens em 2022. As campanhas ocorreram na Baía de Guaratuba-Pr, nas Ilhas do Jundiaquara e da Folharada e suas adjacências. Registramos 120 espécies de aves incluídas em 35 famílias, das quais as mais ricas em espécies foram Tyrannidae, Thraupidae, Hirundinidae, Icteridae e Ardeidae. Cinco espécies foram consideradas como muito frequentes, seis espécies foram consideradas frequentes, 12 espécies foram consideradas infrequentes e 97 espécies foram consideradas escassas. Consideramos 42 espécies como visitantes, 39 como ocorrência acidental, 26 como residentes, nove como migratórias, e finalmente cinco com *status* indeterminado. Consideramos 36 espécies como florestais, 30 como semi-florestais, 23 como palustres, 16 como aquáticas, 12 como de hábito aéreo e quatro como campestres. As espécies mais abundantes foram andorinha-de-bando (*Hirundo rustica*), saracura-sanã (*Pardirallus nigricans*), bicudinho-do-brejo (*Formicivora acutirostris*), sargento (*Agelasticus thilius*), papa-piri (*Tachuris rubrigastra*) e pia-cobra (*Geothlypis aequinoctialis*). Constatamos declínios populacionais ao longo dos anos em joão-pobre (*Serpophaga nigricans*), *T. rubrigastra*, *H. rustica*, *A. thilius* e bate-bico (*Phleocryptes melanops*). Observamos também o desaparecimento de saracura-matraca (*Rallus longirostris*) e (*Certhiaxis cinnamomeus*) que pode estar atribuído à remoção total de braquiárias invasoras que poderiam ter possibilitado o estabelecimento destas espécies nas áreas.

Palavras-Chave: Ornitofauna, Ocorrência, Índice Pontual de Abundância.

Abstract

Wetlands are ecosystems situated between aquatic and terrestrial environments, influenced by tides and salinity, providing essential ecosystem services. Salt marshes are a type of wetland found in temperate regions, serving as crucial habitats for many bird species. Climate change, including rising sea levels, threatens these environments and the species inhabiting them. Recently, salt marshes in southern and southeastern Brazil have been recognized as subtropical salt marshes, harboring endemic species. Despite environmental challenges, these marshes maintain diverse and unique bird communities. This study aims to assess the ornithofauna in subtropical salt marshes in the Guaratuba Bay, considering spatial and temporal variations, their abundance (IPA), frequency of occurrence (FO), habits, and occurrence status of species, while also examining potential population fluctuations. Point count surveys were conducted between October 2011 and September 2018, with two additional samplings in 2022. The campaigns took place in the Guaratuba Bay, Paraná, Brazil, specifically on Jundiaquara and Folharada Islands and their surroundings. We recorded 120 bird species belonging to 35 families, with the richest families in terms of species being Tyrannidae, Thraupidae, Hirundinidae, Icteridae, and Ardeidae. Five species were considered very frequent, six frequent, 12 infrequent, and 97 rare. We classified 42 species as visitors, 39 as accidental, 26 as resident, nine as migratory, and five with undetermined status. In terms of habitat, 36 species were classified as forest birds, 30 as semi-forest, 23 as marshland, 16 as aquatic, 12 as aerial, and four as open field birds. The most abundant species were Barn Swallow (*Hirundo rustica*), Blackish Rail (*Pardirallus nigricans*), Marsh Antwren (*Formicivora acutirostris*), Unicolored Blackbird (*Agelasticus thilius*), Many-colored Rush Tyrant (*Tachuris rubrigastra*), and Masked Yellowthroat (*Geothlypis aequinoctialis*). We observed population declines over the years in Black-capped Piprites (*Serpophaga nigricans*), *T. rubrigastra*, *H. rustica*, *A. thilius*, and Ochre-breasted Pipit (*Phleocryptes melanops*). We also noted the disappearance of King Rail (*Rallus longirostris*) and Yellow-browed Tyrannulet (*Certhiaxis cinnamomeus*), which may be attributed to the complete removal of invasive grasses that could have enabled the establishment of these species in the areas. **Keywords: Ornithofauna, Occurrence, Point Abundance Index.**

1. Introdução

As áreas úmidas são ecossistemas transicionais entre os ambientes aquáticos e terrestres que são inundados por águas rasas doces, salobras ou salgadas e possuem fauna e flora adaptadas às constantes variações de marés e salinidade (Junk *et al.* 2014). Esses são ambientes muito produtivos e desempenham diversos serviços ecossistêmicos, auxiliando no controle de qualidade de água, bem-estar humano, proteção contra a erosão costeira e abrigo de rica biodiversidade (Getzner 2002, Gedan *et al.* 2011, Camacho-Valdez *et al.* 2013, Woldemariam *et al.* 2018). Apesar disso, as áreas úmidas estão sendo degradadas de forma acelerada em comparação a outros ecossistemas (World Resources Institute 2005).

Os brejos salinos são um tipo de área úmida que ocorre em regiões temperadas ao longo do globo, majoritariamente no hemisfério norte (Greenberg *et al.* 2006). São dominados pela vegetação herbácea tolerante à salinidade, principalmente do gênero *Spartina* (Doody 2001, Greenberg 2006). Em função da sua dinâmica de águas, os brejos salinos fornecem recursos alimentares abundantes às espécies que o habitam (Burger 1985). Gedan *et al.* [2011] considera estes ecossistemas como, talvez, os mais importantes e principais no mundo. Além de serem ambientes vulneráveis às mudanças climáticas (Hartig *et al.* 2002, Gedan *et al.* 2009, Woodrey *et al.* 2012, Smith 2014).

O aumento do nível do mar e das temperaturas, além das mudanças na precipitação e no fluxo da água irão representar impactos significativos nos ambientes estuarinos e criarão ondas de inundação (Marengo 2006). Modelos de mudanças climáticas preveem que o nível do mar aumentará em até 0,74 m ou até 1,31 m entre 2080 e 2100 (Church & White 2006, IPCC 2022, Mengel *et al.* 2016). Isso poderia levar a uma redução drástica do habitat de espécies estuarinas, que são mais suscetíveis e vulneráveis às mudanças do nível do mar (Erwin *et al.* 2006, IPCC 2007). A elevação do nível do mar, que já somou 0,19 m entre 1901 e 2010 (IPCC 2014), pode eliminar cerca de 1% dos manguezais por ano, mas o impacto pode ser ainda mais grave se a sedimentação nos estuários não elevar a altura do solo em proporção equivalente (Erwin *et al.* 2006, Takekawa *et al.* 2006). Outros impactos diversos das mudanças climáticas também podem ser esperados diretamente nas comunidades de aves, como incompatibilidades na fenologia reprodutiva e migratória (Dunn e Winkler 1999, Marra *et al.* 2005, Gordo 2007, Møller *et al.* 2010).

Recentemente, uma porção dos brejos salinos de parte do sul e sudeste do Brasil foi definida como brejos salinos subtropicais (Bornschein *et al.* 2017). Esses ambientes

ocorrem em associação aos manguezais em regiões com influência direta da maré, havendo domínio das espécies herbáceas piri (*Schoenoplectus californicus*) e cebolama (*Crinum americanum*), com mínima presença de *Spartina* spp. (Reinert *et al.*, 2007, Bornschein *et al.*, 2017). Os brejos salinos subtropicais ocorrem pelo menos desde o litoral centro-sul do Estado de São Paulo ao litoral norte de Santa Catarina,. Mesmo com a pequena área, abrigam espécies endêmicas, como o bicudinho-do-brejo (*Formicivora acutirostris*) considerado EN (em perigo) no Paraná e NT (Quase ameaçado) pela IUCN (IUCN 2012).

Devido aos desafios da vida palustre (como a salinidade e a dinâmica das águas), quando comparados a outros ambientes, os brejos salinos abrigam relativamente menor diversidade de aves (Greenberg & Maldonado 2006). Os mesmos desafios fazem com que grande proporção das espécies residentes de brejos salinos seja endêmica, especializada e restrita a esse tipo de habitat (Greenberg & Maldonado 2006). Ainda assim, as comunidades de aves de brejos salinos são diversas, se alterando regionalmente (Greenberg & Maldonado 2006).

Entender os padrões de presença, abundância e diversidade das espécies de aves é uma questão básica para o entendimento das comunidades (Sarah *et al.* 2020). Ainda, o levantamento e monitoramento da ornitofauna são maneiras de se identificar ameaças, uma vez que as aves são ótimos bioindicadores (Verner 1981), alterando sua composição em resposta a alterações ambientais de ordem natural e antrópica (Parody *et al.* 2000, Whitman *et al.* 1998, Furness & Greenwood 1993, Turner 1996). A rápida resposta das aves de brejos permite planejar antecipadamente possíveis ações de manejo necessárias para a conservação das populações ameaçadas (Xiuzhong *et al.* 2021).

Considerando a singularidade e vulnerabilidade deste ambiente, o objetivo do presente estudo é avaliar as possíveis variações espaciais e temporais da ornitofauna em duas áreas de brejos salinos subtropicais na baía de Guaratuba. Os objetivos específicos são calcular o índice pontual de abundância (IPA) e Frequência de ocorrência (FO) das espécies; caracterizar as espécies quanto ao seu hábito e status de ocorrência; verificar possíveis flutuações populacionais e realizar comparações entre os sítios amostrais.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

A área do estudo é a baía de Guaratuba, Paraná, litoral Sul do Brasil, na qual dois sítios foram amostrados, sendo um deles a Ilha do Jundiaquara (c. 25°52'28"S, 48°45'33"W) que fica localizada mais à montante do rio São João, com baixa salinidade e o outro a Ilha da Folharada (c. 25°52'00"S, 48°43'26"W), localizada mais à jusante do mesmo rio, com maior salinidade. A vegetação das áreas estudadas é predominantemente herbácea, conhecida como "brejo de maré", com dominância de samambaia-do-brejo (*Acrostichum danaefolium*), cebolama (*Crinum americanum*), capim-serra (*Cladium jamaicense*), fuirena (*Fuirena robusta*), piri (*Schoenoplectus californicus*) e taboa (*Typha domingensis*), tendo a ocorrência de formações arbóreas com estrato inferior herbáceo, sendo que na Ilha do Jundiaquara, a formação é de guanandizal (*Calophyllum brasiliense*) com herbáceas e na Ilha da Folharada é de manguezal (*Laguncularia racemosa*) com herbáceas (*sensu* Reinert *et al.* 2007, Bornschein *et al.* 2017).

2.2 Clima

O clima da área é Úmido Subtropical (Cfa) segundo o sistema de classificação de Koeppen, sendo chuvoso, temperado e moderadamente quente (Vanhoni & Mendonça 2008). A precipitação média anual é de 2.300 mm e a temperatura média anual é 20 °C. No trimestre mais quente, a temperatura média é de 23 °C e a precipitação média é de 800 mm. Já no trimestre mais frio, a temperatura média é de 15-17 °C e a pluviosidade média é de 280 mm (Vanhoni & Mendonça 2008).

2.3 Censos

Amostragens quantitativas foram feitas mensalmente, de outubro de 2011 a agosto de 2018, além de amostragens efetuadas em agosto e setembro de 2022, mediante pontos fixos de censos ("pontos de escuta") (adaptado de Bibby *et al.* 1998). Os censos foram efetuados em dois sítios, cada qual com seis pontos de amostragem, sendo um sítio a ilha da Folharada e adjacências e outro a ilha do Jundiaquara e adjacências (Figura 1). Antes de iniciar as amostragens, delimitamos o centro do ponto com uma estaca, na qual fixamos uma fita colorida para identificação. Demarcamos o caminho mais rápido para se chegar ao centro do ponto. Praticamos a distância de 50 m com uso de uma trena de 50 m, fixando uma ponta na estaca ao centro do ponto e percorrendo toda a circunferência

do ponto com a trena esticada (Figura 2). As amostragens iniciaram no nascer do sol se estendendo no máximo até as 10h30min. Cada sítio foi amostrado em um dia. Cada ponto foi amostrado por 15 min (c. 223,5 horas de censos). O tempo de deslocamento entre pontos variou de 10 a 30 min, dependendo de condições de maré para a navegabilidade.

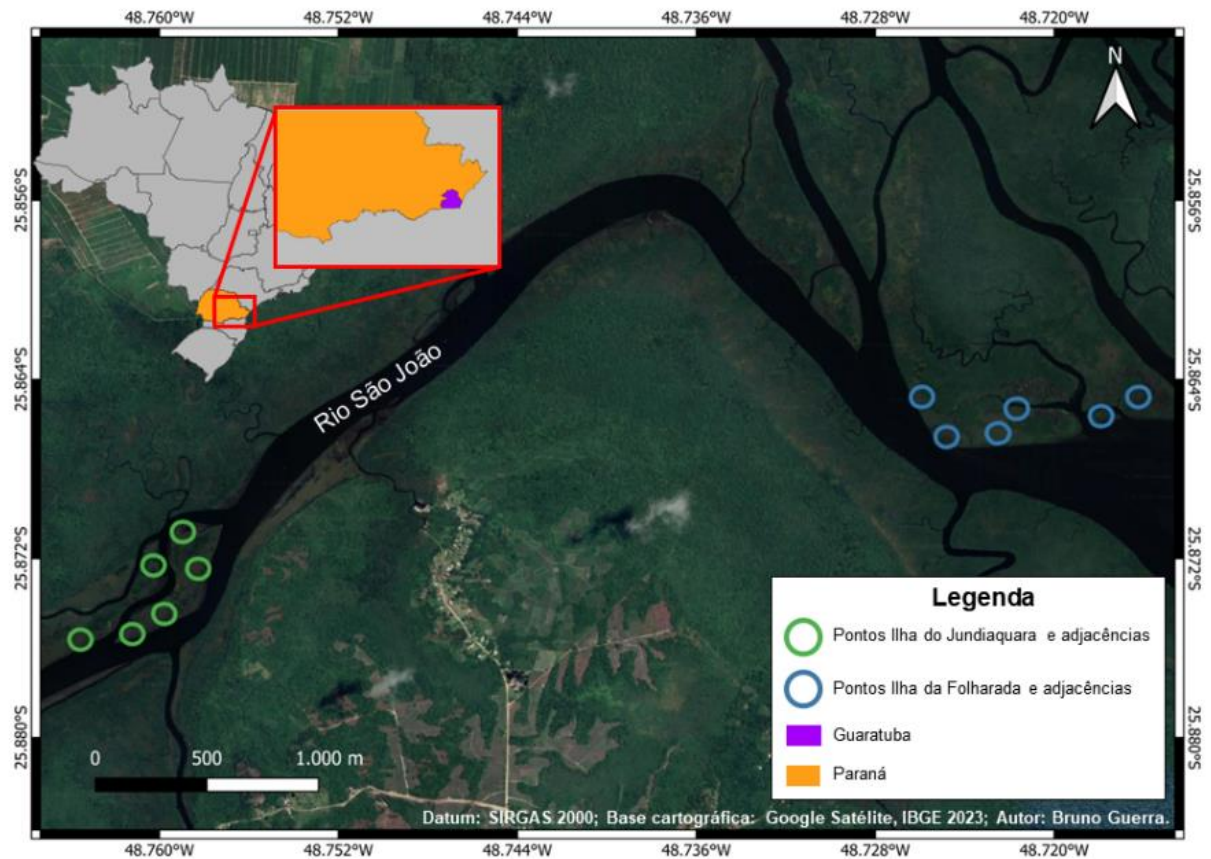


Figura 1. Localização dos pontos fixos de censos efetuados em brejos salinos subtropicais e ambientes arbóreos associados na baía de Guaratuba, Paraná, Sul do Brasil. O conjunto de círculos verdes representa o setor amostrado mais à montante do rio São João, enquanto o de círculos azuis representa o setor amostrado mais à jusante desse rio.

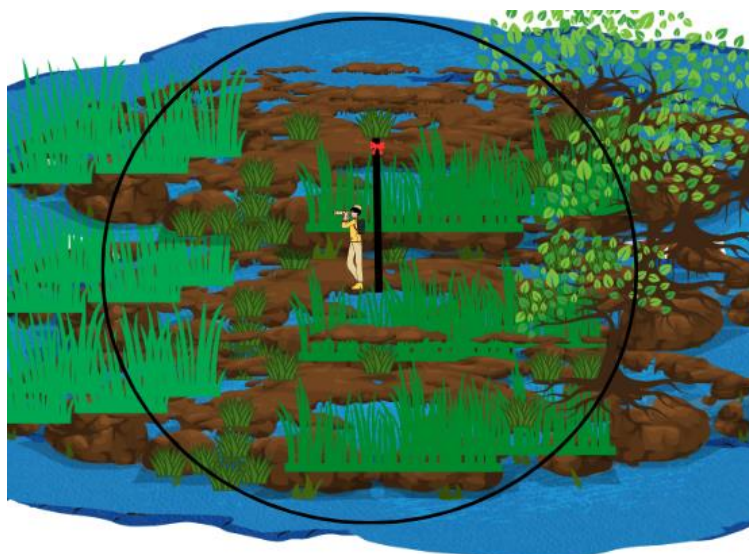


Figura 2. Esquema exemplificado do método de pontos de escuta.

2.4 Rarefação e cálculo do Índice Pontual de Abundância (IPA)

Para assegurar que a diferença apresentada na amostragem entre os anos de estudo e que a menor amostragem no ano de 2022 não interfira nas observações levantadas neste trabalho, realizamos uma curva de rarefação.

O Índice Pontual de Abundância (IPA) foi calculado para cada espécie. Este se refere ao valor obtido da razão do número total de registros de cada espécie pelo número total de amostras (Blondel 1970, Vielliard *et al.* 2010) Também foi feito o cálculo de IPA das espécies para ambos os sítios, além do IPA das espécies para cada ano de censo.

2.6 Categorização dos hábitos, frequência e status de ocorrência

As espécies foram classificadas quanto ao hábito e status de ocorrência segundo Bornschein, 2001. Calculamos também a frequência de cada espécie, que é o percentual obtido dos censos com ocorrência divididos pelo número total de censos. Foi levada em consideração a frequência de registros de cada espécie para classificá-las como “Muito Frequente”, “Frequente”, “Infrequente” e “Escasso” nos quesitos que definimos (Tabela 1).

Tabela 1. Critérios para categorização das espécies quanto a seu hábito, frequência e status de ocorrência.

Hábito	Descrição
Aquático	Quando a espécie obtém a maior parte de seus recursos na água.
Aéreo	Quando a espécie foi registrada predominantemente voando

e que obtém todo ou grande parte do recurso alimentar em voo.

Palustre	Quando os hábitos da espécie (alimentação, reprodução, etc.) têm relação direta com a vegetação herbácea do brejo.
Campestre	Quando a espécie se reproduz ou supostamente reproduz em formações abertas tal qual campos, incluindo os úmidos, e que obtém todo ou grande parte do seu alimento na vegetação herbácea ou no subsolo das áreas com essa vegetação.
Florestal	Quando a espécie se reproduz em formações arbóreas e delas obtém todo ou grande parte de seus recursos alimentares, exceto no mangue, utilizando a própria vegetação ou o solo.
Semi Florestal	Similar ao anterior, porém, se utiliza também de outros ambientes para reprodução e/ ou busca por recursos.

Frequência	Descrição
Muito frequente	Quando o percentual da frequência de ocorrência censos foi maior que 75,1%.
Frequente	Quando o percentual da frequência de ocorrência censos variou de 35,1% até 75%.
Infrequente	Quando o percentual da frequência de ocorrência censos foi de 12,1% até 35%.
Escassa	Quando o percentual da frequência de ocorrência censos foi até 12%.

Status de Ocorrência	Descrição
Residente	Quando a espécie se reproduz ou supostamente reproduza nos brejos.
Visitante	Quando a espécie se reproduz em outro(s) ambiente(s) próximo(s) dos brejos estudados e utiliza dos brejos para pouso, refúgio ou alimentação.
Acidental	Quando a ocorrência em brejos não é esperada.
Migrante do Norte	Quando a espécie se reproduz em região distante ao norte

dos brejos estudados e utiliza esses ambientes em movimento migratório.

Migrante do Sul Semelhante à anterior, porém devem se reproduzir em região distante ao sul dos brejos estudados.

Migrante altitudinal Quando a espécie ocorre no período invernal, sem indícios de origem por contingentes populacionais vindos o sul da área de estudo, mas sim do planalto.

Indeterminado Quando não se soube a qual dos status anteriores pertence.

3. Resultados

A curva de rarefação, revela que mesmo com a diferença de amostragem entre todos os anos, principalmente no ano de 2022 que foram realizadas duas coletas, os dados tendem à assíntota (Figura 3). Registramos 120 espécies de aves incluídas em 35 famílias (Tabela 2), das quais as mais ricas em espécies foram Tyrannidae (19 espécies), Thraupidae (13 espécies), Hirundinidae (10 espécies), Icteridae e Ardeidae (ambas com nove espécies).

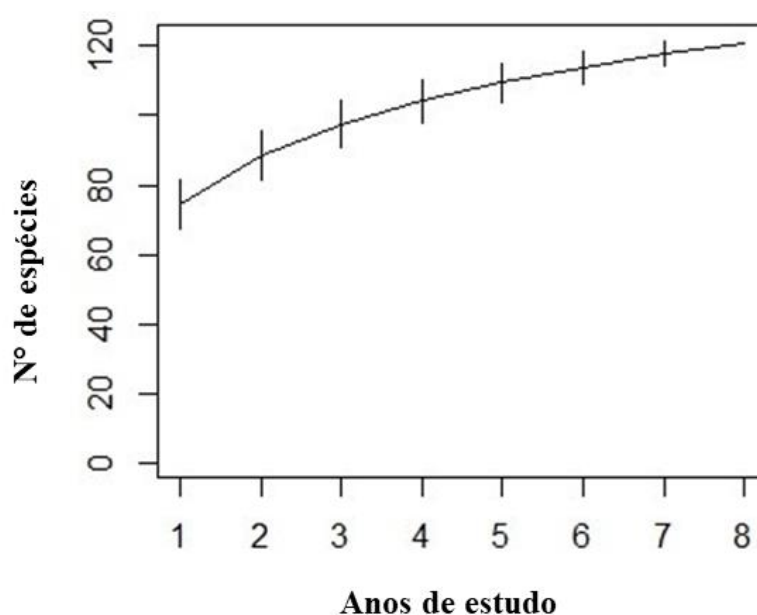


Figura 3. Curva de Rarefação. Anos de estudo: 1 = outubro de 2011 a setembro de 2012; 2 = outubro de 2012 a setembro de 2013; 3 = outubro de 2013 a setembro de 2014; 4 = outubro de 2014 a setembro de 2015; 5 = outubro de 2015 a setembro de 2016; 6 = outubro de 2016 a setembro de 2017; 7 = outubro de 2017 a agosto de 2018; 8 = agosto e setembro de 2022.

Cinco espécies foram consideradas como muito frequentes, a saber: bicudinho-do-brejo (*Formicivora acutirostris*) (registrado em 100% dos censos), saracura-sanã (*Pardirallus nigricans*) registrado em 98% dos censos, pia-cobra (*Geothlypis aequinoctialis*) registrado em 95,3% dos censos, papa-piri (*Tachuris rubrigastra*) registrado em 90,6% dos censos e sargento (*Agelasticus thilius*) registrado em 89,9% dos censos. Seis espécies foram consideradas frequentes, como bate-bico (*Phleocryptes melanops*) registrado em 59,7% dos censos, 12 espécies foram consideradas infrequentes,

como joão-pobre (*Serpophaga nigricans*) registrado em 47,7% dos censos. Por fim, 97 espécies foram consideradas escassas, como tricolino-oliváceo (*Pseudocolopteryx acutipennis*), registrado em 0,7% dos censos (Tabela 2).

Quanto ao *status* de ocorrência, consideramos 42 espécies como sendo visitantes, 39 como tendo ocorrência accidental, 26 espécies como sendo residentes, nove como migratórias, sendo quatro do hemisfério norte, quatro do sul e uma migrante altitudinal, e finalmente cinco como tendo *status* de ocorrência indeterminado (Figura 4). Quanto ao hábito, consideramos 36 espécies como florestais, 30 como semi-florestais, 23 como palustres, 16 como aquáticas, 12 como de hábito aéreo e quatro como campestres (Figura 4).

As espécies mais abundantes foram andorinha-de-bando (*Hirundo rustica*) (IPA geral = 3,438), saracura-sanã (*P. nigricans*) (IPA geral = 1,752), bicudinho-do-brejo (*F. acutirostris*) (IPA geral = 1,706), sargento (*A. thilius*) (IPA geral = 1,115) papa-piri (*T. rubrigastra*) (IPA geral = 0,729) e pia-cobra (*Geothlypis aequinoctialis*) (IPA geral = 0,649) (Figura 5-A).

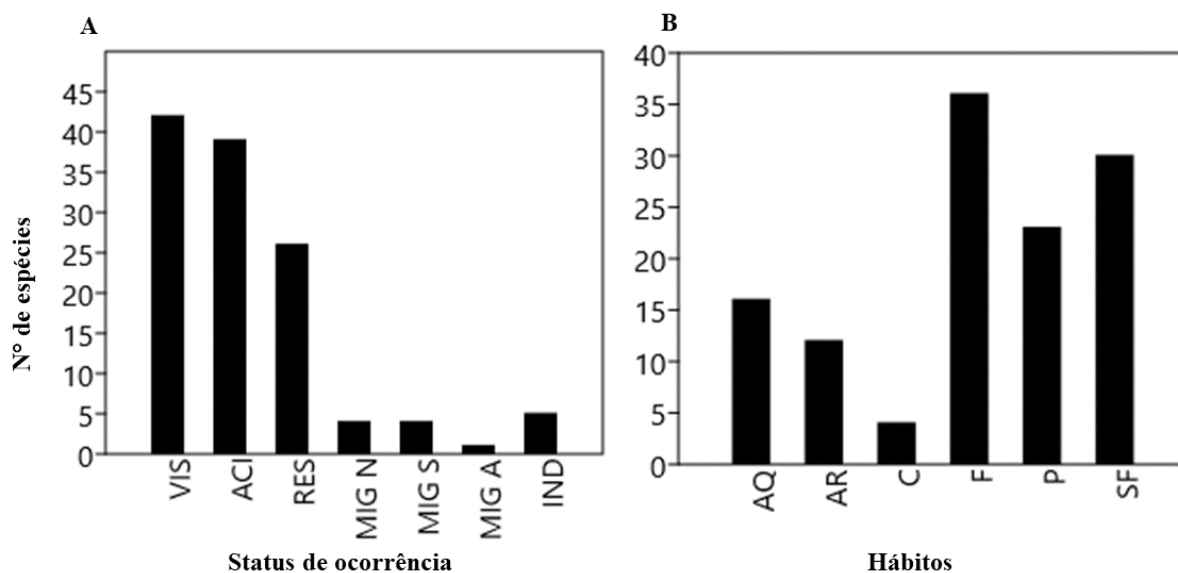


Figura 4. Gráficos de Status de ocorrência (A) e Hábitos (B). Abreviações: VIS= visitante, ACI= accidental, RES= residente, MIG N= migrante do norte, MIG S= migrante do sul, MIG A= migrante altitudinal, IND= indeterminado, AQ= aquático, AR= aéreo, C= campestre, F= florestal, P= palustre, SF= semi-florestal.

Tabela 2. Espécies de aves registradas nos censos em brejos salinos subtropicais e ambientes arbóreos associados na baía de Guaratuba, Paraná, litoral Sul do Brasil. Abreviações: V = visitante; I = indeterminado; A = acidental; M N = migrante do norte; M S = migrante do sul; M A = migrante altitudinal; R = residente; P = palustre; Aq = aquático; F = florestal; SF = semi florestal; C = campestre; Ar = aéreo. Símbolo: "+" = com confirmação de reprodução. Taxonomia conforme Pacheco *et al.* (2021).

Família / Espécie	Frequência		Status	Hábito	IPA		
	%	Categoria			Total	Mont	Jus
Anatidae							
Cairina moschata	0,69%	E	A	Aq	0,001	0,000	0,002
Amazonetta brasiliensis	2,76%	E	V	Aq	0,006	0,011	0,000
Odontophoridae							
Odontophorus capueira	0,69%	E	A	F	0,001	0,000	0,002
Phalacrocoracidae							
Nannopterum brasilianum	2,07%	E	V	Aq	0,006	0,002	0,009
Ardeidae							
Tigrisoma lineatum	3,45%	E	V	Aq	0,006	0,000	0,014
Botaurus pinnatus	0,69%	E	A	P	0,001	0,000	0,002
Ixobrychus exilis +	37,93%	F	R	P	0,094	0,113	0,074
Ixobrychus involucris	1,38%	E	R	P	0,002	0,000	0,005
Butorides striata	20,00%	IF	V	Aq	0,063	0,002	0,124
Ardea cocoi	5,52%	E	V	Aq	0,009	0,004	0,014
Ardea alba	7,59%	E	V	Aq	0,016	0,004	0,027
Egretta thula	12,41%	IF	V	Aq	0,028	0,007	0,050
Egretta caerulea	13,10%	IF	V	Aq	0,036	0,016	0,056
Threskiornithidae							
Eudocimus ruber	1,38%	E	V	Aq	0,023	0,000	0,086
Phimosus infuscatus	4,14%	E	V	Aq	0,022	0,009	0,036
Cathartidae							
Coragyps atratus	1,38%	E	A	Ar	0,006	0,004	0,007
Accipitridae							
Circus buffoni	0,69%	E	V	P	0,002	0,000	0,005
Urubitinga urubitinga	1,38%	E	V	SF	0,002	0,004	0,000
Falconidae							
Milvago chimachima	1,38%	E	V	SF	0,002	0,002	0,002

Família / Espécie	Frequência		Status	Hábito	IPA		
	%	Categoria			Total	Mont	Jus
Aramidae							
<i>Aramus guarauna</i>	1,38%	E	A	P	0,002	0,004	0,000
Rallidae							
<i>Rallus longirostris</i> +	4,14%	E	R	P	0,011	0,022	0,000
<i>Aramides cajaneus</i> +	11,03%	E	I	SF	0,032	0,000	0,065
<i>Laterallus melanophaius</i>	1,38%	E	A	P	0,002	0,000	0,005
<i>Pardirallus nigricans</i> +	97,93%	+ F	R	P	1,752	2,469	1,126
<i>Gallinula galeata</i> +	10,34%	E	R	Aq	0,020	0,013	0,032
Charadriidae							
<i>Vanellus chilensis</i>	6,90%	E	V	Aq	0,027	0,000	0,054
Laridae							
<i>Larus dominicanus</i>	0,69%	E	A	Aq	0,002	0,000	0,005
Columbidae							
<i>Columbina talpacoti</i>	0,69%	E	A	SF	0,002	0,004	0,000
<i>Patagioenas picazuro</i>	5,52%	E	V	SF	0,012	0,009	0,018
<i>Patagioenas cayennensis</i>	3,45%	E	V	F	0,007	0,011	0,002
<i>Patagioenas plumbea</i>	4,14%	E	V	F	0,008	0,000	0,016
<i>Leptotila rufaxilla</i>	0,69%	E	A	F	0,001	0,000	0,002
<i>Leptotila verreauxi</i>	2,07%	E	V	F	0,004	0,004	0,005
Tytonidae							
<i>Tyto furcata</i>	0,69%	E	A	SF	0,001	0,002	0,000
Trogonidae							
<i>Trogon viridis</i>	0,69%	E	A	F	0,001	0,000	0,002
Trochilidae							
<i>Florisuga fusca</i>	4,14%	E	V	F	0,018	0,036	0,000
<i>Chionomesa fimbriata</i> +	34,48%	IF	R	SF	0,088	0,093	0,086
Alcedinidae							
<i>Chloroceryle amazona</i>	2,76%	E	V	Aq	0,004	0,009	0,002
<i>Chloroceryle americana</i>	15,17%	IF	V	Aq	0,034	0,007	0,063
Picidae							
<i>Picumnus temminckii</i> +	13,10%	IF	R	F	0,028	0,056	0,002
<i>Veniliornis spilogaster</i>	1,38%	E	A	F	0,003	0,004	0,002
<i>Celeus flavescens</i>	2,76%	E	V	F	0,004	0,002	0,007

Família / Espécie	Frequência		Status	Hábito	IPA		
	%	Categoria			Total	Mont	Jus
<i>Campephilus robustus</i>	0,69%	E	A	F	0,001	0,002	0,000
Thamnophilidae							
<i>Formicivora acutirostris</i> +	100%	+ F	R	P	1,706	2,244	1,227
<i>Thamnophilus caerulescens</i>	4,83%	E	V	F	0,008	0,004	0,014
Xenopidae							
<i>Xenops minutus</i>	0,69%	E	A	F	0,002	0,000	0,005
Furnariidae							
<i>Furnarius rufus</i>	0,69%	E	A	C	0,001	0,002	0,000
<i>Phleocryptes melanops</i> +	59,31%	F	R	P	0,555	0,053	1,108
<i>Certhiaxis cinnamomeus</i> +	28,28%	IF	R	P	0,078	0,051	0,106
Oxyruncidae							
<i>Oxyruncus cristatus</i>	0,69%	E	A	F	0,001	0,000	0,002
Platyrinchidae							
<i>Platyrinchus mystaceus</i>	0,69%	E	A	F	0,001	0,000	0,002
Tachuridae							
<i>Tachuris rubrigastra</i> +	92,41%	+ F	R	P	0,729	0,387	1,090
Rhynchocyclidae							
<i>Mionectes rufiventris</i>	0,69%	E	A	F	0,001	0,000	0,002
<i>Phylloscartes kronei</i>	17,24%	IF	V	SF	0,035	0,067	0,002
Tyrannidae							
<i>Camptostoma obsoletum</i>	17,24%	IF	V	SF	0,029	0,031	0,027
<i>Elaenia flavogaster</i>	1,38%	E	A	SF	0,004	0,009	0,000
<i>Elaenia obscura</i> +	28,97%	IF	R	SF	0,081	0,131	0,029
<i>Phyllomyias fasciatus</i>	15,86%	IF	M A	SF	0,075	0,000	0,162
<i>Pseudocolopteryx acutipennis</i>	0,69%	E	M S	P	0,001	0,000	0,002
<i>Pseudocolopteryx flaviventris</i>	11,03%	E	M S	P	0,023	0,016	0,041
<i>Serpophaga nigricans</i> +	48,28%	F	R	P	0,148	0,107	0,194
<i>Serpophaga subcristata</i>	0,69%	E	A	P	0,001	0,000	0,002
<i>Pitangus sulphuratus</i> +	68,97%	F	R	SF	0,342	0,176	0,547
<i>Myiodynastes maculatus</i>	0,69%	E	A	F	0,001	0,000	0,002
<i>Megarynchus pitangua</i>	0,69%	E	A	F	0,001	0,002	0,000

Família / Espécie	Frequência		Status	Hábito	IPA		
	%	Categoria			Total	Mont	Jus
<i>Myiozetetes similis</i> +	24,83%	IF	R	SF	0,085	0,018	0,167
<i>Tyrannus melancholicus</i>	19,31%	IF	V	SF	0,064	0,111	0,016
<i>Tyrannus savana</i>	2,07%	E	A	C	0,004	0,009	0,000
<i>Empidonomus varius</i>	0,69%	E	A	F	0,001	0,002	0,000
<i>Myiophobus fasciatus</i> +	31,03%	IF	R	SF	0,082	0,124	0,045
<i>Arundinicola leucocephala</i>	0,69%	E	A	P	0,001	0,000	0,002
<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	0,69%	E	A	F	0,001	0,002	0,000
<i>Satrapa icterophrys</i>	1,38%	E	A	SF	0,002	0,002	0,002
Vireonidae							
<i>Vireo olivaceus</i>	6,90%	E	V	F	0,012	0,024	0,000
Corvidae							
<i>Cyanocorax caeruleus</i>	0,69%	E	A	F	0,009	0,018	0,000
Hirundinidae							
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	59,31%	F	V	Ar	0,481	0,442	0,536
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	17,93%	IF	V	Ar	0,066	0,082	0,050
<i>Progne tapera</i>	16,55%	IF	V	Ar	0,176	0,267	0,083
<i>Progne chalybea</i>	20,00%	IF	V	Ar	0,047	0,060	0,034
<i>Tachycineta leucorrhoa</i>	6,90%	E	V	Ar	0,022	0,033	0,011
<i>Tachycineta leucopyga</i>	5,52%	E	M S	Ar	0,017	0,020	0,014
<i>Riparia riparia</i>	2,76%	E	M N	Ar	0,006	0,002	0,009
<i>Hirundo rustica</i>	42,76%	F	M N	Ar	3,438	1,938	4,959
<i>Alopochelidon fucata</i>	0,69%	E	A	Ar	0,009	0,000	0,018
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	2,07%	E	M N	Ar	0,011	0,000	0,023
Troglodytidae							
<i>Troglodytes musculus</i>	1,38%	E	A	SF	0,002	0,002	0,002
<i>Cantorchilus longirostris</i>	21,38%	IF	R	SF	0,050	0,073	0,029
Turdidae							
<i>Turdus flavipes</i>	2,76%	E	V	F	0,007	0,000	0,014
<i>Turdus rufiventris</i>	13,79%	IF	V	F	0,028	0,016	0,050
<i>Turdus amaurochalinus</i> +	55,86%	F	R	SF	0,249	0,162	0,367
<i>Turdus albicollis</i>	1,38%	E	A	F	0,002	0,004	0,000
Thraupidae							
<i>Saltator similis</i>	0,69%	E	A	F	0,001	0,002	0,000

Família / Espécie	Frequência		Status	Hábito	IPA		
	%	Categoria			Total	Mont	Jus
<i>Tachyphonus coronatus</i>	1,38%	E	A	F	0,002	0,004	0,000
<i>Ramphocelus bresilia</i> +	73,79%	F	R	SF	0,353	0,480	0,232
<i>Tangara cyanocephala</i>	0,69%	E	A	F	0,001	0,000	0,002
<i>Thraupis sayaca</i>	19,31%	IF	V	F	0,062	0,104	0,018
<i>Thraupis cyanoptera</i>	2,07%	E	V	F	0,004	0,007	0,002
<i>Stilpnia peruviana</i>	1,38%	E	V	SF	0,002	0,002	0,002
<i>Dacnis cayana</i>	2,07%	E	V	F	0,004	0,004	0,005
<i>Conirostrum bicolor</i> +	36,55%	IF	R	SF	0,123	0,007	0,245
<i>Sporophila collaris</i>	4,14%	E	V	P	0,007	0,007	0,007
<i>Sporophila caeruleus</i> +	28,28%	IF	R	C	0,125	0,227	0,025
<i>Sporophila angolensis</i>	4,83%	E	I	SF	0,012	0,049	0,005
<i>Asemospiza fuliginosa</i>	0,69%	E	A	SF	0,001	0,002	0,000
Parulidae							
<i>Setophaga pitiauyumi</i> +	40,69%	F	R	SF	0,114	0,202	0,034
<i>Geothlypis aequinoctialis</i> +	95,17%	+ F	R	P	0,649	0,667	0,671
<i>Basileuterus culicivorus</i>	2,07%	E	V	F	0,003	0,004	0,002
Icteridae							
<i>Cacicus haemorrhous</i>	13,79%	IF	V	F	0,049	0,020	0,079
<i>Agelasticus cyanopus</i> +	71,72%	F	R	P	0,291	0,400	0,191
<i>Agelasticus thilius</i> +	89,66%	+ F	R	P	1,115	0,407	1,878
<i>Chrysomus ruficapillus</i>	8,97%	E	M S	P	0,124	0,038	0,234
<i>Agelaioides badius</i>	0,69%	E	A	SF	0,009	0,018	0,000
<i>Molothrus oryzivorus</i>	2,07%	E	I	SF	0,093	0,151	0,041
<i>Molothrus bonariensis</i> +	41,38%	F	R	SF	0,232	0,200	0,266
<i>Leistes superciliaris</i>	2,76%	E	I	C	0,048	0,080	0,016
<i>Dolichonyx oryzivorus</i>	0,69%	E	M N	P	0,001	0,002	0,000
Fringillidae							
<i>Spinus magellanicus</i>	0,69%	E	A	SF	0,001	0,002	0,000
<i>Euphonia violacea</i>	0,69%	E	A	F	0,001	0,000	0,002
<i>Euphonia cyanocephala</i>	0,69%	E	A	F	0,001	0,002	0,000
<i>Euphonia pectoralis</i>	2,76%	E	V	F	0,004	0,004	0,005

3.1 Diferenças na comunidade montante e jusante

Na região a montante, registramos 92 espécies e, na jusante, 96, das quais 24 e 28 foram exclusivas de cada setor do rio, respectivamente. Dentre as espécies frequentes e muito frequentes na área de estudo, as abundâncias de algumas variaram a montante e jusante (Figura 5 B-C). Foram o dobro, ou aproximadamente o dobro, mais abundantes a montante *Pardirallus nigricans* (IPA a montante e jusante 2,46 x 1,12), *Formicivora acutirostris* (IPA a montante e jusante 2,24 x 1,22) e *Ramphocelus bresilia* (IPA a montante e jusante 0,48 x 0,23). Dentre as espécies com a abundância pelo menos duas vezes maior a jusante estão *Phleocryptes melanops* (IPA a jusante e montante 1,10 x 0,05), *Tachuris rubrigastra* (IPA a jusante e montante 1,09 x 0,38), *Hirundo rustica* (IPA a jusante e montante 4,95 x 1,93), *Turdus amaurochalinus* (IPA a jusante e montante 0,36 x 0,16) e *Agelasticus thilius* (IPA a jusante e montante 1,87 x 0,40). Ainda entre espécie frequentes e muito frequentes, houveram algumas com abundâncias similares a montante e jusante, como *Ixobrychus exilis* (IPA a montante e jusante 0,11 x 0,07), *Pygochelidon cyanoleuca* (IPA a montante e jusante 0,44 x 0,53), *Geothlypis aequinoctialis* (IPA a montante e jusante 0,66 x 0,67) e *Molothrus bonariensis* (IPA a montante e jusante 0,20 x 0,26) (Tabela 2).

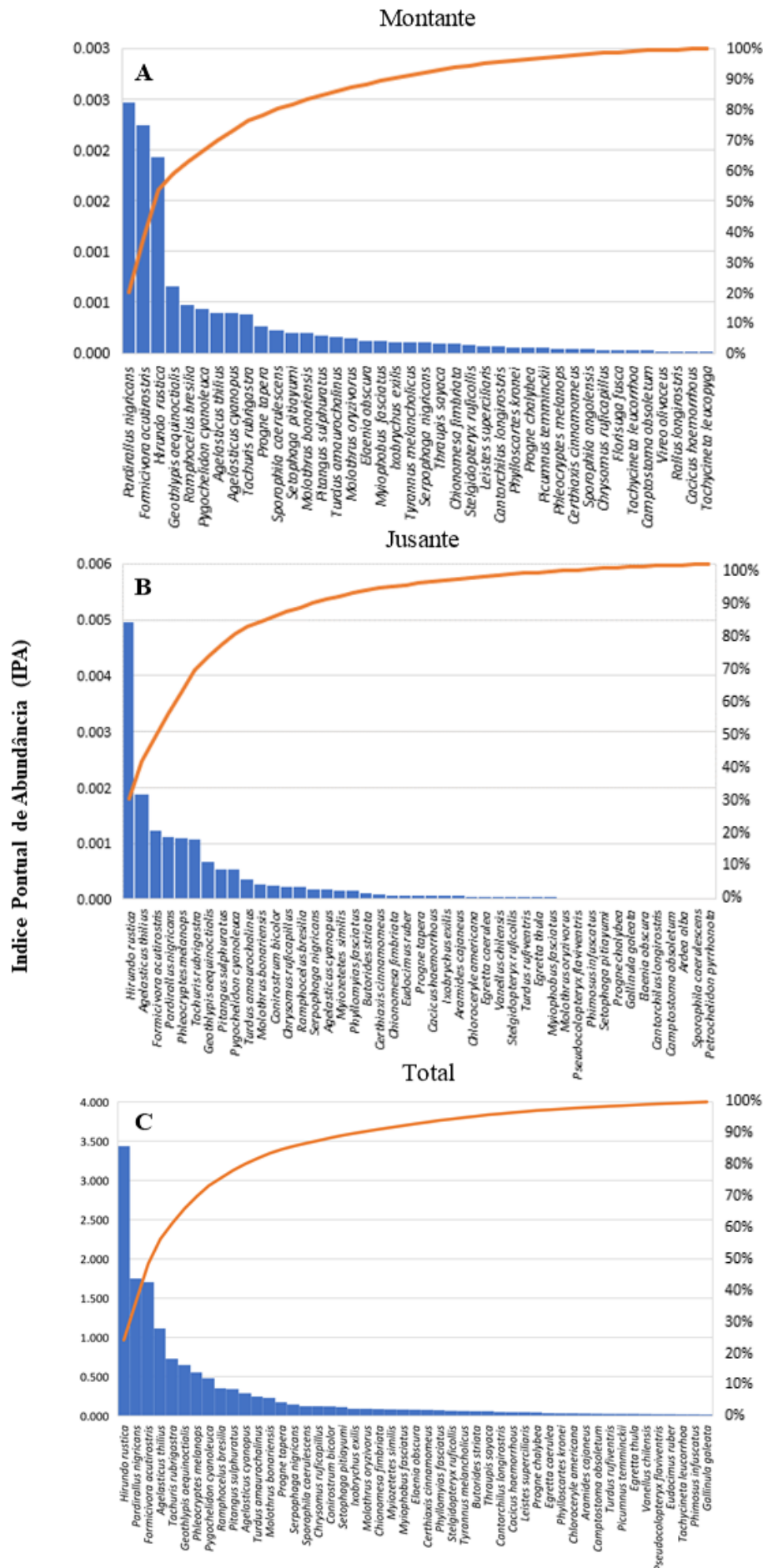


Figura 5. Gráficos do índice pontual de abundância das principais espécies registradas no estudo. A: índice pontual de abundância total das principais espécies; B: índice pontual de abundância das principais espécies a jusante; c: índice pontual de abundância das principais espécies a montante.

3.2 Flutuações

Constatamos declínios populacionais de quatro espécies ao longo dos anos de censos, a saber: *Serpophaga nigricans*, *Tachuris rubrigastra*, *Hirundo rustica* e *Agelasticus thilius* (Figura 6 A-D). Também ocorreu declínio populacional de *Phleocryptes melanops* (Figura 6 G), com uma aparente recuperação parcial em 2022. Duas espécies deixaram de ocorrer na região de estudo, *Rallus longirostris* e *Certhiaxis cinnamomeus* (Figura 6 E, F.). Por fim, *Sporophila angolensis* passou a ser registrada a partir de 2015, com considerável aumento de abundância em 2022 (Figura 6 H). Devido às diferenças no esforço amostral no início e final do período dos censos, alguns declínios ou aumentos na abundância estão tratados como “aparente” e “considerável”.

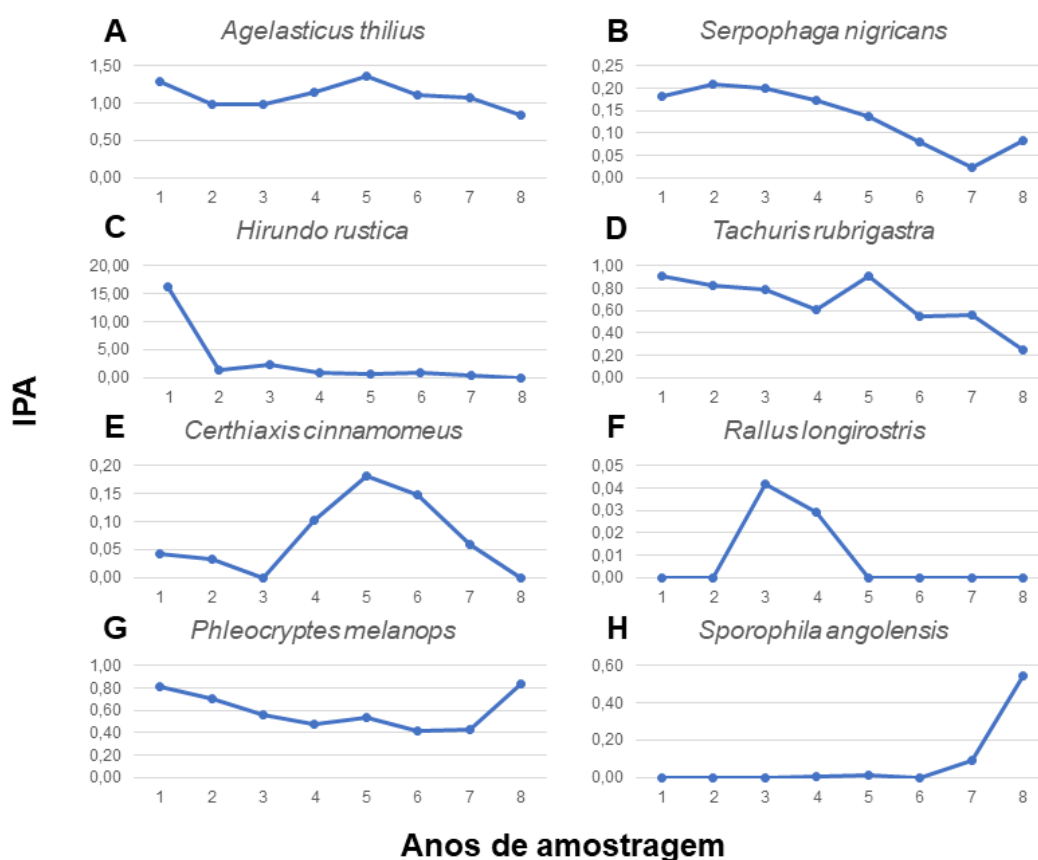


Figura 6. Flutuações na abundância de espécies em brejos salinos subtropicais e ambientes arbóreos associados na baía de Guaratuba, Paraná, Sul do Brasil. IPA = índice pontual de abundância. Anos de

amostragem: 1 = outubro de 2011 a setembro de 2012; 2 = outubro de 2012 a setembro de 2013; 3 = outubro de 2013 a setembro de 2014; 4 = outubro de 2014 a setembro de 2015; 5 = outubro de 2015 a setembro de 2016; 6 = outubro de 2016 a setembro de 2017; 7 = outubro de 2017 a agosto de 2018; 8 = agosto e setembro de 2022.

4 Discussão

4.1 Acurácia dos censos

Os censos revelaram variações nos IPAs das espécies, como é de se esperar, mas o número médio resultante por espécie pode ser comparado com a abundância conhecida de *Formicivora acutirostris*, espécie endêmica da região e estudada desde 1995. Mediante anilhamento de indivíduos e monitoramento constante de longo prazo, detectou-se abundância média de 2,81 indivíduos por ha a montante e de 1,41 indivíduo por ha a jusante (Bornschein 2013), enquanto os censos revelaram densidade de 2,24 indivíduos por ha a montante e 1,22 indivíduo por ha a jusante (Tabela 2; a área de cada polígono de censo equivale a 0,78 ha). Essas diferenças revelaram 20,28% e 13,47% menos abundância de indivíduos nos censos a montante e jusante, respectivamente, do que estimado por Bornschein (2013). A diferença pode residir na dificuldade de contabilização de indivíduos satélites (indivíduos não territoriais) de *F. acutirostris* nos censos, pois o pesquisador permanece fixo ao centro do ponto enquanto satélites se deslocam normalmente silenciosos (Bornschein *et al.* 2015). Além disso, podemos levar em consideração também a posição em que o ponto está, se está no centro do território, nas suas adjacências ou na divisa de territórios.

A presença da água nos ambientes favorece a propagação do som e pode facilmente inflar as contagens de indivíduos. Por vezes escutamos espécies florestais como se estivessem bem próximas ou mesmo dentro do raio de 50 m, mas elas estavam a uma distância mínima de 525 m, onde o ambiente florestal estava mais próximo da posição do pesquisador. Assim, a estimativa de abundância menor de *F. acutirostris* é um aspecto que pode destacar a acurácia do método.

4.2 Riqueza e abundâncias

Determinamos as espécies que reproduzem nesta área com base nos conhecimentos de campo e observações feitas durante os anos de monitoramento da área. Registramos 25 espécies que se reproduzem nos brejos salinos estudados, este número é superior ao registrado em brejos salinos de outras regiões. Greenberg & Maldonato (2006), reportam 21 espécies que se reproduzem nos brejos salinos da América do Sul e 19 em brejos salinos da América do Norte. Estas comparações exigem ressalvas, uma vez que dentre as espécies que temos confirmação de nidificação em brejos salinos, 11 foram consideradas com o hábito palustre e quanto ao hábito semi-florestal este número se

repete. Para os hábitos campestre, aquática e florestal temos a confirmação de nidificação de uma espécie para cada. Desta forma, um comparativo numérico, simplesmente, é adequado que seja feito entre espécies de mesmo hábito e *status* de ocorrência. Já as abundâncias carecem de estudos similares ao presente para permitir comparações.

4.3 Diferenças nas comunidades ao longo do estuário

Parte da diferença na ocorrência de espécies à montante e à jusante pode estar relacionada com o componente arbóreo, no caso dominado por uma espécie característica dos manguezais, a jusante (*Laguncularia racemosa*) e por outra espécie característica de florestas de baixa altitude, a montante (*Calophyllum brasiliense*). Uma espécie de ave típica de manguezais, a saracura-três-potes (*Aramides cajaneus*), por exemplo, foi registrada somente a jusante, enquanto outra de florestas, o gaturamo-rei (*Euphonia cyanocephala*), foi registrada apenas a montante (Tabela 2).

A qualidade do ambiente herbáceo também pode explicar as diferenças na comunidade de aves palustres, em especial as diferenças nas abundâncias a montante e jusante. Na mesma região de estudo, Favretto *et al.* (2022) constataram as preferências no uso do ambiente herbáceo por bate-bico (*P. melanops*) e papa-piri (*T. rubrigastra*). Na fitofisionomia composta por piri (*S. californicus*), as aves selecionaram áreas com densidades intermediárias dessa planta. Em fitofisionomias dominadas por *S. californicus* e *C. americanum*, as aves selecionaram áreas com maior densidade de *C. americanum*, descartando densidades médias e baixas desta herbácea, enquanto a densidade de *S. californicus* não interferiu na preferência (Favretto *et al.* 2022).

As áreas mais à montante são caracterizadas por fitofisionomias dominadas por *S. californicus* ou mesmo pela associação dessa com capim-lixia (*Panicum mertensii*) (MRB, no prelo), ausente à jusante. A montante, também, as fitofisionomias dominadas por *C. americanum* são caracterizadas por menor abundância dessa espécie, visto estar associada com outras herbáceas, em particular fuirena (*Fuirena robusta*), ausentes ou muito raras à jusante (MRB, no prelo).

Em síntese, *P. melanops* e *T. rubrigastra* ocorrem em fitofisionomias com poucas espécies de plantas, típicas dos estágios iniciais de ocupação do sedimento pela flora, o que se verifica em abundância a jusante, enquanto à montante os ambientes são mais antigos na sucessão ecológica, havendo uma maior riqueza de flora e, por sua vez, somente uma diminuta parcela das áreas ocupadas por *P. melanops* e *T. rubrigastra*

(Bornschein 2013, Favretto 2016). Já essa maior densidade de plantas à montante parece beneficiar outras aves palustres, como *F. acutirostris*, que no ambiente dominado por *C. americanum* seleciona para nidificar os pontos onde há uma segunda espécie de planta com grande abundância (Reinert 2008).

Ainda, as diferenças nas comunidades ao longo do estuário podem estar relacionadas com o gradiente de salinidade, na região mais a montante, que está mais afastada do mar e, desta forma, sofre menor influência na salinidade, registramos 92 espécies. Enquanto na região mais a montante, um ambiente que possui maior influência do mar devido a proximidade, registramos 96 espécies. O mesmo pode ser observado por Pierry *et al.* 2019, na Baía de Babitonga, onde após o levantamento de aves em três áreas com diferentes influências de salinidade, registraram 11 espécies na boca da baía, área com maior influência oceânica, 10 espécies na área localizada no interior do estuário, possuindo menor salinidade e 12 espécies na área intermediária entre a boca da baía e o interior do estuário, sofrendo influencia de águas doces e salgadas. No caso, o ambiente intermediário pode oferecer maior quantidade de nichos e recursos para espécies, apesar de ocorrer a sobreposição de espécies entre as áreas (Pierry *et al.* 2019; Hutchinson & MacArthur 1959).

4.4 Flutuações populacionais

Rallus longirostris pode ter desaparecido após a erradicação do capim africano *Urochloa arrecta*, cujas manchas podem ter provido sítio de nidificação isento da competição com *P. nigricans* (Bornschein *et al.* 2022). O curutié (*Certhia cinnamomeus*) foi registrado desde os primeiros anos de censos, porém, houve um aumento na sua abundância e posterior ausência de contatos no ano 7 (amostragens de outubro de 2017 a agosto de 2018) e em 2022 (com amostragens apenas em agosto e setembro). É possível que essa ave também tenha se beneficiado da densidade de *U. arrecta* para fixar o seu grande e pesado ninho de gravetos (da la Peña & Salvador 2016), vale ressaltar que este carece de maiores estudos, uma vez que as amostragens do ano 7 e ano 8 foram menores quando comparadas às outras amostragens, ainda assim a curva de rarefação tende a assíntota, sustentando a utilização destes dados para comparações. Entre 2012 e 2020 ocorreu a remoção desse capim para a restauração dos ambientes de brejos salinos, neste período encontramos um ninho de *C. cinnamomeus* em uma densidade de perfilhos de uma árvoreta de araticum-do-brejo (*Annona glabra*), liberada

do sombreamento de *U.arrecta*, e em folhas dobradas de *S. californicus*, mas a baixa altura. Esse ninho foi alagado pela maré alta (Bornscheinet *al.* 2022). O curió (*Sporophilaangolensis*) teve o seu aparecimento condizente com aumento de abundância em toda a baía de Guaratuba (MRB, dados inéditos), ao que tudo indica pela redução na captura para aprisionamento em gaiolas.

Houve redução dos ambientes de *T. rubrigastra* da ordem de 46,3% na baía de Antonina, 26,9% no rio Nhundiaquara e de 30,4% na baía de Guaratuba e redução dos ambientes de *P. melanops* da ordem de 31,3% no rio Nhundiaquara e 29,5% na baía de Guaratuba de 1980 até o presente (Favretto 2016). Isso representa uma redução de 37,0% dos ambientes de *T. rubrigastra* e de 30,5% dos ambientes de *P. melanops* no Paraná (Favretto 2016). Essas reduções ocorrem devido à sucessão ecológica natural, invasão de plantas exóticas e nativas e pela invasão de manguezais, interferindo também na ocorrência de outras espécies de aves.

Outras aves de brejos salinos subtropicais com redução de contingentes populacionais são o sargento (*Agelasticus thilius*) e o João-pobre (*Serpophaga nigricans*). Em conjunto com *P. melanops* e *T. rubrigastra*, essas quatro espécies ocorrem principalmente em regiões mais frias da América do Sul, como nos Andes e Patagônia, no caso das três primeiras, e o planalto brasileiro, no caso de *S. nigricans*. Espécies típicas de regiões mais frias planálticas e austrais, quando em regiões mais quentes, como o litoral do Paraná, tenderiam a ser mais suscetíveis, respondendo mais rapidamente aos impactos da mudança climática.

Brejos salinos subtropicais, como ambientes de transição entre planícies de maré tropicais, dominadas por manguezais, e temperadas, dominadas pelos capins do gênero *Spartina* (Favretto 2016, Bornscheinet *al.* 2017), têm na invasão pelos manguezais um exemplo de tropicalização da flora, provavelmente em consequência da mudança climática (Favretto 2016, ver Hyndes *et al.* 2016). Esse impacto da tropicalização de brejos salinos subtropicais, com a substituição da flora original, pode ser bastante antigo e ainda está ocorrendo atualmente (MRB, no prelo).

Para as espécies residentes, a quantidade de área de ambientes para reprodução é um dos critérios mais utilizados para a classificação de espécies em risco de extinção, tanto global como regionalmente (IUCN 2012). No entanto, também registramos uma ave migratória que apresentou acentuado declínio populacional durante o estudo, *H. rustica*. As espécies migratórias sofrem ameaças nas respectivas áreas de reprodução e, ainda,

durante a migração, como o estado nutricional (McWilliamset *et al.* 2004) e supressão de ambientes nas áreas de invernagem (Buler & Moore 2011). As mudanças climáticas também impactam espécies migratórias, afetando a fenologia reprodutiva (Dunn e Winkler 1999, Møller *et al.* 2010), a fenologia migratória (Marra *et al.* 2005, Gordo 2007) e causando competição entre aves residentes e migratórias (Ahola *et al.* 2007). Além disso, estudos mostram que aves insetívoras têm apresentado declínios populacionais em resposta ao declínio de insetos na América do Norte (Smith *et al.* 2015, Nebel *et al.* 2016), esta situação pode estar ocorrendo também no Brasil, onde já existem estudos que indicam a declínio de abelhas (Nemesio 2013, Martins *et al.* 2013), dípteros (de Sousa 2020), insetos aquáticos (Meneghel 2022) e insetos em geral (Lewinsohn *et al.* 2022) provavelmente pelo aumento da urbanização e atividade agrícola.

Espécies migratórias que não adaptam suas fenologias estão sujeitas a declínios populacionais (Møller *et al.* 2008) e existem evidências do aumento na distribuição das populações de *H. rustica* na Argentina (Bianchini 2023, Petracci *et al.* 2018), podendo este aumento ser resultante do deslocamento das populações do sul do Brasil para a Argentina em decorrência da redução na disponibilidade de alimentos, para tanto, é necessário que haja um monitoramento destas populações para que se verifique se é o que de fato está ocorrendo com a espécie. Sugerimos um amplo acompanhamento de outras fontes de dados, como recursos de ciência cidadã (registros no e-bird e similares), para uma melhor avaliação se *H. rustica* está, de fato, sofrendo declínios populacionais ou se os resultados refletem um possível deslocamento da área de invernagem da população local.

5. Conclusões

Os brejos salinos subtropicais aparentam ornitofauna mais rica do que brejos salinos de regiões temperadas, embora não haja um detalhamento sobre os atributos das espécies dessas regiões para permitir uma sólida comparação, reforçando a necessidade de uma melhor compreensão sobre estes ambientes tão importantes e muitas vezes negligenciados quanto à estudos ou mesmo políticas de preservação.

Os dados de redução populacional verificados sugerem um fenômeno de retração distributiva gradual da avifauna tipicamente subtropical, talvez como consequência da mudança climática e tropicalização da flora. É possível que os ambientes das populações

estudadas continuem retraindo, ampliando as extinções locais. Sugerimos que ações de manejo preventivo sejam implementadas com urgência, como manejo de ninhos de espécies endêmicas e/ou ameaçadas presente nestes ambientes e que o principal motivo de seus declínios populacionais sejam o insucesso reprodutivo, garantindo uma possibilidade de manutenção em tais declínios.

Outros impactos podem estar contribuindo com a redução dos contingentes populacionais das espécies estudadas, como a invasão de espécies exóticas e crescente incidência de eventos climáticos extremos. Monitorar a frequência desses eventos e seus efeitos nas populações locais, como por exemplo comparando resultados de uma longa série histórica de censos, é desejável.

6. Referências

- Ahola, M. P., T. Laaksonen, T. Eeva, and E. Lehikoinen (2007). Climate change can alter competitive relationships between resident and migratory birds. *Journal of Animal Ecology* 76: 1045–1052.
- Bianchini, M. (2023). Golondrina Tijerita (*Hirundo rustica erythrogaster*, Passeriformes: Hirundinidae), más evidencias de su incesantemente creciente distribución geográfica reproductiva en América del Sur, y otras novedades derivadas. *Acta Zoologica Lilloana*, 67(1).
- Bibby, C, Jones M, Marsden S. (1998). Expedition field techniques: bird surveys. London: Royal Geographical Society, 15-34.
- BirdLife International (2022) State of the World's birds 2022: Insights and solutions for the biodiversity crisis. Cambridge, UK: BirdLife International, 45pp.
- Blondel, J., C. Ferry & B. Frochot (1970). La méthode des indices ponctuels d'abondance (I.P.A.) ou des relevés d'avifaune par "stations d'écoute". *Alauda*, Paris, 38: 55-71.
- Bornschein, M.R., Reinert, B.L., Machado-de-Souza, T., Golec, C., Whitney, B.M., Favretto, M.A., (2017) Abundance, occurrence, and seasonality of the Subtropical Doradito (*Pseudocolopteryx acutipennis*) on the coast of Brazil. *Wilson Journal of Ornithology* 129: 199–206.
- Bornschein, M. R. (2001) Formações pioneiras do litoral Centro-Sul do Paraná: Identificação, quantificação de áreas de caracterização ornitofaunística. Dissertação

- de Mestrado. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. Universidade Federal do Paraná, 194 pp.
- Bornschein, M. R. (2013). Biologia da conservação do bicudinho-do-brejo *Stymphalornis acutirostris* (aves, Thamnophilidae). 238 pp.
- Bornschein, M. R., Teixeira, L., Guerra, B. de M., Melchiori, B. L., Reinert, B. L. & Sandretti-Silva, G. (2022). Appearance of a population of the mangrove rail *Rallus longirostris* (Rallidae) in salt marshes invaded by the exotic tanner grass *Urochloa arrecta* (Poaceae) and its disappearance after plant management. *Wetlands*, v. 42, n. 8, p. 124, 2022.
- Bornschein, M.R., Pizo, M.A., Sobotka, D.D., Belmonte-Lopes, R., Golec, C., Machado-de-Souza, T., Pie, M.R. & Reinert, B.L. 2015. Longevity records and signs of aging in Marsh Antwren *Formicivora acutirostris* (Thamnophilidae). *The Wilson Journal of Ornithology* 127(1): 98–102.
- Buler, J.J., and F.R. Moore. (2011). Migrant-habitat relationships during stopover along an ecological barrier: extrinsic constraints and conservation implications. *Journal of Ornithology* 152: 101–112.
- Burger, J. (1985) Habitat selection in temperate marsh-nesting birds. In: *Habitat selection in birds* (Cody M.L., Eds). Academic Press Inc, San Diego. Pp. 253–281.
- Camacho-Valdez, V., Ruiz-Luna, A., Ghermandi, A., Nunes, P. A. L. D. (2013) Valuation of ecosystem services provided by coastal wetlands in northwest Mexico. *Ocean & Coastal Management* 78: 1–11.
- Church, J. A., & White, N. J. (2006). A 20th century acceleration in global sea-level rise. *Geophysical research letters*, 33(1).
- De la Peña, M. R. & Salvador, S. (2016) Aves argentinas: descripción, comportamiento, reproducción y distribución. Trogonidae a Furnariidae. Museo Provincial de Ciencias Naturales Florentino Ameghino, Santa Fé.
- Doody, J. P. (2001) Coastal conservation and management: an ecological perspective. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 308 pp.
- Dunn, P.O., and D.W. Winkler. (1999). Climate change has affected the breeding date of tree swallows throughout North America. *Proceedings of the Royal Society of London B* 266: 2487–249.
- Erwin, R.M., G.M. Sanders, D.J. Prosser, and D.R. Cahoon. 2006. High tides and rising seas: potential effects on estuarine waterbirds. In: *Terrestrial vertebrates of tidal*

- marshes: evolution, ecology, and conservation, ed. R. Greenberg, J.E. Maldonado, S. Droege, M.V. McDonald. *Studies in Avian Biology* 32: 214–228.
- Favretto, M. A. (2016) Restrição a locais de reprodução e sazonalidade de *Tachuris rubrigastra* (Aves: Tachuridae) e *Phleocryptes melanops* (Aves: Furnariidae) no litoral Sul do Brasil. 138pp.
- Favretto, M.A., Machado-de-Souza, T., Golec, C., Reinert, B.L. & Bornschein, M.R. 2022. Habitat selection in Many-colored Rush Tyrant (*Tachuris rubrigastra*) and Wren-like Rushbird (*Phleocryptes melanops*) in the subtropical salt marshes of Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*.
- Furness, R. J. & Greenwood, J. (1993) *Birds as monitors of environmental change*, London: Chapman and Hall, 356 pp.
- Gedan, K. B., Kirwan, M. L., Wolanski, E., Barbier, E. B. & Silliman B. R. (2011) The present and future role of coastal wetland vegetation in protecting shorelines: answering recent challenges to the paradigm. *Climatic Change* 106: 7–29.
- Gedan, K. B., Silliman, B. R. & Bertness, M. D. (2009) Centuries of human-driven change in salt marsh ecosystem. *Annual Review of Marine Science* 1: 117–141.
- Getzner, M (2002) Investigating public decision about protecting wetlands. *Journal of Environmental Management* 64: 237–246.
- Gordo, O. 2007. Why are bird migration dates shifting? A review of weather and climate effects on avian migratory phenology. *Climate Research* 35: 37–58.
- Greenberg, R. & Maldonado, J.E. (2006) Diversity and endemismo in tidal-marsh vertebrates. *Studies in Avian Biology* 32: 32–53.
- Greenberg, R., Maldonado, J. E., Droege, S. & McDonald, M. V. (2006) Tidal marshes: a global perspective on the evolution and conservation of their terrestrial vertebrates. *BioScience* 56(8), 675–685.
- Hartig, E.K., Gornitz, V., Kolker, A., Mushacke, F. & Fallon, D. (2002) Anthropogenic and climate-change impacts on salt marshes of Jamaica Bay, New York city. *Wetlands* 22: 71–89.
- Hutchinson, G.E. & MacArthur, R.H. (1959) A theoretical ecological model of size distributions among species of animals. *The American Naturalist*, 93, 117– 125.
- Hyndes, G.A., K.L. Heck Jr., A. Vergés, E.S. Harvey, G.A. Kendrick, O.S. Lavery, K. McMahon, R.J. Orth, A. Pearce, M. Vanderklift, T. Wernberg, S. Whiting & S. Wilson. (2016) Accelerating tropicalization and the transformation of temperate

- seagrass meadows. *BioScience* 66: 938–948.
- IPCC. Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Agrawala, S., Bashmakov, I. A., Blanco, G., ... & Zwickel, T. (2014). Summary for policymakers.
- IPCC. Pörtner, H. O., Roberts, D. C., Poloczanska, E. S., Mintenbeck, K., Tignor, M., Alegría, A., ... & Okem, A. (2022). Summary for policymakers.
- IPCC. Qin, D., Chen, Z., Averyt, K. B., Miller, H. L., Solomon, S., Manning, M., ... & Tignor, M. (2007). Summary for policymakers.
- IUCN. (2012). IUCN Red List categories and criteria: Version 3.1. Second edition. Gland, Switzerland: IUCN.
- Junk, W. J., & Piedade, M. T. F. (2015). Áreas Úmidas (AUs) brasileiras: avanços e conquistas recentes. *Boletim da Associação Brasileira de Limnologia* 41(2): 20–24.
- Lewinsohn, T. M., Agostini, K., Lucci Freitas, A. V., & Melo, A. S. (2022). Insect decline in Brazil: an appraisal of current evidence. *Biology Letters*, 18(8), 20220219.
- Marengo, J. A. (2006). Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade - caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 163 pp.
- Marra, P. P., C. M. Francis, R. S. Mulvihill, and F.R. Moore. (2005). The influence of climate on the timing and rate of spring bird migration. *Oecologia* 142: 307–315.
- Martins, A.C., Gonçalves, R.B. & Melo, G.A.R. (2013). Changes in wild bee fauna of a grassland in Brazil reveal negative effects associated with growing urbanization during the last 40 years. *Zoologia* 30, 157–176.
- McWilliams, S.R., C. Guglielmo, B. Pierce, and M. Klaassen. (2004). Flying, fasting, and feeding in birds during migration: a nutritional and physiological ecology perspective. *Journal of Avian Biology* 35: 377–393.
- Meneghel, R. E., Pires, M. M., Stenert, C., & Maltchik, L. (2022). Intensification of the rice cultivation cycle reduces the diversity of aquatic insect communities in southern Brazilian irrigated rice fields. *Journal of Insect Conservation*, 26(3), 515–524.
- Mengel, M., Levermann, A., Frieler, K., Robinson, A., Marzeion, B., & Winkelmann, R. (2016). Future sea level rise constrained by observations and long-term commitment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(10), 2597–

2602.

- Møller, A.P., D. Rubolini, and E. Lehikoinen. (2008). Populations of migratory bird species that did not show a phenological response to climate change are declining. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105: 16195–16200.
- Møller, A.P., E. Flensted-Jensen, K. Klarborg, W. Mardal, and J.T. Nielsen. (2010). Climate change affects the duration of the reproductive season in birds. *Journal of Animal Ecology* 79: 777–784.
- Nebel, S., Mills, A., McCracken, J. D. & Taylor, P. D. (2016). Declines of aerial insectivores in North America follow a geographic gradient. *Avian Conservation and Ecology* 5:1–14.
- Nemesio A. (2013). Are orchid bees at risk? First comparative survey suggests declining populations of forest-dependent species. *Brazilian Journal of Biology* 73, 367–374
- Pacheco, J.F.; Silveira, L.F.; Aleixo, A.; Agne, C.E.; Bencke, G.A.; Bravo, G.A.; Brito, G.R.R.; Cohn-Haft, M.; Maurício, G.N.; Naka, L.N.; Olmos, F.; Posso, S.; Lees, A.C.; Figueiredo, L.F.A.; Carrano, E.; Guedes, R.C.; Cesari, E.; Franz, I.; Schunck, F. & Piacentini, V.Q. (2021). Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee – second edition. *Ornithology Research*, 29(2): 94–105.
- Parody, J. M., Cuthbert, F. J. & Decker, E. H. (2001) The effect of 50 years of landscape change on species richness and community composition. *Global Ecology and Biogeography*, 10(3): 305–313.
- Petracci, P., León, M., & Perez, C. H. F. (2018). La población nidificante de golondrina tijerita (*Hirundo rustica erythrogaster*) inicia la colonización de la Patagonia, Argentina.
- Pierry, J. C. ; Clivatti, T. R. O. S. ; Barbieri, C. B. ; Azevedo, E. Z. ; Cremer, M. J. (2019) Variação na composição da comunidade de aves e sua diversidade em diferentes regiões do estuário da Baía Babitonga. In: Suelen Maria Beeck da Cunha; Fabiano Faga-Pacheco; Aurea Luiza Leme da Silva; Luis C. P. de Macedo Soares; Thiago Cesar Lima Silveira; Renato Hajenius Aché de Freitas. (Org.). *Ecologia de campo. Estudos ecológicos na Baía Babitonga*. 1ed. Florianópolis: Editora da UFSC, v. , p. 33-43.
- Reinert, B. L. (2008). Ecologia e comportamento do bicudinho-do-brejo (*Stymphalornis acutirostris*. Bornschein, Reinert & Teixeira, 1995-Aves, Thamnophilidae)."

- (2009): 198-f.
- Reinert, B.L.; Bornschein, M. R. e Firkowski, C. (2007). Distribuição, tamanho populacional, hábitat e conservação do bicudinho-do-brejo *Stymphalornis acutirostris*. Bornschein, Reinert e Teixeira, 1995 (Thamnophilidae). Revista Brasileira de Ornitologia 15: 493- 519.
- Sarah, N., Twagiramaria, F. & Mwima, P. M. (2020). Diversity and distribution of waterbirds across wetlands of eastern Uganda. Advances in Research 21(10): 167–182.
- Smith, A. C., M. A. R. Hudson, C. M. Downes, and C. M. Francis (2015). Change points in the population trends of aerial insectivorous birds in North America: Synchronized in time across species and regions. PLOS One 10:e0130768.
- Smith, S.M. (2014) Vegetation change in salt marshes of Cape Cod National Seashore (Massachusetts, USA) between 1984 and 2013. Wetlands 35: 127–136.
- Sousa, J. R. P., da Silva Carvalho-Filho, F., Juen, L., & Esposito, M. C. (2020). The effects of cattle ranching on the communities of necrophagous flies (Diptera: Calliphoridae, Mesembrinellidae and Sarcophagidae) in Northeastern Brazil. Journal of Insect Conservation, 24, 705-717.
- Takekawa, J. Y., Woo, I., Spautz, H. I. L. D. I. E., Nur, N. A. D. A. V., Grenier, J. L., Malamud-Roam, K., ... & La Cruz, S. E. W. (2006). Environmental threats to tidal-marsh vertebrates of the San Francisco Bay estuary. Studies in Avian Biology, 32, 176.
- Turner, I. M. (1996) Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. Journal of Applied Ecology. 33: 200–209.
- Vanhoni, F., & Mendonça, F. (2008). O clima do litoral do estado do Paraná. Revista Brasileira de Climatologia, 3.
- Verner, J. (1981) Measuring responses of avian communities to habitat manipulation. Studies in Avian Biology 6: 543–547.
- Whitman, A. A., Hagan III, J. M. & Brokaw, N. V. (1998) Effects of Selection Logging on Birds in Northern Belize 1. Biotropica, 30(3): 449–457.
- Woldemariam, W., Mekonnen, T., Morrison, K. & Aticho, A. (2018) Assessment of wetland flora and avifauna species diversity in Kafa Zone, Southwestern Ethiopia. Journal of Asia-Pacific Biodiversity 11(4): 494–502.
- Woodrey, M.S., Rush, S. A., Cherry, J. A., Nuse, B. L., Cooper, R. J. & Lehmicke, A. J.

J. (2012) Understanding the potential impacts of global climate change on marsh birds in the Gulf of Mexico region. *Wetlands* 32: 35–49.

World Resources Institute. (2005) *Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis*. Washington: World Resources Institute, 86 pp.

Xiuzhong, L., Anderson, C. J., Wang, Y. & Lei, G. (2021) Waterbird diversity and abundance in response to variations in climate in the Liaohe Estuary, China. *Ecological Indicators* 132: 108–286.

CAPÍTULO 2

Biomassa e guildas tróficas das aves residentes de brejos salinos de Guaratuba, Paraná - Brasil

Resumo

O Brasil possui uma rica diversidade de aves, com 1.971 espécies reconhecidas, incluindo espécies migratórias. As aves desempenham um papel vital como indicadores ambientais por sua maioria apresentar hábitos diurnos e pela sensibilidade a mudanças no ambiente. Os brejos salinos são ecossistemas fundamentais para várias espécies de aves, oferecendo recursos como alimento, refúgio e locais de reprodução. Essas aves se enquadram em diversas guildas tróficas. Estudos de longo prazo sobre aves em brejos salinos são essenciais para entender as condições dessas populações. Este estudo se concentra na biomassa das aves residentes em brejos salinos na Baía de Guaratuba ao longo de vários anos, classificando as aves em guildas tróficas e comparando a biomassa entre as famílias, guildas e os anos do estudo. O estudo ocorreu na Baía de Guaratuba no estado do Paraná, Brasil, na Ilha da Folharada e na Ilha do Jundiáquara. Foram conduzidas campanhas de amostragem de outubro de 2011 a agosto de 2018 além de duas campanhas em 2022, onde, ocorreu o censo das aves por pontos de escuta. As aves residentes foram classificadas por guilda trófica e ocorreu o cálculo da biomassa por famílias, por guildas tróficas e para cada ano de censo. Registramos 26 espécies de aves residentes, incluídas em 13 famílias e distribuídas nas guildas tróficas carnívoros, invertívoros, onívoros, granívoros e detritívoros. As famílias Rallidae, Icteridae e Tyrannidae foram as mais representantes para a biomassa dos ambientes estudados. Quanto às guildas tróficas os carnívoros foram os mais representantes, devido a presença de *Pardirallus nigricans* que é muito abundante nas áreas estudadas, além de ser a espécie que apresenta maior massa média entre as espécies residentes registradas. Para a comparação entre os anos de estudo, a biomassa apresentou certa estabilidade entre os anos, com um destaque para o quinto ano de estudo, que pode estar associado a flutuações populacionais da espécie *P. nigricans* em decorrência da invasão da braquiária d'água (*Urochloa arrecta*) que propiciou o surgimento de uma população de *Rallus longirostris*, a qual compete pelos mesmo recursos com *P. nigricans*, após a erradicação das braquiárias em 2015, a população de *R. longirostris* desapareceu, propiciando o aumento na população da espécie residente e posterior estabilização de sua população. Destacando a complexidade da dinâmica das populações de aves em relação à disponibilidade de recursos e ressaltando a importância de estudos de longo prazo.

Palavras-chave: Massa média, Avifauna, Recursos alimentares.

Abstract

Brazil boasts a rich diversity of birds, with 1,971 recognized species, including migratory ones. Birds play a vital role as environmental indicators due to their predominantly diurnal habits and sensitivity to environmental changes. Salt marshes are fundamental ecosystems for various bird species, offering resources such as food, refuge, and breeding sites. These birds fall into various trophic guilds. Long-term studies of birds in salt marshes are essential for understanding the conditions of these populations. This study focuses on the biomass of resident birds in salt marshes in the Guaratuba Bay over several years, classifying birds into trophic guilds and comparing biomass among families, guilds, and study years. The study took place in Guaratuba Bay, Paraná, Brazil, on Folharada Island and Jundiaquara Island. Sampling campaigns were conducted from October 2011 to August 2018, with two additional campaigns in 2022, during which bird censuses were conducted by listening points. Resident birds were classified by trophic guild, and biomass was calculated for families, trophic guilds, and each census year. We recorded 26 species of resident birds, belonging to 13 families and distributed across the carnivore, invertivore, omnivore, granivore, and detritivore trophic guilds. The Rallidae, Icteridae, and Tyrannidae families were the most representative in terms of biomass in the studied environments. Among the trophic guilds, carnivores were the most representative, primarily due to the presence of *Pardirallus nigricans*, which is highly abundant in the study areas and has the highest average mass among the recorded resident species. When comparing the study years, biomass showed some stability between years, with a notable increase in the fifth year of the study, possibly associated with population fluctuations of the *P. nigricans* species following the invasion of water brachiaria grass (*Urochloa arrecta*), which led to the emergence of a population of *Rallus longirostris*, which competed for the same resources with *P. nigricans*. After the eradication of brachiaria grass in 2015, the *R. longirostris* population disappeared, leading to an increase in the resident species' population and subsequent stabilization. This highlights the complexity of bird population dynamics in relation to resource availability and underscores the importance of long-term studies.

Keywords: Average mass, Avifauna, Food resources.

1. Introdução

O Brasil possui 1971 espécies de aves reconhecidas pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos, estas estão incluídas em 33 ordens, 102 famílias e 732 gêneros (CBRO 2021) e pelo menos 198 das espécies com ocorrência no Brasil são migratórias (Somenzari *et al.* 2018). O grupo das aves é relativamente bem estudado e é utilizado como uma das ferramentas para a avaliação da qualidade de ambientes, uma vez que sua grande maioria apresenta hábitos diurnos, além de responderem rapidamente a desequilíbrios ambientais (Verner 1981, Toledo 1993). Deste modo, o monitoramento deste grupo é de extrema importância para compreender as alterações nas comunidades e ambientes.

Os brejos salinos e suas vegetações associadas servem como um habitat muito importante para diversos animais, incluindo as aves (Luther & Greenberg 2009). Estes ambientes são muito produtivos e oferecem recursos para a manutenção de vida das aves, incluindo alimentação, refúgio e sítios para reprodução (Mancini *et al.* 2018). Estas áreas abrigam os mais variados grupos de aves, incluindo residentes, migrantes, ou mesmo espécies visitantes que veem neste ambiente uma fonte de recursos, explorando-os de diferentes formas. Os brejos salinos e sua vegetação associada oferecem diversos recursos alimentares, uma vez que abrigam diversos grupos de seres vivos que são predados por aves, como artrópodes, moluscos, peixes e plantas (Mancini *et al.* 2018), de modo que as aves relacionadas a estes ambientes se apresentam em diversas guildas tróficas.

O termo guilda pode ser definido como um grupo de espécies que exploram os mesmos grupos de recursos de um ambiente (Wiens 1994). Jaksic (1981) define guilda como um grupo de organismos sinantrópicos que usam recursos de maneira similar, sem que a relação taxonômica entre estes seja considerada. Guildas podem ser divididas com relação a diversas características do grupo, como modo de vida, sítios reprodutivos, alimentação entre outras (e.g. Wiens 1994, Root 1967, Severinghaus 1981, Thomas *et al.* 1979). Diversas são as formas de utilizar as guildas para relacionar os comportamentos de um grupo e seus modos de vida, sendo uma delas o ambiente em que o grupo está inserido.

Estudos de longo prazo sobre as aves de brejos salinos e ambientes associados ainda são poucos e são muito importantes por permitir uma melhor compreensão sobre a situação em que estas populações se encontram, podendo até indicar declínios populacionais (Schaeffer-Novelli *et al.* 2023). Deste modo, o presente estudo pretende

verificar a produção de aves residentes dos brejos salinos da baía de Guaratuba ao longo de um grande período, utilizando como base de comparação a estimativa de biomassa (Kg/ha) das aves. Os objetivos específicos foram: calcular a biomassa das aves; classificar as aves registradas em guildas tróficas; comparar a biomassa das aves quanto às famílias, quanto às guildas tróficas e entre os anos do estudo.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

O estudo ocorreu na Baía de Guaratuba no estado do Paraná, Brasil, em duas ilhas e suas adjacências no Rio São João, sendo elas a Ilha da Folharada (c. 25°52'00"S, 48°43'26"W) e a Ilha do Jundiaquara (c. 25°52'28"S, 48°45'33"W). As ilhas são compostas por uma vegetação típica de brejos de maré com a presença de piri (*Schoenoplectus californicus*), cebolama (*Crinum americanum*), capim-serra (*Cladium jamaicense*), fuirena (*Fuirena robusta*), taboa (*Typha domingensis*), samambaia-do-brejo (*Acrostichum danaeifolium*). Na ilha da Folharada ocorre a associação da vegetação de brejos de maré com manguezais (*Laguncularia racemosa*), já na Ilha do Jundiaquara a vegetação se associa com guanandis (*Calophyllum brasiliense*) (Reinert *et al.* 2007, Bornschein *et al.* 2017).

2.2 Censos

Foram conduzidas campanhas de amostragem de outubro de 2011 a agosto de 2018 além de duas campanhas em 2022 (em agosto e setembro), onde, através do método conhecido como pontos de escuta (adaptado de Bibby *et al.* 1998), realizamos o monitoramento da avifauna. Foram distribuídos 12 pontos de censo, sendo seis na Ilha da Folharada e seis na Ilha do Jundiaquara (*vide* capítulo 1- Figura 1). Cada ponto possuía um raio de 50 m com uma estaca fixada no centro. As amostragens eram iniciadas ao amanhecer e ocorriam em dias separados para cada ilha. Em todas as campanhas o primeiro ponto de amostragem era sorteado e em cada um dos pontos a amostragem foi de 15 min. Foram considerados os registros de todas as aves vistas e ouvidas dentro do raio do ponto de amostragem e as aves que passavam voando não foram consideradas, exceto por representantes da família Hirundinidae, neste caso consideramos o espaço aéreo dentro do raio para a amostragem. Ainda sobre Hirundinidae, consideramos a maior contagem de indivíduos de um ponto como a contagem total para o sítio, uma vez que

estas se deslocam muito. Em caso de chuva as amostragens não ocorreram e, caso estivesse em curso, eram interrompidas.

2.3 Cálculo da biomassa e definição das guildas tróficas

Para estimar a biomassa das aves nas áreas estudadas, utilizamos uma adaptação do método de Wiens 1974, multiplicando a densidade populacional estimada de cada espécie pela sua massa corporal média. Os pesos médios foram retirados da literatura (Dunning 2007) e para a densidade populacional utilizamos os valores do índice pontual de abundância para cada área, para cada ano e para cada estação do ano.

As aves foram classificadas quanto a sua dieta como carnívoras, invertívoras, nectarívoras, granívoras e onívoras utilizando a base de dados Elton Traits (Avonet) (Tobias *et al.* 2022)

3. Resultados

Foram registradas 26 espécies de aves residentes dos brejos salinos pertencentes a 13 famílias, a saber: Tyrannidae com cinco espécies; Rallidae, Thraupidae e Icteridae com três espécies; Ardeidae, Furnariidae e Parulidae com duas espécies; por fim, Trochilidae, Picidae, Thamnophilidae, Tachuridae, Trogloditidae e Turdidae com uma espécie. Quanto às guildas tróficas, 16 espécies foram consideradas invertívoras, quatro espécies foram consideradas carnívoras, bem como as espécies consideradas onívoras foram quatro, para a guilda trófica dos nectarívoros e granívoros, ambas apresentaram uma espécie.

3.1 Biomassa por famílias e guildas tróficas

A biomassa das aves foi avaliada para cada uma das famílias de aves residentes registradas. Os resultados indicam que a família Rallidae emergiu como a mais proeminente em termos de biomassa, contribuindo com uma média de 406,99 gramas por hectare para a biomassa total das aves na área de estudo. Essa família demonstrou uma presença marcante em relação às demais. As famílias Icteridae e Tyrannidae também se destacaram, embora com biomassas significativamente menores em comparação com a Rallidae, contribuindo com 46,78 e 27,25 gramas por hectare, respectivamente. Outras famílias, como Thamnophilidae, Turdidae, Thraupidae, Furnariidae, Parulidae e Ardeidae, também desempenharam papéis substanciais na contribuição para a biomassa

total das aves na área de estudo, com biomassas variadas. Por outro lado, as famílias Tachuridae, Troglodytidae, Trochilidae e Picidae apresentaram biomassas notavelmente menores (Figura 1).

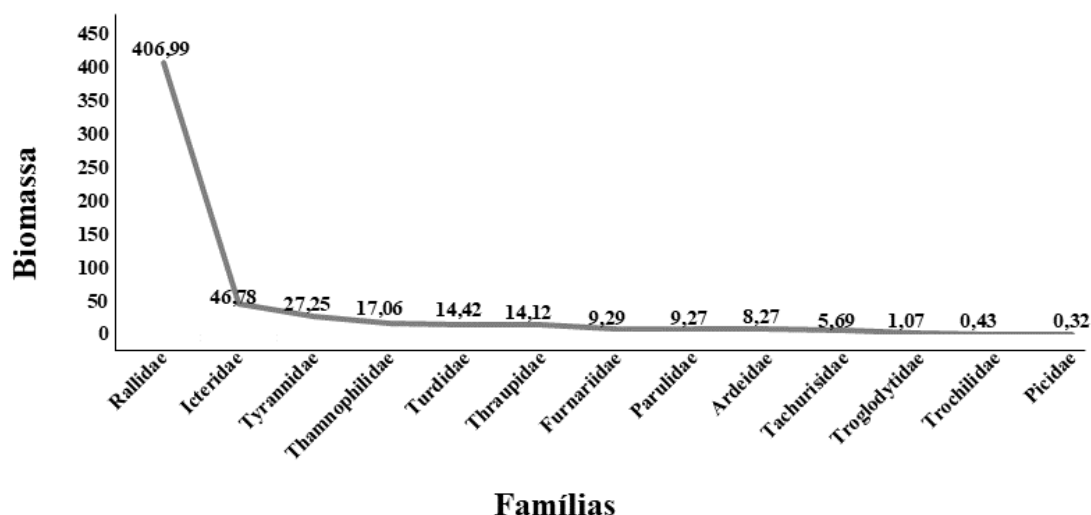


Figura 1. Contribuição de cada uma das famílias das aves de brejos salinos de Guaratuba-Pr em relação a biomassa (g/ha).

Para cada uma das guildas tróficas calculamos, também, a biomassa, revelando padrões distintos de distribuição de biomassa. As aves carnívoras emergiram como o grupo dominante, contribuindo com a maior biomassa, com uma média de 409,161 gramas por hectare. As guildas de invertívoros e onívoros também demonstraram contribuições significativas, embora inferiores à das carnívoras, com biomassas médias de 100,624 e 49,517 gramas por hectare, respectivamente. Em contrapartida, as guildas de granívoros e nectarívoros apresentaram biomassas notavelmente menores, com médias de 1,22 e 0,43 gramas por hectare, respectivamente. (Figura 2).

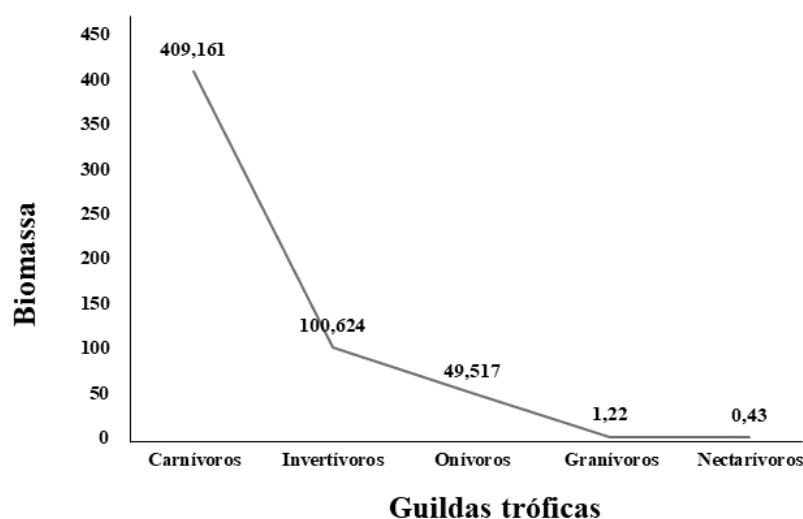


Figura 2. Contribuição de cada uma das guildas tróficas das aves de brejos salinos de Guaratuba-Pr, em relação a biomassa (g/ha).

3.2 Flutuações na biomassa anual

Observamos flutuações na biomassa total das aves ao longo dos anos de estudo. No ano inicial, registramos uma biomassa média de 602,56 g/ha, nos anos subsequentes, notamos variações na biomassa, com algumas oscilações. Os anos 2, 3, 4 e 5 apresentaram biomassas de 575,66 g/ha, 584,26 g/ha, 605,40 g/ha e 682,32 g/ha, respectivamente. Contudo, nos anos 6, 7 e 8, observamos uma diminuição na biomassa média das aves em comparação com o ano 5, com valores de 464,61 g/ha, 459,60 g/ha e 604,55 g/ha, respectivamente. A análise estatística, com base nos desvios padrão, revelou que os anos 1, 5 e 8 tiveram maior variabilidade na biomassa (Figura 3).

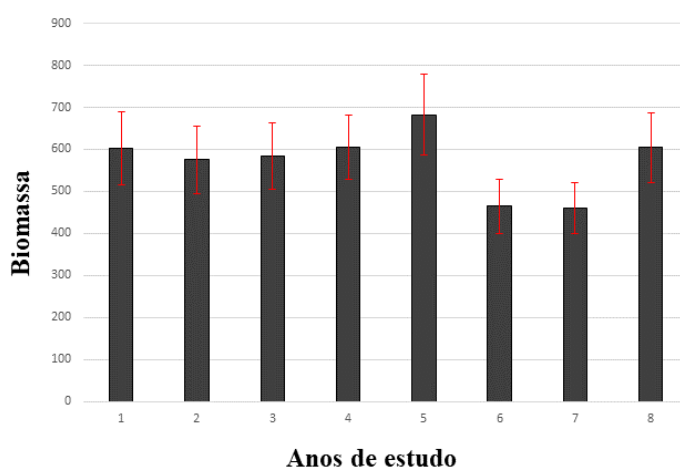


Figura 3. Biomassa das aves de brejos salinos de Guaratuba-Pr avaliadas ao longo de 8 anos. Anos de

amostragem: 1 = outubro de 2011 a setembro de 2012; 2 = outubro de 2012 a setembro de 2013; 3 = outubro de 2013 a setembro de 2014; 4 = outubro de 2014 a setembro de 2015; 5 = outubro de 2015 a setembro de 2016; 6 = outubro de 2016 a setembro de 2017; 7 = outubro de 2017 a agosto de 2018; 8 = agosto e setembro de 2022.

4. Discussão

4.1 Biomassa por famílias

Essa distribuição diversificada de biomassa entre as famílias ressalta a complexa dinâmica da comunidade de aves na região estudada, com algumas famílias desempenhando papéis mais proeminentes do que outras na contribuição para a biomassa total das aves. No caso de Rallidae, que foi a família mais proeminente, podemos observar que saracura-sanã (*Pardirallus nigricans*) apresenta a maior biomassa, no caso deste estudo por compreender uma das maiores abundâncias nas áreas estudadas (*vide* capítulo 1) e apesar de apresentar apenas três espécies, saracura-sanã apresenta a maior massa média dentre as aves registradas. O destaque de ralídeos foi observado também em 1982 por Bildstein e colaboradores, onde verificaram que saracura-matraca (*Rallus longirostris*), compreendia juntamente com outras espécies 50% da população e da biomassa de aves em brejos salinos na Carolina do Sul. No caso da nossa área de estudo, saracura-sanã é a espécie dominante dentre os ralídeos, saracura-matraca também foi registrada na área de estudo, porém os registros da espécie parecem estar atrelados com a invasão pelas braquiárias d'água (*Urochloa arrecta*), como observado por Borsnchein *et al.* 2022.

Para além dos ralídeos, observamos também que icterídeos e tiranídeos se destacaram das demais famílias no tocante a biomassa. Quanto aos icterídeos a maior biomassa relaciona-se com a abundância das espécies registradas, que se destacam das demais espécies de outras famílias e, juntamente com a massa média por espécie, resultam em biomassa superior às demais famílias. Menezes & Duarte (2020) observaram que a família dos icterídeos foi a mais abundante no seu estudo em cinco áreas úmidas do Rio Grande do Sul, e relacionaram esta maior abundância com a grande quantidade de recursos alimentares que estes ambientes apresentam, podendo esta relação, também, ser o motivo da maior abundância, logo maior biomassa no caso do presente estudo, de icterídeos nos brejos salinos de Guaratuba.

Referente aos tiranídeos, o destaque na biomassa pode residir no maior registro

de espécies dentre as demais famílias, favorecendo o valor de biomassa calculado. Estudos como Coutinho *et al.* (2021) e Navega-Gonçalves & Trevisan (2020), registraram os tiranídeos como a família com espécies mais registradas, mostrando a grande expressividade desta família em diferentes ambientes. Esta maior representatividade dos tiranídeos os coloca entre as famílias que mais representam a biomassa nos brejos salinos de Guaratuba-Pr, trazendo valiosas informações sobre a estrutura e a ecologia das populações de aves residentes na área de estudo e evidenciando a necessidade de mais estudos e maior empenho para a conservação destes ambientes.

4.1 Biomassa por guildas tróficas

Com relação as guildas tróficas, os resultados mostram que as aves predadoras desempenham um papel fundamental na biomassa total das aves dos brejos salinos de Guaratuba. Os carnívoros apresentaram a maior biomassa por hectare com 409,161g/ha, seguidos pelos invertívoros, onívoros, granívoros e nectarívoros com 100,624g/ha, 49,517g/ha, 1,22g/ha e 0,43g/ha, respectivamente. O destaque para os carnívoros já era esperado uma vez que, dentre as 26 espécies residentes reportadas no presente trabalho, a ave com maior massa média registrada (saracura-sanã), está alocada na guilda dos carnívoros. De mesmo modo, esta é uma das espécies com a maior abundância na área de estudo, inflando assim o valor de biomassa por hectare da guilda dos carnívoros.

Em trabalhos quantitativos relacionados a ocorrência de aves, a dominância de onívoros e insetívoros, geralmente é reportada (Scherer *et al.* 2010, Scherer *et al.* 2005, Valadão *et al.* 2006) e esta dominância é esperada no caso dos onívoros devido a sua plasticidade alimentar (Willis 1979), já para os insetívoros, a dominância pode estar ligada ao fato de se disporem de uma alimentação baseada em recursos menores e disponíveis em abundância nos ambientes (dos Anjos 1998, Schaeffer-Novelliet *al* 2023). Contudo, dos Anjos (1998) observou que a fragmentação de ambientes causou a diminuição de espécies onívoras no norte do Paraná, fazendo com que esta guilda não fosse a mais proeminente nos locais estudados. Neste sentido, como o presente estudo tem em foco a avifauna residente dos brejos salinos de Guaratuba-Pr, o predomínio de alguma guilda trófica está condicionado a particularidades destes ambientes. Esses resultados destacam a complexa estrutura das comunidades de aves na região estudada, com algumas guildas tróficas desempenhando papéis mais proeminentes na contribuição para a biomassa total das aves.

4.2 Biomassa por guildas tróficas

Os censos de aves foram realizados durante oito anos e para cada ano de estudo foi calculada a biomassa, onde observamos os valores de 602,561g/ha para o primeiro ano, 575,655g/ha para o segundo ano e 584,255g/ha, 605,403g/ha, 682,319g/ha, 464,613g/ha, 459,602g/ha e 604,548 g/ha para os anos subsequentes, respectivamente (tendo uma média de 572,37g/ha), indicando estabilidade geral com um aumento significativo no ano cinco. Essas flutuações podem ser atribuídas a diversas variáveis, incluindo fatores sazonais, eventos climáticos e mudanças no habitat das aves. Um fator que pode explicar o aumento da biomassa no quinto ano de estudo, é a erradicação da braquiária d'água, que ocorria nas áreas estudadas, uma vez que o surgimento destas pode ter propiciado a formação de uma população de saracura-matraca (*R. longirostris*) no terceiro e quarto ano de estudo (outubro de 2013 a setembro de 2015) (Bornschein *et al.* 2022).

A competição por recursos desta ave com saracura-sanã (*P. nigricans*), residente dos brejos estudados, resultou numa diminuição da espécie residente e após a erradicação da vegetação invasora, a espécie antes beneficiada (saracura-matraca) deixou de ocorrer, resultando num grande aumento da população de saracura-sanã no quinto ano e depois na estabilização desta população (Tabela 3). Os desvios padrões, revelaram que os anos um, cinco e oito tiveram maior variabilidade na biomassa (figura 3), destacando a complexidade da dinâmica das populações de aves em relação à disponibilidade de recursos e às condições ambientais. Ressaltando, assim, a importância de estudos de longo prazo para a compreensão da dinâmica nas comunidades de aves.

5. Conclusões

A família Rallidae é a mais proeminente quanto a biomassa dentre as espécies de aves residentes dos brejos salinos de Guaratuba-Pr. Este fator se dá pela presença da espécie *Pardirallus nigricans* e sua alta abundância, além de ser a ave residente com maior massa média dentre as aves registradas.

A biomassa de carnívoros é a maior quando comparada às biomassas das demais guildas de aves residentes, diferente do que se registram em outros trabalhos que registram insetívoros e onívoros como as guildas mais representantes. Apesar disto, esta comparação precisa ser realizada apenas entre trabalhos sobre aves residentes, para que maiores conclusões possam ser tiradas. Ressaltamos a importância da realização de mais

estudos, principalmente acerca das aves residentes de brejos salinos do Brasil, para que possamos conservar estes ambientes.

A biomassa de aves residentes se manteve estável, com um aumento considerável no quinto ano de estudo, onde devido a erradicação do capim invasor *Urochloa arrecta* a espécie *Rallus longirostris*, que teve seu aparecimento atrelado ao capim, parou de ocorrer nas áreas estudadas, favorecendo o aumento e posterior estabilização da população de *P. nigricans*. Os brejos salinos subtropicais da Baía de Guaratuba, produzem em média 572,37 gramas de aves residentes por hectare anualmente.

6. Referências

- Bibby, C. J., Jones, M., & Marsden, S. (1998). Bird surveys (pp. 1-137). London: Expedition Advisory Centre.
- Bildstein, K., Christy, R., & DeCoursey, P. (1982). Size and structure of a South Carolina salt marsh avian community. *Wetlands* (Wilmington, N.C.), 2(1), 118-137.
- Bornschein M.R., Reinert B.L., Machado-de-Souza T., Golec C., Whitney B.M., Favretto M.A., (2017) Abundance, occurrence, and seasonality of the Subtropical Doradito (*Pseudocolo pteryx acutipennis*) on the coast of Brazil. *Wilson Journal of Ornithology* 129: 199–206.
- Bornschein, M. R., Teixeira, L., Guerra, B. de M., Melchiori, B. L., Reinert, B. L. & Sandretti-Silva, G. (2022). Appearance of a population of the mangrove rail *Rallus longirostris* (Rallidae) in salt marshes invaded by the exotic tanner grass *Urochloa arrecta* (Poaceae) and its disappearance after plant management. *Wetlands*, v. 42, n. 8, p. 124, 2022.
- Coutinho, A. G., Lucena, G. D. & Almeida, Y. (2021) Composição da avifauna no Parque Estadual Botânico do Ceará, Caucaia/CE. *BIOLOGIA E MEDICINA DE ANIMAIS SELVAGENS*, p35.
- dos Anjos, L. (1998). Consequências biológicas da fragmentação no norte do Paraná. *Série técnica IPEF*, 12, 87-94.
- Dunning J.R., John B. (2007). *CRC handbook of avian body masses*. CRC press.
- Jaksic, F. M. (1981). Abuse and misuse of the term "guild" in the ecological studies. *Oikos*, v. 37, p. 397-400.
- Luther DA, Greenberg R (2009) *Mangroves: a global perspective on the evolution and*

- conservation of their terrestrial vertebrates. *BioScience* 59:602–612
- Mancini P.L., Reis-Neto A., Fischer L.G., Silveira L.F., Schaeffer Novelli Y. (2018) Differences in diversity and habitat use of avifauna in distinct mangrove areas in São Sebastião. *OceanCoastManage* 164:79–91
- Menezes, M. L. M., & Duarte, M. M. (2020). Estudo da avifauna de cinco áreas úmidas, nos campos de cima da serra, município de São Francisco de Paula/RS, Brasil. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 11(7), 204-218.
- Navega-Gonçalves, M. E. C., & Trevisan, L. C. (2020). Avifauna do Parque da Rua do Porto, Piracicaba, São Paulo, Brasil. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 21(02), 3-51.
- Pacheco, J.F.; Silveira, L.F.; Aleixo, A.; Agne, C.E.; Bencke, G.A.; Bravo, G.A; Brito, G.R.R.; Cohn-Haft, M.; Maurício, G.N.; Naka, L.N.; Olmos, F.; Posso, S.; Lees, A.C.; Figueiredo, L.F.A.; Carrano, E.; Guedes, R.C.; Cesari, E.; Franz, I.; Schunck, F. & Piacentini, V.Q. 2021. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee – second edition. *Ornithology Research*, 29(2): 94–105.
- Reinert, B.L.; Bornschein, M. R. e Firkowski, C. (2007). Distribuição, tamanho populacional, hábitat e conservação do bicudinho-do-brejo *Stymphalornis acutirostris* Bornschein, Reinert e Teixeira, 1995 (Thamnophilidae). *Revista Brasileira de Ornitologia* 15: 493- 519.
- Root, R. B. (1967). The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecological Monographs* 37:317-350.
- Schaeffer Novelli Y., Soriano–Sierra E.J., Vale C.C., Bernini E., Rovai A.S., Pinheiro M.A.A., Schmidt A.J., Almeida R., Coelho-Jr C., Menghini R.P., Martinez D.I., Abuchahla G.M.O., Cunha–Lignon M., Charlier–Sarubo S., Shirazawa–Freitas J., Cintrón–Molero G. (2016) Climate changes in mangrove forests and salt marshes. *Braz J Oceanogr* 64:37–52
- Schaeffer-Novelli, Y., de Oliveira Abuchahla, G. M., & Cintrón-Molero, G. (Eds.). (2023). *Brazilian Mangroves and Salt Marshes*. Springer Nature.
- Scherer, A.; Scherer, S. B.; Bugoni, L.; Mohr, L. V.; Efe, M. A.; Harts, S. M. 2005. Estrutura trófica da avifauna em oito parques da cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *Ornithologia*, 1 (1): 25-32.
- Scherer, J. F. M. ; Scherer, A. L. ; Petry, M. V. . Estrutura trófica e ocupação de hábitat

- da avifauna de um parque urbano em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biotemas* (UFSC) , v. 23, p. 169-180, 2010.
- Severinghaus, W. D. 1981. Guild theory development as a mechanism for assessing environmental development. *Environmental Management* 5:187-190.
- Sick, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro.
- Thomas, J. W., R. J. Miller, C. Maser, R. G. Anderson, and B. E. Carter. (1979). Plant communities and successional stage. Pages 22-39 in J. W. Thomas (tech. ed.) *Wildlife habitats on managed forests. The Blue Mountains of Oregon and Washington*. USDA Forest Service Agricultural Handbook no. 553.
- Tobias, J. A., Sheard, C., Pigot, A. L., Devenish, A. J., Yang, J., Sayol, F., ... & Schleuning, M. (2022). AVONET: morphological, ecological and geographical data for all birds. *Ecology Letters*, 25(3), 581-597.
- Toledo, M.C.B. (1993). *Avifauna em duas reservas fragmentadas de Mata Atlântica na Serra da Mantiqueira, São Paulo*. Piracicaba, SP. 112p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo.
- Valadão, R. M.; Franchin, A. G.; Marçal Júnior, O. (2006). A avifauna no Parque Municipal Victorio Siquierolli, zona urbana de Uberlândia (MG). *Biotemas*, 19 (1): 81-91
- Verner, J. (1981) Measuring responses of avian communities to habitat manipulation. *Studies in Avian Biology* 6: 543–547.
- Wiens, J. A. (1974). Habitat heterogeneity and avian community structure in North American grasslands. *American midland naturalist*, 195-213.
- Wiens, J.A. (1994) *The ecology of bird communities. Foundations and Patterns*. Cambridge, University of Cambridge Press. 539p.
- Willis, E.O. (1979). The composition on avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil. *Papéis avulsos. Zoologia*, v.33, n. 1, p. 1-25.

Anexos

Tabela 3. Biomassa (g/ha) anual das aves residentes dos brejos salinos da Baía de Guaratuba, Guaratuba-Paraná.

Família / Espécie	Biomassa anual (g/ha)							
	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8
Ardeidae								
<i>Ixobrychus exilis</i>	6,254	9,349	9,589	10,631	14,383	2,271	3,082	0
<i>Ixobrychus involucris</i>	0	0	0	0	0	0,703	0,954	0
Rallidae								
<i>Rallus longirostris</i>	0	0	12,063	8,391	0	0	0	0
<i>Pardirallus nigricans</i>	450,710	416,167	411,438	396,428	493,553	330,544	316,179	425,625
<i>Gallinula galeata</i>	0	2,542	4,236	17,681	9,242	2,675	7,262	25,417
Trochilidae								
<i>Chionomesa fimbriata</i>	0,888	0,163	0,749	0,462	0,334	0,086	0,233	0,204
Picidae								
<i>Picumnus temminckii</i>	0,250	0,192	0,479	0,167	0,871	0,202	0	0,479
Thamnophilidae								
<i>Formicivora acutirostris</i>	17,971	15,750	17,292	16,594	20	18,772	15,714	12,500
Furnariidae								
<i>Phleocryptes melanops</i>	11,849	10,220	8,111	6,877	7,853	6,147	6,257	12,167
<i>Certhiaxis cinnamomeus</i>	0,661	0,507	0	1,542	2,764	2,267	0,905	0
Tachuridae								
<i>Tachuris rubrigastra</i>	7,065	6,435	6,175	4,748	7,091	4,311	4,364	1,950
Tyrannidae								
<i>Elaenia obscura</i>	1,386	0,797	2,158	2,425	2,716	1,677	2,845	0

Família / Espécie	Biomassa anual (g/ha)							
	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8
<i>Serpophaga nigricans</i>	1,540	1,771	1,712	1,478	1,159	0,671	0,202	0,708
<i>Pitangus sulphuratus</i>	19,449	24,400	24,146	20,775	19,409	16,053	27,595	40,667
<i>Myiozetetes similis</i>	2,029	2,100	2,722	3,043	2,333	1,719	3,333	7
<i>Myiophobus fasciatus</i>	0,072	0,495	1,031	1,220	1,050	1,129	0,825	1,238
Troglodytidae								
<i>Cantorchilus longirostris</i>	0,463	2,130	1,331	0,772	1,614	0,561	0,761	0,888
Turdidae								
<i>Turdus amaurochalinus</i>	8,811	17,853	14,475	23,076	14,475	8,126	17,232	31,363
Thraupidae								
<i>Ramphocelus bresilia</i>	11,920	12,886	9,824	12,874	16,201	11,255	7,050	4,113
<i>Conirostrum bicolor</i>	1,674	0,788	0,875	1,446	1,273	1,566	1,875	0,875
<i>Sporophila caerulea</i>	1,908	0,406	1,016	2,049	1,847	0,941	0	0,406
Parulidae								
<i>Setophaga pitiaumi</i>	0,777	1,284	0,884	0,825	0,406	0,764	0,479	1,117
<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	6,930	6,659	6,186	10,062	10,520	11,606	10,137	9,825
Icteridae								
<i>Agelasticus cyanopus</i>	13,078	10,967	13,317	15,530	10,539	7,586	4,029	7,833
<i>Agelasticus thilius</i>	28,147	21,338	21,549	24,845	29,755	24,175	23,508	18,083
<i>Molothrus bonariensis</i>	8,730	10,458	12,899	21,462	12,930	8,807	4,781	2,092
Total anual	602,561	575,655	584,255	605,403	682,319	464,613	459,602	604,548

Conclusão geral

O estudo destaca a aparente riqueza da ornitofauna nos brejos salinos subtropicais em comparação com os de regiões temperadas, sublinhando a necessidade de uma compreensão mais detalhada desses ambientes frequentemente negligenciados. Os dados indicam uma redução populacional gradual da avifauna subtropical, possivelmente relacionada às mudanças climáticas e à tropicalização da flora. Recomenda-se a implementação de ações de manejo preventivo para abordar possíveis causas de declínios, como o insucesso reprodutivo.

Além disso, o estudo destaca outros fatores, como a invasão de espécies exóticas e eventos climáticos extremos, que podem contribuir para a redução populacional. O monitoramento da frequência desses eventos ao longo do tempo é crucial. O papel proeminente da família Rallidae em termos de biomassa, liderada pela espécie *Pardirallus nigricans*, é evidenciado, assim como a predominância da biomassa de carnívoros em relação a outras guildas. O estudo enfatiza a importância contínua de pesquisas sobre aves residentes em brejos salinos brasileiros para a conservação desses ecossistemas, destacando a estabilidade da biomassa de aves residentes e a influência de fatores específicos, como a erradicação de plantas invasoras.