



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E ZOOLOGIA
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - BACHAREL

Leonardo Wolff de Oliveira

**Frugivoria por aves em palmeiras nativas e exóticas (Arecaceae) na região da
Serra do Tabuleiro - Santa Catarina**

Florianópolis – SC

2025

Leonardo Wolff de Oliveira

**Frugivoria por aves em palmeiras nativas e exóticas (Arecaceae) na região da Serra do
Tabuleiro - Santa Catarina**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Ciências Biológicas do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Guilherme Renzo Rocha Brito
Coorientadora: Msc. Joana Nascimento de Mattos

Florianópolis – SC

2025

Oliveira, Leonardo Wolff de

Frugivoria por aves em palmeiras nativas e exóticas (Arecaceae) na região da Serra do Tabuleiro - Santa Catarina / Leonardo Wolff de Oliveira ; orientador, Guilherme Renzo Rocha Brito, coorientadora, Joana Nascimento de Mattos, 2025.

51 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas, Florianópolis, 2025.

Inclui referências.

1. Ciências Biológicas. 2. Frugivoria. 3. Invasão Biológica. 4. Euterpe edulis. 5. Archontophoenix. I. Brito, Guilherme Renzo Rocha. II. Mattos, Joana Nascimento de. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciências Biológicas. IV. Título.

**Frugivoria por aves em palmeiras nativas e exóticas (Arecaceae) na região da Serra do
Tabuleiro - Santa Catarina**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em
Ciências Biológicas e aprovado em sua forma final pelo Curso Ciências Biológicas.

Sala PPG 01, Bloco E, Centro de Ciências Biológicas – UFSC, 17 de Novembro de 2025.

Coordenação do Curso

Banca examinadora

Prof. Dr. Guilherme Renzo Rocha Brito,
Orientador

Prof. Dra. Keila Nunes da Purificação, UFR

Dra. Brisa Marciniak, ICMBio

Florianópolis, 2025.

Dedico este trabalho ao primeiro dinossauro que, em algum canto úmido do final do Cretáceo, provou um fruto de palmeira e, sem saber, deu início a uma história de coevolução que ainda pulsa nas florestas tropicais.

AGRADECIMENTOS

Aqui demonstro meus agradecimentos a todos que fizeram parte dessa trajetória para enfim se tornar biólogo, e que está a poucos passos de se concretizar.

Como toda pessoa que faz biologia, a vocação e a paixão pela profissão começam na infância, portanto, começo agradecendo ao meu primo Gustavo pelas incontáveis horas brincando de ser cientista e fazendo “misturas”, e também por duas memórias marcantes dessa gostosa época, a primeira foi quando encontramos um João-de-barro (*Furnarius rufus*) morto e fizemos seu funeral, com lápide e cerimônia (e algumas lágrimas), e a segunda foi quando nos deslocamos deitados por mais de 500 metros para apenas enxergar como era um ninho de Quero-quero (*Vanellus chilensis*) e voltar correndo dos pais furiosos. Mal sabia que tais práticas fariam parte da minha profissão, hoje com outro olhar, pois quando encontro aves mortas, destino-as para a coleção científica para esse material servir de algum propósito à ciência e realizo monitoramento de ninhos (de longe e com ética) para coleta de dados.

A todo apoio dado por minha família, que foi fundamental do início ao fim da minha jornada, meu pai Juliano e minha mãe Michelli nunca mediram esforços para que eu possa realizar meus sonhos, por nunca soltarem minha mão, até quando estavam contrariados, sempre seguiram apoiando minha convicção, é por vocês! A amada falecida vó Zaida, que vivia falando para todos com muito orgulho que seu neto Leozinho estava se tornando biólogo, as minhas saudades eternas! Ao meu vô Hélio, vô João e vó Angela, padrinho Felipe e Isa, por todo ensinamento passado, amor e compreensão e por sempre serem minha base, e por sempre fazerem festa quando volto pra casa morrendo de saudade precisando de um pouco de carinho de família. Agradeço ao restante da família, infelizmente não é possível citar a todos, mas cada um sabe o carinho, amor e gratidão que tenho desde sempre. Também agradeço a todos os meus animais de estimação, os que estão em vida e aos que já não estão entre nós: Pitucha, Belinha, Meck, Pinga fogo, Akira, Baíto e Jack.

Aqui também agradeço às minhas vivências em Lages que me levaram até aqui e a todos os que fizeram parte dela. Ao apoio dado pelo meu ex-chefe Domingos e seu orgulho quando alguém dá alguma notícia ou apareço pela loja. Aos meus amigos de longa data (Alisson, Guilherme, Victor, Fabricio, Gabrielle, Natália, Kauana e Jessica) por estarem comigo em momentos inesquecíveis e por sempre apoiarem as minhas escolhas. Ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC-Lages) e todos profissionais, colegas e professores que estiveram junto na minha trajetória lá, por todo ensinamento valioso e principalmente por ser o local onde assimilei e entendi meu amor por ciência e biologia, e vi que era possível seguir carreira no que amo, em especial o meu singelo obrigado ao apoio incrível dos professores:

Paulo, Carla, Luciane, Rita, Jocleita e Silmar. Aos vizinhos e amigos de família lageanos também agradeço o apoio.

Enfim, entrei na Universidade Federal de Santa Catarina, e nela amadureci, cresci, aprendi e tive inúmeras oportunidades e vivências incríveis que apenas uma universidade federal gratuita e de qualidade pode proporcionar. O meu muito obrigado à minha amada UFSC que me transformou na pessoa cidadã, pensante, crítica e (quase) biólogo, ornitólogo e cientista que sou hoje.

Em especial a duas instâncias do curso que marcaram minha trajetória do início ao fim. Ao Centro Acadêmico da Biologia (CABIO) por me formar enquanto cidadão, ser apoio cultural e político, e por trazer questionamentos necessários, nesse local aprendi muito: a respeitar cada vez mais as diferenças, a me posicionar politicamente, a lutar por um mundo mais justo e melhor para todos e aprender que a autogestão funciona. Mas também por ser acolhimento e lugar de memórias lindas que jamais vou esquecer, e em especial ao eterno CABIO ancestral, foi lá onde tudo começou e que foi parte de muito que vivi na UFSC. E também não tenho como não agradecer a Atletica da Biologia, comecei a fazer parte enquanto AAVL, foram três anos de muita entrega a essa instância e que por esse tempo se tornou uma casa para mim, aos momentos de lazer e poder descansar nas horas vagas, às partidas de sinuca, ao apoio por se tornar o atleta de xadrez do curso (xadrez, também é esporte), as festas, as risadas e horas de fofoca, a tudo o que essa instância linda me trouxe. Mas o principal que essas duas instâncias me trouxeram de valor foram as pessoas que ficarão pra minha vida, cada um me marcou de uma forma especial, aprendi muito com cada pessoa e tive a oportunidade de conviver com essas pessoas maravilhosas que também me formaram enquanto pessoa.

Agradeço a todos os amigos de graduação que se tornaram amigos de vida, sem vocês esse caminho seria doloroso, mas vocês fizeram dele algo leve lindo e com muita troca de amor, e tornaram-se também a minha família. Do início ao fim, tive apoio de vocês, trocas de ensinamentos, discussões valiosas, diversões e acalentos. Agradeço imensamente a cada um, em especial aos “amigos do cantinho”: Pedro Lobato, Julia Montegutti, Giovana Baptistella, Miguel Schuster, Ian Mecking, Mateus Hable, Bruna Baleeiro, Jara Rampom, Nicolas Rosa, Apolo, Thiago Blanco e Joana Aguiar e além desses a Julia Penso. Vocês participaram de todos os momentos mágicos que vivi nessa ilha, foram a quem pude recorrer nos momentos difíceis e nos felizes. Poderia aqui citar diversos nomes, pois esse curso me trouxe incríveis pessoas, mas seriam três páginas só de nomes, e cada um sabe meu agradecimento amizade e carinho.

Agradeço ao Laboratório de Biologia Molecular do Centro de Ciências Agrárias por me

receber logo quando entrei na universidade, em especial a Franciele que me acompanhou de perto, e também ao CNPQ pelo apoio na iniciação científica nesse mesmo laboratório onde pude aprender um pouco mais a como fazer uma revisão bibliográfica e pela bolsa durante a pandemia, num momento muito difícil da minha vida.

Agradeço a todos os profissionais do Centro de Ciências Biológicas, desde terceirizados, técnicos ou professores. Cada um foi fundamental na minha formação, de muitos tenho imensa admiração e profundo agradecimento, não devo deixar de citar a Coordenadora do curso e professora Dani de Toni, aos professores: Michele Dechoum, Selvino Neckel, Eduardo Giehl, Natalia Hanazaki, Nivaldo Peroni, Bruno Figueiredo, Luiz Pinho, Fábio Akashi, Luísa Pitoluga, Paulo Simões, Renato Hajenius, Andrea Marrero, Alberto Lindner, Malva Hernández e ao meu querido orientador Guilherme Brito.

Ao meu orientador, agradeço por toda compreensão e parceria, por sempre me mostrar o melhor caminho ou referências quando o solicitei, por apoiar meus projetos e me dar forças para ter conseguido ir aos meus estágios. E por ser o primeiro ornitólogo que me inspirou e segue me inspirando.

Agradeço a todo mundo que fez ou faz parte do meu amado Laboratório de Bioacústica e Ornitologia Catarinense (LABOAC), vocês foram fundamentais em todo esse caminho dentro da ornitologia, as trocas de aprendizados, as risadas, aos campos e principalmente a gentileza e cumplicidade. Em especial agradeço a Beatriz Lima, Elsimar Silveira, Max, Mateus Ribas, João Damasco, Camila Bento, Lucas Írion, Sofia Bacca, Camila Pedro, Vini Jacob, Fernando Paludo, Fernando Farias, Guilherme Willrich e aos meus gurus Daniel Capella e Joana Mattos.

Joana minha coorientadora amiga e parceira, muito aprendizado contigo, agradeço demais as inúmeras horas e reuniões para que esse trabalho acontecesse. Foi no seu último campo de mestrado o meu primeiro campo oficial com ornitologia, foi quando decidi seguir nesse rumo e ainda com muito carinho seu, até com bolo especial que você prontificou pro meu aniversário. Agradeço toda a sua dedicação para me orientar, ao carinho, as risadas, você foi fundamental nesse TCC, muito obrigado!

Agradeço também ao Observatório de Aves da Mantiqueira pelos três meses de imersão e aprendizado em técnicas de monitoramento da Avifauna, foi onde tive a oportunidade de aprender na prática com profissionais de altíssima qualidade e fazer amizades que ficarão pra vida.

Ao meu chefe Guilherme Willrich do estágio, por sua incrível dedicação em nos ensinar, por sua didática, trocas e ensinamentos de ouro, você se tornou amigo, e apesar de também ser ornitólogo com você aprendi mais que o conhecimento das aves, aprendi sobre a

biodiversidade da Serra do Tabuleiro, a fazer uma educação ambiental de qualidade e a ser profissional, me inspiro muito em ti. Também agradeço aos colegas de estágio por toda parceria e aprendizado, Denise de Carvalho e Lis Elisardo, foi uma honra trabalhar com vocês.

Ao Hotel Plaza Caldas da Imperatriz Resort & SPA por todo apoio durante o estágio, bolsa para a pesquisa desse presente TCC. Mas também por investir em ciência e conservação, e por ser uma linda exceção de parceria público-privada que forma profissionais, que assim como eu, estão prontos para o mercado de trabalho.

Por fim, agradeço a todos os auxiliares de campo que estiveram comigo observando as palmeiras, sem vocês nada seria possível: Denise de Carvalho, Guilherme Willrich, Miguel Schuster, Debora Malu, Daisy Griselda, João Damasco, Julia Montegutti, Bruna Baleeiro, Giovana Baptistella, Lis Elisardo, Adriana, Tomaz, Lucas Garbo, Lucas Írion, Daniel Capella e Joana Mattos.

Para cada semente que voa no bico errado,
uma parte da memória da floresta se perde.

RESUMO

A frugivoria é um processo ecológico fundamental para a regeneração florestal, resultante das interações entre animais e frutos que podem levar à predação ou à dispersão de sementes. Este estudo teve como objetivo comparar a frugivoria exercida por aves entre a palmeira nativa *Euterpe edulis* (palmeira-juçara) e a exótica invasora *Archontophoenix alexandrae* (palmeira-real) na região da Serra do Tabuleiro, em Santa Catarina. Foram realizadas observações focais durante o período de frutificação de ambas as espécies, totalizando 100 horas de esforço amostral distribuídas em dez pontos de observação. Para cada interação foram registrados o número de indivíduos, tempo de permanência, quantidade de frutos ingeridos e comportamento alimentar. A eficácia da dispersão de sementes (EDS) foi estimada por componentes quantitativos e qualitativos e as características morfológicas das aves dispersoras (massa corporal e largura da abertura do bico) foram comparadas entre as palmeiras. Foram registradas 27 espécies de aves frugívoras, pertencentes a dez famílias, com maior riqueza e abundância associadas à *A. alexandrae*. A palmeira exótica apresentou EDS aproximadamente três vezes superior à nativa, sustentada pelo componente quantitativo da dispersão e pela alta frequência de visitas de aves generalistas e oportunistas, como *Turdus flavipes*, *Turdus leucomelas*, *Turdus amaurochalinus* e *Turdus rufiventris*. Em contraste, *E. edulis* foi consumida predominantemente por grandes frugívoros florestais, com maior massa corporal e amplitude de largura de bico, como *Selenidera maculirostris* e *Penelope superciliaris*. Os resultados evidenciam um processo de invasão em curso, no qual a previsibilidade e a frutificação prolongada de *A. alexandrae* favorecem sua integração às comunidade local. Esse padrão reforça a necessidade de ações preventivas contra a expansão da exótica e da conservação dos grandes frugívoros responsáveis pela dispersão da palmeira-juçara.

Palavras-chave: Parque Estadual da Serra do Tabuleiro; Mata atlântica; *Archontophoenix* sp; *Archontophoenix alexandrae*; *Euterpe edulis*; Invasão biológica.; Dispersão de sementes.

ABSTRACT

Frugivory is a key ecological process for forest regeneration, resulting from interactions between animals and fruits that can lead to seed predation or dispersal. This study aimed to compare bird frugivory between the native palm *Euterpe edulis* (Juçara palm) and the invasive exotic *Archontophoenix alexandrae* (Australian Royal Palm) in the Serra do Tabuleiro region, southern Brazil. Focal observations were conducted during the fruiting period of both species, totaling 100 hours of sampling effort across ten observation points. For each interaction, we recorded the number of individuals, duration of visits, number of fruits consumed, and feeding behavior. Seed dispersal effectiveness (SDE) was estimated based on quantitative and qualitative components, and morphological traits of disperser birds (body mass and bill gape width) were compared between palms. A total of 27 frugivorous bird species from ten families were recorded, with higher species richness and abundance associated with *A. alexandrae*. The exotic palm showed an SDE approximately three times higher than the native species, driven by the quantitative component of dispersal and the high visitation frequency of generalist and opportunistic birds such as *Turdus flavipes*, *Turdus leucomelas*, *Turdus amaurochalinus* and *Turdus rufiventris*. In contrast, *E. edulis* was mostly consumed by large forest frugivores with greater body mass and bill gape width, including *Selenidera maculirostris* and *Penelope superciliaris*. The results indicate an ongoing invasion process, in which the predictability and prolonged fruiting of *A. alexandrae* favor its integration into local frugivory networks. This pattern highlights the need for preventive actions against the spread of the exotic palm and for the conservation of large frugivores responsible for *E. edulis* seed dispersal.

Keywords: Serra do Tabuleiro State Park; *Archontophoenix* sp; *Archontophoenix alexandrae*; *Euterpe edulis*; Biological invasion.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Indivíduos e estruturas reprodutivas de <i>Archontophoenix alexandrae</i> (palmeira-real) observados na Serra do Tabuleiro, SC.....	20
Figura 2 – Indivíduos e estruturas reprodutivas de <i>Euterpe edulis</i> (palmeira-juçara) observados na Serra do Tabuleiro, SC.....	21
Figura 3 – Mapa de localização e distribuição dos pontos de coleta para observação de frugivoria em <i>Archontophoenix alexandrae</i> e <i>Euterpe edulis</i> na localidade de Caldas da Imperatriz, no entorno do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC, sul do Brasil.....	22
Figura 4 – Diagrama de Venn representando as espécies de aves frugívoras registradas consumindo frutos de <i>Archontophoenix alexandrae</i> e <i>Euterpe edulis</i>	27
Figura 5 – Comparação morfológica dos frugívoros potenciais dispersores entre as palmeiras.....	28
Figura 6 – Gráfico do índice qualitativo (DP) de cada ave por palmeira.....	29
Figura 7 – Gráfico do índice quantitativo (QC) de cada ave por palmeira.....	29
Figura 8 – Paisagem da efetividade da dispersão de sementes (EDS) em relação aos componentes quantitativo (QC) e qualitativo (DP) por espécie de frugívoro.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Espécies de aves frugívoras e seus comportamentos de interação registrados em <i>Archontophoenix alexandrae</i> e <i>Euterpe edulis</i>	26
Tabela 2: Tabela dos valores dos índices de EDS para ambas palmeiras.....	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. METODOLOGIA.....	19
3. Área de estudo.....	19
4. Espécies-alvo.....	19
4.1. Coleta de dados.....	21
4.2. Análise de dados.....	23
5. RESULTADOS.....	25
6. DISCUSSÃO.....	32
7. CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS.....	37
APÊNDICE A – Piloto e interações de <i>Selenidera maculirostris</i>	46
ANEXO A – Autorização de pesquisa emitida pelo Instituto do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina.....	47
ANEXO B – Exemplo de ficha de esforço.....	50
ANEXO C – Exemplo de ficha de coleta de dados.....	51

1. INTRODUÇÃO

A frugivoria é um processo ecológico essencial para a manutenção dos ciclos ecológicos e climáticos em florestas tropicais (Bello *et al.*, 2024). Entre os principais frugívoros, as aves se destacam como os mais eficientes dispersores de sementes, desempenhando papel fundamental na regeneração natural e na recuperação do estoque de carbono em paisagens fragmentadas (Jordano, 2000; Wenny *et al.*, 2016; Bello *et al.*, 2024). Em florestas conservadas, grandes aves frugívoras mantêm módulos ecológicos complementares e diversificados, enquanto em fragmentos degradados, essas interações tornam-se mais homogêneas e dominadas por pequenas aves generalistas (Fuzessy *et al.*, 2022). Ao consumirem e transportarem os frutos os frugívoros também exercem um papel crucial na dispersão de sementes, no qual é um processo mutualístico fundamental na determinação do sucesso de uma planta para se estabelecer em um novo habitat (Richardson, *et al.*, 2000; Mitchell, *et al.*, 2006; Schupp, *et al.*, 2010; Cintra, 2016).

A eficácia da dispersão de sementes depende fortemente das interações estabelecidas entre plantas e seus consumidores, mediadas tanto por características dos frutos quanto pelos atributos dos frugívoros (Schupp *et al.*, 2010). As aves frugívoras selecionam frutos com base em características específicas: como disponibilidade, cor, tamanho e conteúdo energético (Wheelright, 1993; Jordano, 2000; Levey *et al.*, 2002; Gosper *et al.*, 2005; Cazetta *et al.*, 2009; Cintra, 2016). Além disso, os atributos morfológicos das aves, como massa corporal e largura da abertura do bico, influenciam diretamente a capacidade de ingestão e a amplitude de frutos que podem ser consumidos, determinando o espectro de interações possíveis entre plantas e frugívoros (Dehling *et al.*, 2016; Assis *et al.*, 2022; Carlo *et al.*, 2022). Essa seletividade pode favorecer frutos de espécies invasoras em relação aos nativos, pois espécies exóticas que se ajustam às preferências das aves, são favorecidas por uma rápida integração à comunidade local (Sallabanks, 1993; Gosper *et al.*, 2005; Greenberg & Walter, 2010; Padrón *et al.*, 2011; Lafleur *et al.*, 2007; Heleno *et al.*, 2013; Cintra, 2016). Entretanto, a presença de um conjunto diverso de aves frugívoras pode favorecer a dispersão de sementes nativas, atenuando os efeitos da invasão (Date *et al.*, 1991; Gleditsch & Carlo, 2010; Cintra, 2016). Assim, compreender as relações plantas–frugívoros é fundamental para avaliar os impactos ecológicos da invasão biológica e o papel funcional da frugivoria nos ecossistemas tropicais.

Nesse contexto, as palmeiras (Arecaceae) destacam-se como um dos principais grupos de plantas envolvidas no processo de frugivoria na Mata Atlântica, onde exercem um importante papel na manutenção das interações ecológicas entre plantas e dispersores (Balslev *et al.*, 2016; Bello *et al.*, 2021), mas enfrentam múltiplas ameaças decorrentes da

fragmentação, perda de mutualistas e mudanças climáticas (Sarath *et al.*, 2023). Sendo que sua diversidade morfológica e bioquímica reflete uma longa história evolutiva de adaptações às interações com animais dispersores em várias linhagens da família, o acúmulo de lipídios no mesocarpo evoluiu de forma independente como estratégia para aumentar a atratividade dos frutos e favorecer a dispersão zoocórica (Guerin *et al.*, 2020). Essa combinação de alta produção de frutos e ampla distribuição faz das palmeiras elementos-chave nas redes de frugivoria tropicais, sustentando uma diversidade significativa de aves e mamíferos frugívoros (Balslev *et al.*, 2016; Bello *et al.*, 2021; Fuzessy & Pizo, 2025).

Essa relevância ecológica das palmeiras como plantas frutíferas também as torna particularmente sensíveis a alterações na composição de dispersores e à introdução de espécies exóticas com atributos similares. Nesse contexto, destaca-se a crescente presença de palmeiras exóticas, como as palmeiras-reais (espécies do gênero *Archontophoenix sp.*), consideradas invasoras, cuja introdução e expansão vêm sendo registradas em fragmentos florestais da mata atlântica (Dislich *et al.*, 2002; Zenni & Ziller, 2011; Condé *et al.*, 2018; Petri *et al.*, 2018; Fehr *et al.*, 2020). Essas espécies, nativas da Austrália, são amplamente utilizadas como ornamentais no Brasil (Lorenzi *et al.*, 1996, Kuntschik, 2006; Charlo *et al.*, 2006). Dislich *et al.*, (2002) foram os primeiros a registrar uma invasão do gênero *Archontophoenix* em um pequeno fragmento florestal urbano da mata atlântica no estado de São Paulo, a palmeira-real estava com uma das maiores densidades de indivíduos na área, e apresentou uma alta taxa de crescimento populacional, indicando uma dominância ainda maior no futuro (Dislich; Pivello, 2002; Dislich, *et al.*, 2002). Desde a década de 1990, palmeiras do gênero *Archontophoenix*, por apresentarem rápido crescimento e fácil adaptação, vêm sendo amplamente cultivadas no país para produção comercial do palmito, como alternativa ao palmito tradicional (Lorenzi *et al.*, 1996; Kuntschik, 2006). O palmito tradicional é proveniente de uma palmeira nativa a palmeira-juçara (*Euterpe edulis*) (Mart.) (Lorenzi, 1996; Cintra, 2016).

Atualmente, *E. edulis* é considerada vulnerável à extinção (CNCFlora, 2024), com grandes populações da espécie encontradas apenas em áreas protegidas, uma vez que a exploração ilegal para extração do palmito tem causado declínio das populações remanescentes em diversas regiões (Galetti; Aleixo, 1998; Galetti, Fernandez 1998; Mengardo, *et al.*, 2012; Cintra, 2016). Além das pressões locais, *E. edulis* enfrenta ameaças amplas associadas às mudanças climáticas e à introdução de espécies exóticas (Galetti *et al.*, 2013). Modelagens de nicho ecológico indicam que o aquecimento global reduzirá significativamente a adequação ambiental da espécie na Mata Atlântica, enquanto espécies

não nativas tendem a manter ou ampliar seu potencial de invasão (De Souza & Prevedello, 2021). Esses resultados apontam que as interações ecológicas e competitivas envolvendo palmeiras nativas e exóticas podem se intensificar em cenários futuros, comprometendo ainda mais a regeneração e a persistência de *E. edulis*.

Justamente por sua importância ecológica e vulnerabilidade crescente, *E. edulis* tem sido considerada uma potencial substituta da palmeira invasora para recuperação ambiental de ambientes naturais (Dislich, 2002; Christianini, 2006; Mengardo, *et al.*, 2012; Cintra, 2016), uma vez que ambas espécies compartilham características ecológicas e funcionais semelhantes: são espécies clímax, tolerantes à sombra, crescem em uma variedade de condições de solo, e apresentam traços comparáveis, como estrutura de infrutescência, tamanho dos frutos e sementes (Reis, *et al.*, 2000; Christianini 2006; Williams, 2008; Mengardo; Pivello, 2012; Mengardo, *et al.*, 2012; Cintra, 2016; Bello, *et al.*, 2021). Além disso, *E. edulis* é reconhecida como uma espécie-chave da Mata Atlântica, fornecendo alimento a uma ampla variedade de frugívoros, especialmente durante os períodos de escassez de frutos durante o inverno austral (Galetti; Aleixo, 1998; Matos; Watkinson, 1998; Mantovani; Morellato, 2000; Mengardo, *et al.*, 2012; Elias *et al.*, 2019). Compreender as interações entre aves frugívoras e ambas as espécies torna-se fundamental para prever as consequências ecológicas da substituição das palmeiras em comunidades tropicais.

Essa coexistência entre palmeiras nativas e exóticas em uma mesma paisagem traz preocupações sobre possíveis efeitos ecológicos indiretos mediados por frugívoros. Plantas com frutos carnosos têm potencial para alterar os padrões de forrageamento de espécies de frugívoros nativos, o que, por sua vez, pode impactar a dispersão de sementes da flora nativa (Mokotjomela, *et al.* 2013; Cintra, 2016). Neste caso, são as aves, as principais consumidoras dos frutos da *Archontophoenix sp* e de *E. edulis* (Christianini, 2006; Cintra, 2016), e certamente estão contribuindo para o processo de invasão ao dispersarem sementes da *Archontophoenix sp* para o interior da mata, pois ao se deslocarem entre áreas externas e internas do fragmento, animais podem atuar como vetores de dispersão de sementes de espécies vegetais exóticas, facilitando e amplificando o processo de invasão (Janzen, 1983; Christianini, 2006). Estudos indicam que as palmeiras do gênero *Archontophoenix* podem competir diretamente com *E. edulis*, devido à sobreposição funcional e ambiental entre ambas (Bello *et al.*, 2021). Entre os fatores que contribuem para potencial de invasão de plantas estão a produção e a dispersão de sementes, pois os diásporos são agentes de colonização (Rejmánek *et al.*, 2005; Kuntchik, 2006). Embora nenhuma das duas palmeiras seja capaz de promover um banco de sementes permanente, uma vez que todas as sementes germinam ou

morrem em até um ano (Mengardo *et al.*, 2012), espécies de *Archontophoenix sp.* apresentam maior produção de frutos, maior sucesso de germinação e menor predação de sementes em comparação a *E. edulis* (Mengardo *et al.*, 2012; Christianini, 2006; Cintra, 2016). Dessa forma, a elevada capacidade de disseminação da palmeira-real está principalmente relacionada às suas características de propagação e dispersão, tornando essencial compreender esses processos para prever os impactos potenciais das espécies exóticas sobre as comunidades nativas (Buckley, *et al.*, 2006; Traveset; Richardson, 2014; Cintra, 2016).

Frente aos possíveis impactos ecológicos decorrentes dessas interações, esse estudo teve como objetivo descrever e comparar a frugivoria exercida por aves entre a palmeira nativa *Euterpe edulis*, e a exótica invasora *Archontophoenix sp.*, na região da Serra do Tabuleiro, em Santa Catarina, sul do Brasil. Embora haja evidências de que *Archontophoenix sp.* seja amplamente consumida por aves, ainda são escassos estudos comparativos que quantificam diferenças funcionais e ecológicas entre a frugivoria exercida na espécie exótica e na espécie nativa *E. edulis*. Parte-se da hipótese de que a assembleia de aves frugívoras associada a *E. edulis* será mais rica, mais diversa morfológicamente (massa e tamanho da largura de bico) e mais eficaz na dispersão de sementes do que aquela observada em *Archontophoenix sp.* Essa expectativa se baseia na longa história evolutiva e nas interações ecológicas estabelecidas entre *E. edulis* e a avifauna local, em contraste com a relação recente e potencialmente mais oportunista entre a fauna nativa e a espécie exótica. Especificamente, buscou-se (i) descrever e comparar a riqueza e a abundância das aves frugívoras associadas às duas palmeiras; (ii) quantificar a frequência de visitas de aves frugívoras às infrutescências de cada espécie de palmeira ao longo do período de frutificação; (iii) descrever e comparar os padrões comportamentais de frugivoria das aves entre as palmeiras; (iv) identificar potenciais dispersores de sementes; e (v) comparar atributos funcionais dos frugívoros, como a massa corporal e a largura da abertura do bico, entre as aves consumidoras dos frutos de ambas palmeiras.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de estudo

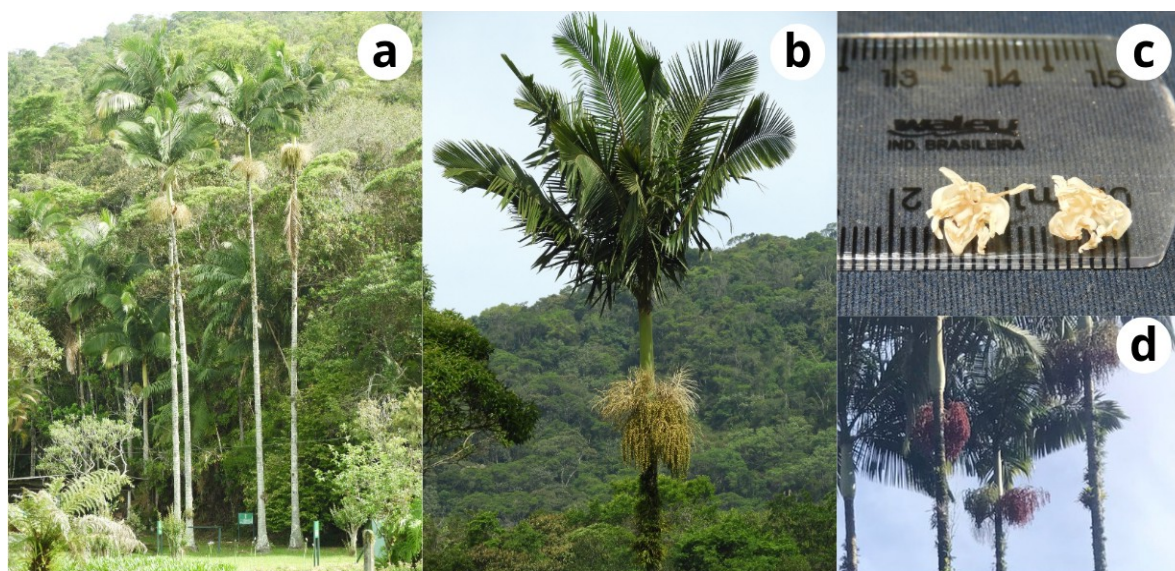
O estudo foi realizado na localidade de Caldas da Imperatriz (-27.731696, -48.810617), município de Santo Amaro da Imperatriz, porção norte da Serra do Tabuleiro, Santa Catarina, sul do Brasil. O histórico de Caldas da Imperatriz está intimamente ligado às suas águas termais, que desde o século XIX orientam o uso e ocupação do território. Conforme Hellmann & Hellmann (2014), a economia local deixou de ser predominantemente rural e passou a girar em torno do turismo termal, com a instalação de hotéis, balneários e serviços associados, fazendo das águas minerais o principal motor de desenvolvimento regional. Parte dos pontos amostrais (n = 8) foi estabelecida em propriedades privadas no entorno do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PAEST), enquanto outros pontos (n = 2) foram estabelecidos dentro dos limites do PEST. As propriedades privadas possuem diferentes graus de antropização, com jardins arborizados e porções de floresta ombrófila densa secundária em diferentes estágios de regeneração (inicial, médio ou avançado). O Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, por sua vez, é considerado a maior unidade de conservação de Santa Catarina, com 87.405 hectares (Severo & Miguel, 2007; IMA, 2018). O PAEST possui uma ampla diversidade de habitat e abrange quase todas as grandes formações vegetais encontradas no Estado de Santa Catarina (IMA, 2018). O ambiente caracteriza-se por apresentar uma floresta ombrófila densa de encosta, que atualmente passa por fase de regeneração devido a um desmatamento ocorrido entre 1947 e 1949, para controle da malária (São Thiago, 2003). O clima do local é classificado como do tipo Cfa, mesotérmico úmido com chuvas distribuídas uniformemente ao longo do ano e com verão quente (temperatura média do mês mais quente acima de 22° C) (Köppen, 1931; Cherem, *et al.*, 2011; IMA, 2018).

2.2. Espécies-alvo

Existem duas espécies de *Archontophoenix* (Palmeira-real) exóticas e invasoras no Brasil, *Archontophoenix alexandrae* e *Archontophoenix cunninghamiana* (Kuntzschik, 2006; Cintra, 2016; Fehr *et al.*, 2020; Amaral, 2021). São espécies crípticas que diferem apenas em características da base da folha e tamanho e cor da flor (Kuntzschik, 2006). No local do estudo identificamos *Archontophoenix alexandrae* (F.Muell.) H.Wendl. & Drude (Arecaceae), a identificação foi confirmada com base em caracteres florais e por consulta com especialistas (Figura 1). *Archontophoenix alexandrae* é nativa de Queensland, Austrália, é uma palmeira alta, amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais do mundo, incluindo no Brasil (Starr *et al.*, 2003; Charlo *et al.*, 2006; De Fatima Silva, *et al.*, 2021). É uma espécie de

crescimento monopodial, com alta tolerância à sombra, embora apresente um desenvolvimento mais rápido quando exposta ao pleno sol. É bem adaptada às condições subtropicais, pois as condições climáticas e topográficas são semelhantes às da sua área de distribuição nativa (Lorenzi, *et al.*, 2004; Charlo *et al.*, 2006). Esta espécie tem um período de frutificação prolongado, florescendo e frutificando o ano inteiro em algumas áreas, produzindo uma a cinco infrutecências, que contendo 3600 frutos. Os frutos são pequenas drupas vermelhas (diâmetro do fruto de $9,8 \pm 0,97$ mm) que são muito atraentes para aves (Charlo *et al.*, 2006; Mengardo; Pivello 2012; Bello, *et al.*, 2021).

Figura 1 – Indivíduos e estruturas reprodutivas de *Archontophoenix alexandrae* (palmeira-real) observados na Serra do Tabuleiro, SC.

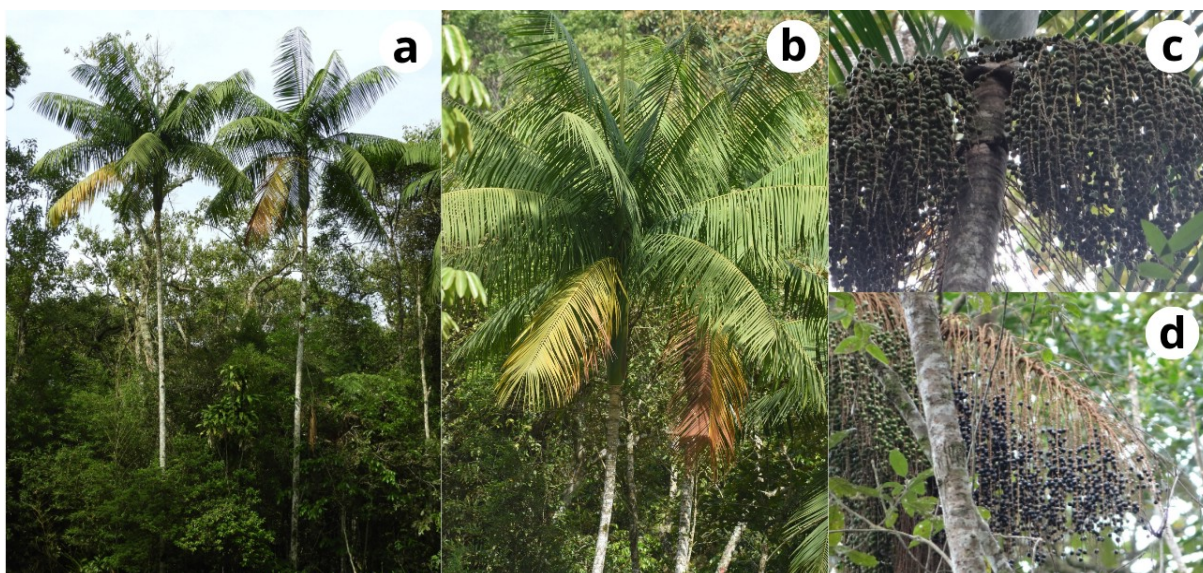


Legenda: (a–b) Aspecto geral dos indivíduos e do estipe. Fotos: Guilherme Willrich (c) Flor estaminada bege (~6 mm). Foto: Guilherme Willrich; (d) Cacho com frutos maduros. Foto: Júlia Montegutti Cândido.

Euterpe edulis Mart. (Arecaceae), conhecida como palmito-juçara, é uma palmeira endêmica da Mata Atlântica. Ocorre do sul da Bahia ao Rio Grande do Sul (Jarenkow; Waechter, 2001; Reis *et al.*, 2000; Bello, *et al.*, 2021). Em condições nativas, *E. edulis* foi amplamente e abundantemente distribuída em diferentes formações da Mata Atlântica brasileira (Reis *et al.*, 2000; Elias *et al.*, 2019; Bello, *et al.*, 2021). Embora haja variação local, a frutificação inicia em maio e o amadurecimento dos frutos ocorre até novembro. Cada indivíduo de palmeira produz de uma a cinco infrutescências, contendo mais de 1300 frutos por cacho. O fruto é uma drupa globosa (diâmetro do fruto $\sim 11,98 \pm 1,15$ mm), com um epicarpo preto fino e um mesocarpo rico em carboidratos (polpa) envolvendo uma única semente. *Euterpe edulis* também é chamada de “Açaí da Mata Atlântica”, por ser do mesmo gênero e compartilhar composição nutricional e propriedades sensoriais semelhantes ao açaí

(*Euterpe oleracea*) (Schulz *et al.*, 2016; Cintra, 2016; Bello, *et al.*, 2021, Morais, *et al.*, 2022). Portanto, tem um alto índice nutricional, com cerca de 4,4 vezes mais lipídios, 11,1 vezes mais carboidratos e 10 vezes mais proteínas em comparação com *Archontophoenix* (Cintra, 2016) (Figura 2).

Figura 2 – Indivíduos e estruturas reprodutivas de *Euterpe edulis* (palmeira-juçara) observados na Serra do Tabuleiro, SC.

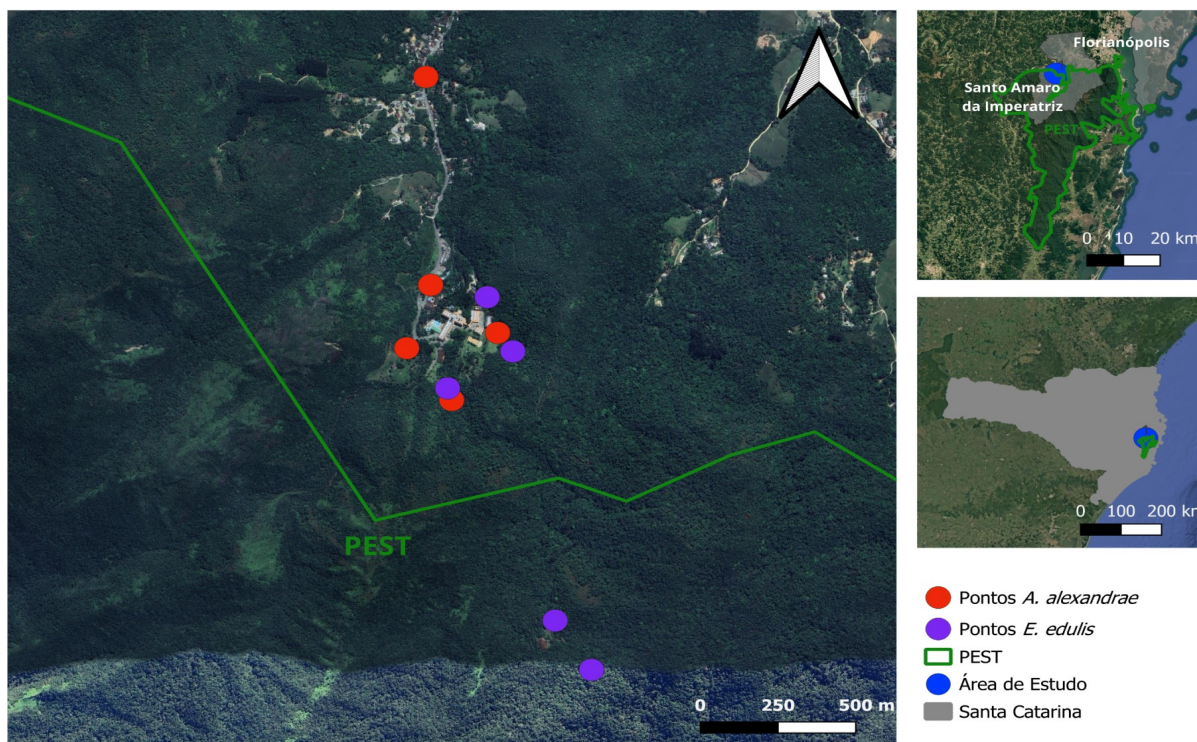


Legenda: (a–b) Aspecto geral dos indivíduos adultos e do estipe. Fotos: Guilherme Willrich. (c) Cachos infrutescente imaturo e (d) cachos com frutos maduros. Fotos: autor.

2.3. Coleta de dados

Para avaliar o consumo das palmeiras pelas aves, foram selecionados cinco pontos de coleta para cada palmeira, mantendo uma distância mínima de 200 metros entre os pontos. Consideramos um raio de 15 metros para cada ponto de coleta, dentro do qual o indivíduo focal foi escolhido pelo critério de maior quantidade de frutos maduros visíveis no momento da amostragem. Três pontos estão localizados nos limites de uma propriedade privada, onde *E. edulis* e *A. alexandrae* ocorrem de forma simpátrica. Os dois pontos restantes para cada palmeira estão distribuídos em ambientes distintos: áreas urbanas no entorno da unidade de conservação para a palmeira-real, e interior de uma área florestal para a palmeira-juçara (Figura 3). Esses pontos da área florestal estão dentro dos limites do PEST, e a coleta de dados desses pontos foi realizada sob autorização do Instituto do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (IMA) (Anexo A).

Figura 3 – Mapa de localização e distribuição dos pontos de coleta para observação de frugivoria em *Euterpe edulis* e *Archontophoenix alexandrae* na localidade de Caldas da Imperatriz, no entorno do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC, sul do Brasil.



Para quantificar as aves consumidoras dos frutos das duas espécies de palmeira utilizou-se o método de observação focal, seguindo as recomendações de Pizo & Galetti (2010), durante o período de frutificação de cada palmeira, de janeiro a fevereiro para *A. alexandrae* e de maio a outubro para *E. edulis*. Cada sessão de amostragem teve duração máxima de duas horas, realizadas nos períodos da manhã e da tarde, com alternância aleatória de amostragem entre cada ponto. As observações matutinas foram iniciadas entre uma e duas horas após o amanhecer, e as vespertinas, aproximadamente duas horas antes do pôr do sol. O esforço amostral foi equilibrado entre os dois períodos (5 horas cada palmeira), totalizando 10 horas por ponto, 50 horas por espécie de palmeira e 100 horas no total. Foi respeitada a distância mínima de 10 metros da árvore-focal para evitar viés de influência do observador no comportamento de frugivoria. As observações foram realizadas com o auxílio de binóculo (7x35) e guia de identificação (Jacobs & Fenalti, 2023) e com pelo menos duas pessoas por amostragem. Toda ave que pousou foi identificada seguindo a nomenclatura taxonômica recomendada pelo Conselho Brasileiro de Registros Ornitológicos (Pacheco, *et al.*, 2021). Em cada interação, foram anotados: número de indivíduos; hora em minutos de chegada e saída; quantidade de frutos ingeridos; estimativa do tempo de alimentação e o comportamento alimentar (engoliu fruto inteiro, comeu apenas a polpa, quebrou a semente, derrubou no chão, se alimentou de fruto caído no chão, regurgitou semente), os exemplos das fichas de esforço e

coleta de dados utilizados na pesquisa estão em anexo (Anexo B e C).

2.4 Análise de dados

Para comparar a composição e abundância da comunidade de aves frugívoras associadas a *A. alexandrae* e *E. edulis*, foram analisadas a riqueza de espécies e a abundância (número total de interações registradas) de frugívoros registrados em cada espécie de palmeira. Foi comparada a riqueza e a abundância pelo teste de Wilcoxon, considerando que não se assume normalidade nos dados. Os dados foram organizados na Tabela 1 por espécie e por palmeira, incluindo a frequência de visitas (total de interações registradas pela espécie), tempo médio de permanência no cacho e o registro dos comportamentos observados. Além disso, para comparação da assembleia frugívora e espécies compartilhadas em ambas palmeiras, foi construído um diagrama de Venn. Adicionalmente, foram comparadas as características morfológicas das aves dispersoras legítimas em potencial que engoliram o fruto inteiro, incluindo massa corporal e abertura média do bico (“*gape width*”), obtidas do banco de dados Atlantic Frugivory (Bello *et al.*, 2017). As comparações morfológicas foram realizadas por meio de testes de Wilcoxon.

As três espécies consumidoras não identificadas foram excluídas, para posteriormente calcular a eficácia da dispersão de sementes (EDS) (Schupp 1993; Schupp *et al.*, 2010; Cintra 2016). Essa abordagem considera dois componentes principais: quantidade e qualidade da dispersão, que refletem o efeito líquido de uma espécie ou assembleia de frugívoros sobre a aptidão reprodutiva das plantas. A quantidade refere-se ao número de sementes dispersas por uma espécie frugívora ou grupo funcional, enquanto a qualidade mede a probabilidade de cada semente dispersa sobreviver, germinar e estabelecer-se com sucesso (Schupp *et al.*, 2010). O componente qualitativo foi estimado por meio da probabilidade de dispersão (DP), calculada como a proporção de frutos efetivamente dispersos (total de frutos engolidos, transportados, comidos ao chão menos os regurgitados), em relação ao total de frutos manipulados pelas aves (1).

$$DP = \frac{\text{Frutos ingeridos ou transportados} + \text{frutos comidos no chão} - \text{frutos regurgitados}}{\text{Total de frutos manipulados}} \quad (1)$$

Foram consideradas frugívoras potenciais dispersoras as aves que ingeriram ou transportaram os frutos sem danificar as sementes, além das que consumiram os frutos no chão, considerando uma dispersão secundária, uma vez que têm potencial de depositar as sementes afastadas da planta-mãe, aumentando as chances de germinação e estabelecimento (Howe *et al.*, 1985; Cintra, 2016). Por outro lado, aves que danificam as sementes ou que

através de seu comportamento de consumo deixam os frutos caírem sob a planta-mãe (consumidor de polpa; derrubar no chão e regurgitar a semente), não contribuem efetivamente para o processo de dispersão, pois sementes danificadas perdem a capacidade de germinação e sementes depositadas sob a planta-mãe enfrentam maior mortalidade e competição intraespecífica (Janzen, 1970; Jordano & Schupp, 2000; Cintra, 2016).

O componente quantitativo (QC) foi calculado como o produto entre a frequência de visitas (VF), a taxa de manipulação de frutos (HR) e a probabilidade de dispersão (DP), de modo que (2):

$$QC = VF \times HR \times DP \quad (2)$$

A frequência de visitas corresponde ao número total de visitas da espécie dividido pelo número de horas de observação, e a taxa de manipulação, ao número de frutos manipulados dividido pelo número de visitas.

A EDS total foi obtida multiplicando-se os componentes quantitativos e qualitativos, para estimar e comparar a eficácia da dispersão de sementes (EDS) entre as espécies de palmeiras e entre espécies de aves, sendo (3):

$$EDS = QC \times DP \quad (3)$$

Os componentes qualitativos e quantitativos foram estimadas em dois níveis distintos, por espécie de palmeira e por espécie de ave, para comparar as palmeiras e entender a contribuição de cada ave frugívora.

Esses resultados foram ilustrados por meio de gráficos de barras (DP e QC de cada ave por palmeira) e diagramas bivariados de $QC \times DP$ com isoclinas de EDS, representando linhas de igual eficácia, como por Schupp *et al.*, (2010). Para comparação dos valores de EDS de cada palmeira foi construída a Tabela 2.

Todas as análises foram realizadas no software R (R Core Team, 2024), utilizando os pacotes tidyverse (Wickham *et al.*, 2019) para manipulação de dados e visualizações, rstatix (Kassambara, 2019) para testes estatísticos não paramétricos, ggrepel (Slowikowski *et al.*, 2018) para a rotulagem de pontos nos gráficos de dispersão, e cowplot (Wilke *et al.*, 2019) para a combinação e padronização de figuras.

3. RESULTADOS

Foram registradas 27 espécies de aves alimentando-se dos frutos das duas espécies de palmeira, pertencentes a dez famílias diferentes (Tabela 1). As famílias mais representativas foram Thraupidae (10 espécies) e Turdidae (5 espécies). No total, foram observados 570 eventos de frugivoria, sendo 490 (85,96%) em cachos de *Archontophoenix alexandrae* e 80 (14,04%) em *Euterpe edulis*. Observou-se também maior riqueza ($W = 25$, $p = 0,012$) e abundância ($W = 25$, $p = 0,008$) de espécies interagindo com *A. alexandrae* em comparação a *E. edulis*. A composição da assembleia de frugívoros diferiu entre as duas palmeiras, *Archontophoenix alexandrae* apresentou maior riqueza com 21 espécies, enquanto *Euterpe edulis* registrou 12 espécies. Apesar dessa diferença, houve um núcleo compartilhado composto por seis espécies generalistas (*Coereba flaveola*, *Ramphastos dicolorus*, *Tangara seledon*, *Turdus albicollis*, *Turdus flavipes* e *Turdus leucomelas*), representando 22% de toda a assembleia registrada (Figura 5). Além disso, as aves permaneceram, em média, quase o dobro do tempo sobre os cachos e consumiram aproximadamente três vezes mais frutos da palmeira invasora. Também foram observadas diferenças no comportamento alimentar das espécies consumidoras, sendo que os representantes da família Thraupidae consumiram principalmente a polpa e estiveram mais associados a *A. alexandrae*, enquanto espécies da família Turdidae ingeriram o fruto inteiro em ambas as palmeiras, atuando como potenciais dispersoras das sementes. Porém, duas espécies de Thraupidae apresentaram comportamentos que indicam potencial como dispersoras legítimas. *Thraupis palmarum* ingeriu o fruto inteiro de *A. alexandrae* em sete ocasiões, sendo o único Thraupidae que apresentou esse comportamento, embora a maioria de suas interações envolvesse consumo de polpa, demonstrando plasticidade alimentar (Rojas *et al.*, 2025). Além disso, *Thraupis sayaca* foi observada carregando frutos de *A. alexandrae* para longe da planta-mãe para consumir a polpa, indicando potencial de transporte de sementes.

Além disso, nenhuma ave foi observada predando as sementes de ambas as palmeiras, um comportamento mais esperado de representantes da família Psittacidae. No entanto, a única espécie dessa família registrada, *Pyrrhura frontalis*, removia os frutos dos cachos de *A. alexandrae* e raspava a polpa, deixando as sementes caírem. Devido a esse comportamento, foi também a espécie que mais derrubou sementes no solo. Além disso, apenas a espécie *Turdus leucomelas* foi observado consumindo frutos diretamente do chão, realizando dispersão secundária. Por fim, o consumo de polpa foi o principal comportamento que diferiu entre as palmeiras, com 14 espécies consumindo a polpa de *A. alexandrae* e apenas uma de *E. edulis*.

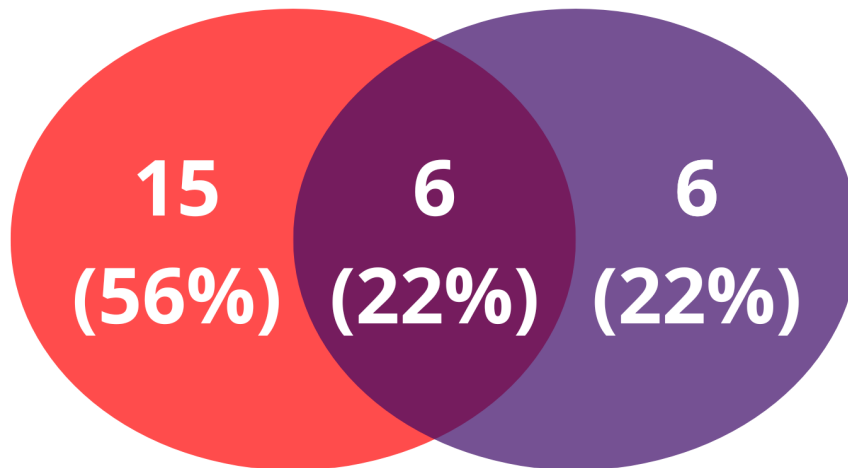
Tabela 1: Espécies de aves frugívoras e seus comportamentos de interação registrados nos cachos de *Archontophoenix alexandrae* e *Euterpe edulis*

Espécie de palmeira	Família e espécie de ave	VF	T médio (s)	Comportamentos						
				1	2	3	4	5	6	
<i>Archontophoenix alexandrae</i>	Psittacidae									
	<i>Pyrrhura frontalis</i>	12	265	-	30	-	30	-	-	
	Ramphastidae									
	<i>Ramphastos dicolorus</i>	2	240	10	-	-	-	-	-	
	Trochilidae									
	<i>Chiomesa fimbriata</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Thalurania glaucopis</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Trochilidae sp</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	
	Tyrannidae									
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	4	15	2	2	-	-	-	-	
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	3	10	2	1	-	-	-	-	
	Turdidae									
	<i>Turdus albicollis</i>	4	15	13	-	-	-	-	-	
	<i>Turdus amaurochalinus</i>	66	28,95	151	2	-	17	-	1	
	<i>Turdus flavipes</i>	149	16,07	170	-	-	10	-	-	
	<i>Turdus leucomelas</i>	102	22,41	154	3	-	13	2	1	
	<i>Turdus rufiventris</i>	34	31,03	95	-	-	8	-	2	
	<i>Turdus sp</i>	4	23,33	9	-	-	-	-	-	
	Thraupidae									
	<i>Coereba flaveola</i>	4	70	-	4	-	-	-	-	
	<i>Dacnis cayana</i>	2	60	-	1	-	-	-	-	
	<i>Sicalis flaveola</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	
	<i>Tachyphonus coronatus</i>	1	30	-	1	-	-	-	-	
	<i>Tangara cyanocephala</i>	7	50	-	5	-	-	-	-	
	<i>Tangara seledon</i>	3	33,33	-	3	-	-	-	-	
	<i>Thraupis cyanoptera</i>	19	35,56	-	18	-	2	-	-	
	<i>Thraupis ornata</i>	19	117,33	-	15	-	-	-	-	
	<i>Thraupis palmarum</i>	37	65,86	7	28	-	3	-	-	
	<i>Thraupis sayaca</i>	10	38	1	10	-	5	-	-	
	<i>Thraupis sp</i>	2	240	-	2	-	-	-	-	
	spp	2	60	-	1	-	-	-	-	
	TOTAL		490	54,57	615	126	0	88	2	4
	<i>Euterpe edulis</i>	Cracidae								
<i>Penelope supercilialis</i>		2	75	31	-	-	5	-	-	
Ramphastidae										
<i>Ramphastos dicolorus</i>		1	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Selenidera maculirostris</i>		6	150	86	-	-	-	-	21	
Momotidae										
<i>Baryphthengus ruficapillus</i>		1	30	6	-	-	3	-	-	
Trochilidae										
<i>Trochilidae sp</i>		1	-	-	-	-	-	-	-	
Furnaridae										
<i>Philydor atricapillus</i>		1	-	-	-	-	-	-	-	
Cotingidae										
<i>Carpornis cucullata</i>		5	26	9	-	-	-	-	3	
<i>Procnias nudicollis</i>		1	30	5	-	-	-	-	-	
Turdidae										
<i>Turdus albicollis</i>		9	10	9	-	-	-	-	-	
<i>Turdus flavipes</i>		44	18,64	76	-	-	-	-	-	
<i>Turdus leucomelas</i>		5	10	3	-	-	-	-	-	
Thraupidae										
<i>Coereba flaveola</i>		2	10	-	1	-	-	-	-	
<i>Tangara seledon</i>	1	-	-	-	-	-	-	-		
spp	1	-	-	-	-	-	-	-		
TOTAL		80	20,75	225	1	0	8	0	24	

Legenda: VF = Frequência de visitas; T médio = Tempo médio de permanência em segundos; Comportamentos: 1 = total de frutos ingeridos ou transportados; 2 = Ingeriu a polpa; 3 = Quebrou a semente; 4 = Derrubou no chão; 5 = Comeu fruto do chão; 6 = Regurgitou a semente. Observação: espécies adicionais que foram registradas na área do estudo se alimentando das palmeiras, mas não apareceram na amostragem, incluem: *Ortalis squamata*, *Megarhynchos pitangua* e *Saltator similis* para *Archontophoenix alexandrae* e *Ortalis squamata*, *Pionopsitta pileata*, *Pyrrhura frontalis*, *Trogon viridis*, *Myiodynastes maculatus*, *Turdus rufiventris* e *Turdus subalaris* para *Euterpe edulis*.

Figura 4 – Diagrama de Venn representando as espécies de aves frugívoras registradas consumindo frutos de *Archontophoenix alexandrae* e *Euterpe edulis*. Os números indicam o total de espécies exclusivas a cada palmeira e aquelas compartilhadas por ambas.

A. alexandrae



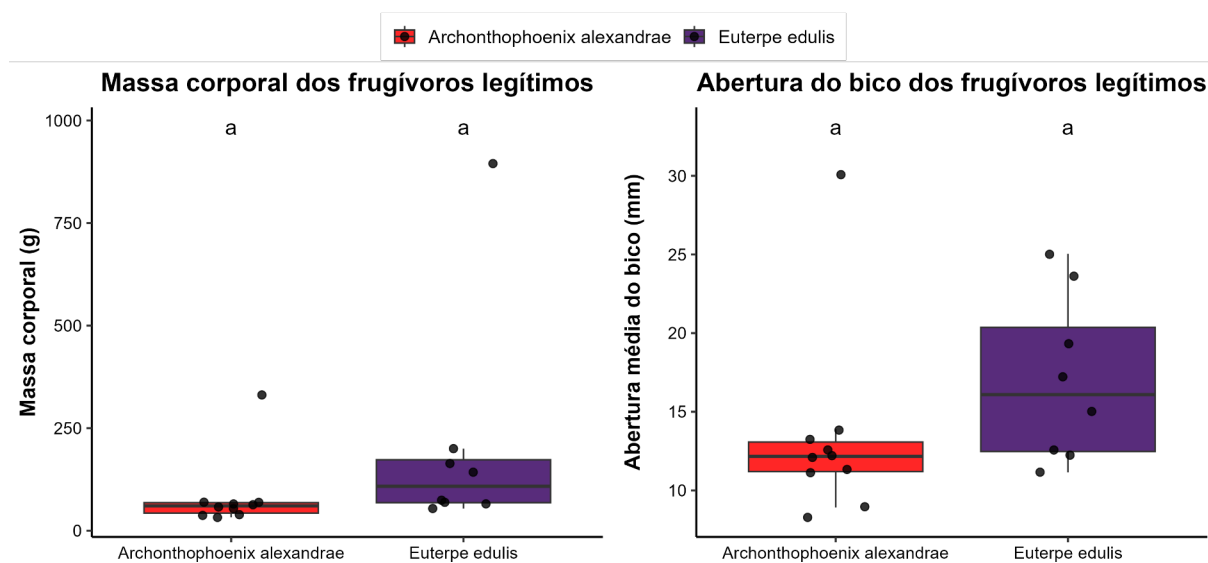
E. edulis

Entre os insetívoros da família Tyrannidae, *Pitangus sulphuratus* e *Tyrannus melancholicus*, consumiram ocasionalmente os frutos da palmeira-real, embora não sejam frugívoros típicos, ambas espécies podem desempenhar um papel funcional importante em ambientes abertos e antropizados, atuando como dispersores oportunistas (Camargo *et al.*, 2020; Carlo *et al.*, 2022). Além disso, realizam o comportamento de ataque ao fruto e regurgitam sementes longe da planta-mãe, aumentando a possibilidade de dispersão (Carlo *et al.*, 2022). E apesar de ser consumo oportunista, durante as observações, foi registrado um indivíduo adulto de *P. sulphuratus* ensinando um jovem a comer os frutos de *A. alexandrae*, mostrando assim sua contribuição local estabelecida entre gerações com o consumo da palmeira invasora.

Foram comparadas a massa corporal e a largura da abertura média do bico das espécies consideradas potenciais dispersoras nas duas palmeiras (Figura 5). A massa corporal dos frugívoros foi maior na palmeira nativa (média = 208.02 ± 282.72) do que na exótica (média = $81,91 \pm 88,57$) com diferença estatística entre os grupos ($W = 16,5$, $p = 0,041$). Além disso, a comunidade de dispersores de *E. edulis* apresentou maior amplitude de variação, incluindo espécies de grande porte como *Penelope superciliaris*, *Procnias nudicollis*, *Carpornis cucullata*, *Selenidera maculirostris* e *Baryphthengus ruficapillus*, reconhecidas por atuarem como importantes frugívoros da palmeira-juçara em florestas da Mata Atlântica (Pizo *et al.*,

2002; Galetti *et al.*, 2013; Fuzessy *et al.*, 2022). Enquanto os dispersores de *A. alexandrae* concentraram-se abaixo de 100 g, com exceção de *Ramphastos dicolorus* (331 g). Embora a diferença na largura da abertura média do bico não tenha sido estatisticamente significativa ($W = 20,5$, $p = 0,091$), observou-se uma tendência de valores mais elevados entre os frugívoros de *E. edulis* (média = $17,01 \pm 5,27$) em comparação a *A. alexandrae* (média = $13,38 \pm 6,13$), o que é morfologicamente compatível com maior diâmetro de seus frutos de *A. alexandrae*.

Figura 5 – Comparação dos frugívoros potenciais dispersores entre as palmeiras.



O índice de Efetividade da Dispersão de Sementes (EDS) foi superior em *A. alexandrae* em relação a *E. edulis*. Embora ambas palmeiras apresentem probabilidades de dispersão (DP) semelhantes, *A. alexandrae* exibiu um índice quantitativo maior, indicando maior número de sementes potencialmente dispersas. Como resultado, sua eficácia de dispersão foi aproximadamente três vezes superior à da palmeira nativa (Tabela 2).

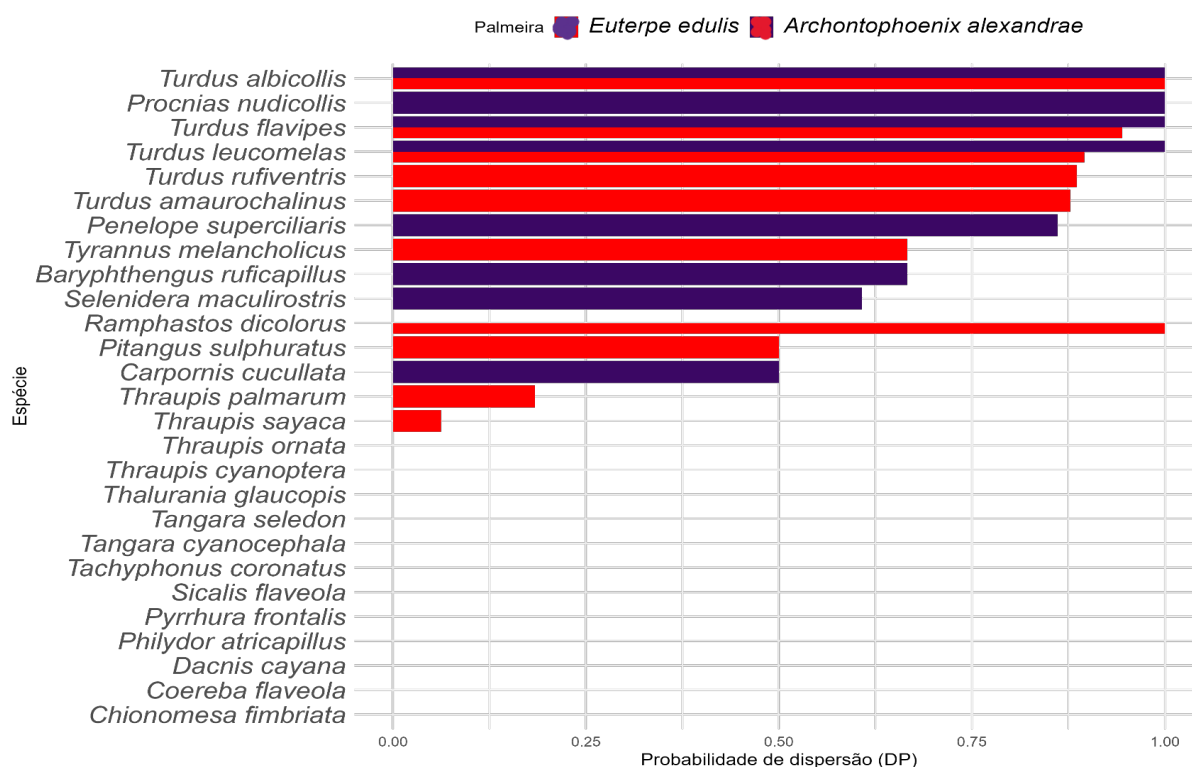
Tabela 2: Tabela dos valores dos índices qualitativos e quantitativos e a EDS geral para ambas palmeiras.

Palmeira	QC	DP	EDS
<i>Archontophoenix alexandrae</i>	12,26	0,734	9,001
<i>Euterpe edulis</i>	4,02	0,779	3,132

Legenda: QC (Índice quantitativo) = VF (frequência de visitas/horas de observação * DFV (número de frutos dispersos dividido pelo número total de visitas); DP (Probabilidade de dispersão) = proporção de frutos efetivamente dispersos (engolidos e/ou transportados) em relação ao total de frutos manipulados pelas aves; EDS = QC x DP.

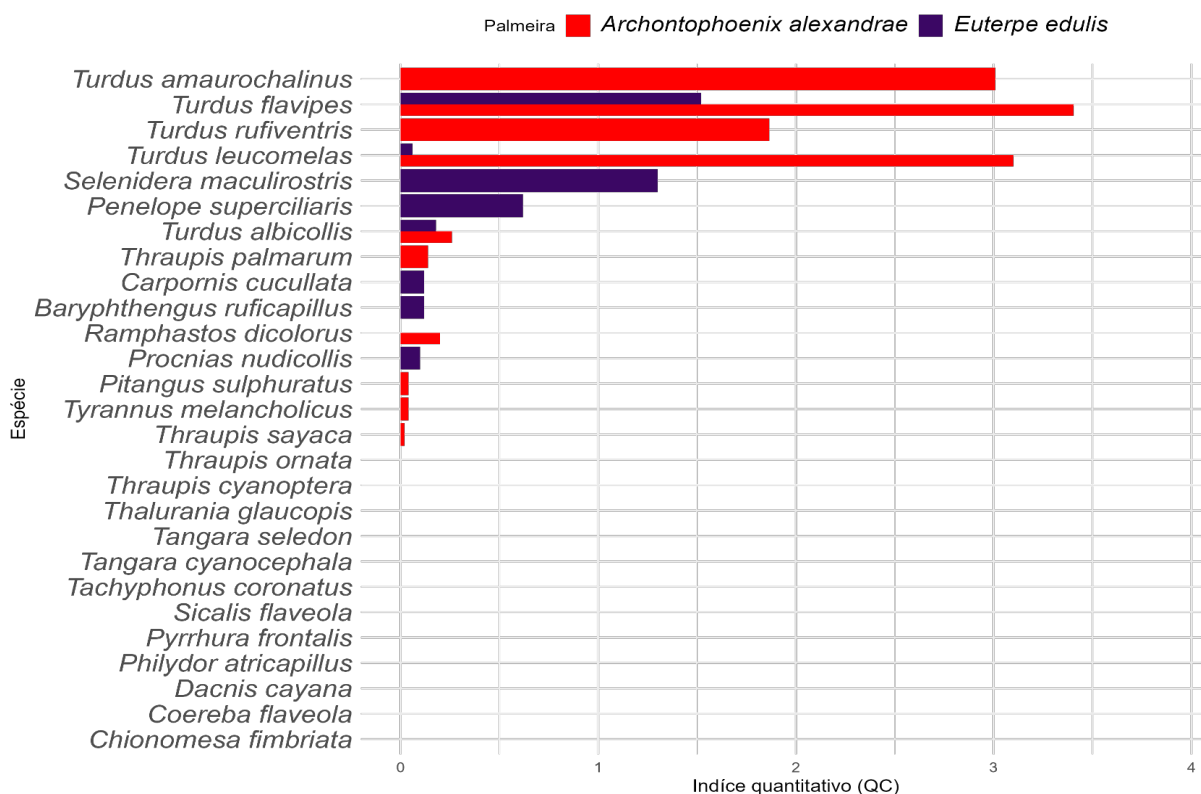
Em ambas as espécies de palmeira, as aves que engoliram os frutos inteiros apresentaram maiores valores de probabilidade dispersão (DP), indicando maior potencial dispersor. Por outro lado, as aves que derrubaram e regurgitaram os frutos sob a planta-mãe apresentaram menor probabilidade de dispersão (Figura 6). Observou-se ainda que espécies oportunistas como *Pitangus sulphuratus* e *Tyrannus melancholicus* apresentaram alto valor de DP, sugerindo que também podem contribuir para a dispersão de *A. alexandrae*.

Figura 6 – Gráfico do índice qualitativo (DP) de cada ave por palmeira.



As espécies da família Turdidae foram as que mais contribuíram para o índice quantitativo (QC) em ambas palmeiras, devido a sua alta taxa de visitação. Além disso, suas contribuições foram maiores na palmeira invasora do que na nativa. No caso da palmeira-juçara, *Turdus flavipes* foi o principal contribuinte para o QC, embora *Penelope superciliaris* e *Selenidera maculirostris* também tenham apresentado grande contribuição (Figura 7).

Figura 7 – Gráfico do índice quantitativo (QC) de cada ave por palmeira.



A distribuição e a efetividade dos dispersores diferiram entre as palmeiras (Figura 8). Em *A. alexandrae*, os dispersores mais efetivos foram quatro espécies do gênero *Turdus* (*T. amaurochalinus*, *T. flavipes*, *T. leucomelas* e *T. rufiventris*), que apresentaram alta contribuição quantitativa e qualitativa, posicionando-se nas isoclinas mais elevadas. Entre eles, *T. flavipes*, *T. leucomelas* e *T. amaurochalinus* foram os dispersores mais importantes, com EDS de 3,2; 2,8 e 2,6, respectivamente, caracterizando-os como dispersores de alta qualidade. Na comunidade de dispersores de *E. edulis*, a distribuição foi mais dispersa, com maior ênfase no índice qualitativo, mas menor contribuição quantitativa. Espécies como *T. flavipes* e *P. superciliaris* apresentaram DP elevadas (1 e 0,86), porém QC relativamente baixos (1,52 e 0,62), limitando seu EDS final. *Selenidera maculirostris* situou-se na região central do gráfico, com QC 1,3 e DP 0,60, caracterizando-o como dispersor de efetividade moderada para a palmeira nativa. Observações piloto (2024) fora do PEST apontaram alta fidelidade temporal de *S. maculirostris* à frutificação de *E. edulis*, reforçando o potencial de mutualismo estável (detalhamento no Apêndice A). As demais espécies apresentaram variação em DP, mas aquelas com DP alta ou máxima contribuíram pouco para a EDS final.

4. DISCUSSÃO

Rejeitou-se a hipótese inicial pois a palmeira-real teve maior índice de eficácia de dispersão (EDS) em relação à palmeira-juçara, sugerindo um processo de invasão em curso que está relacionado com a maior potencial de dispersão sem participação antrópica. A alta EDS de *Archontophoenix alexandrae* se deve principalmente ao maior consumo total de frutos e a elevada taxa de visitação, que aumentaram o índice quantitativo da palmeira invasora, consumida principalmente por frugívoros de pequeno porte e generalistas. Em contraste, a assembleia de frugívoros na palmeira nativa foi composta por frugívoros de grande porte típicos da floresta, que visitaram os cachos com menor frequência, apesar do alto consumo de frutos por interação. Estudos de larga escala comparando as duas palmeiras também registraram essa partição entre frugívoros generalistas na invasora, e frugívoros especializados de grande porte na nativa (Cintra, 2016; Bello *et al.*, 2021). Assim como observado em outros sistemas tropicais, a contribuição relativa dos frugívoros para a EDS é fortemente determinada pela frequência de interações e pelo número de sementes removidas por visita, enquanto a qualidade da dispersão desempenha papel secundário (Campagnoli *et al.*, 2024). Portanto, o predomínio de interações com frugívoros generalistas e a elevada eficácia de dispersão conferem à palmeira-real uma vantagem competitiva significativa, indicando um processo de invasão em curso com potenciais consequências para a regeneração da floresta e para a conservação da palmeira-juçara.

Além disso, a grande disparidade entre riqueza e abundância entre as palmeiras também é preocupante, pois estudos recentes mostram que maior diversidade de frugívoros aumenta a uniformidade e diversidade da chuva de sementes em paisagens fragmentadas, promovendo coexistência e resiliência de plantas tropicais (Camargo *et al.*, 2021; Cazetta & Fahrig, 2022). No entanto, quando uma espécie exótica como *Archontophoenix alexandrae* monopoliza esses fluxos de dispersão, o mesmo processo que normalmente sustentaria a regeneração natural pode favorecer a expansão da exótica, reduzindo a heterogeneidade funcional da paisagem (Heleno *et al.*, 2013), já que as aves generalistas podem estar dispersando sementes da espécie exótica com maior frequência que a nativa. Esse deslocamento funcional tende a se acentuar sob cenários de mudanças climáticas, que favorecem a persistência e expansão de frugívoros generalistas de pequeno porte em detrimento de grandes dispersores especializados, o que amplia a homogeneização funcional e compromete o potencial adaptativo de espécies dependentes de dispersão por grandes aves, como *Euterpe edulis* (Fehr *et al.*, 2020; Friedemann *et al.*, 2021; Sales *et al.*, 2021; Martins *et al.*, 2025). Padrões semelhantes foram observados em redes de frugivoria na Mata Atlântica, onde a perda de grandes dispersores levou à simplificação estrutural da comunidade, com redução da

modularidade e aumento do aninhamento (Fuzessy *et al.*, 2022). Esses processos, em conjunto, indicam que *E. edulis* tende a ser ecologicamente desfavorecida, sofrendo redução na frequência de dispersão e perda de competitividade frente a palmeira-real.

De forma coerente com esse padrão, os resultados indicam uma preferência das aves generalistas por *A. alexandrae*, por conta de ter uma frutificação previsível e abundante, o que atrai e favorece aves onívoras e oportunistas, como representantes das famílias Thraupidae e Turdidae, adaptadas ao consumo de frutos de pequeno diâmetro e amplamente distribuídas em ambientes antropizados (Carlo *et al.*, 2022; Bello *et al.*, 2024). O papel dessas espécies generalistas como dispersores parece ir além do nível local, configurando-os como dispersores-chave na integração espacial de redes de frugivoria, por sua ampla ocorrência e mobilidade atuando como conectores entre ambientes de diferentes graus de perturbação, especialmente em contextos de alta fragmentação e perda de grandes frugívoros (Friedemann *et al.*, 2021; Vitorino *et al.*, 2022; Martins *et al.*, 2025). Por outro lado, a frutificação mais sazonal e o maior diâmetro dos frutos de *E. edulis* restringem o número de aves capazes de consumi-los, resultando em menor número de interações (Dehling *et al.*, 2016; Carlo *et al.*, 2022). E isso ocorre mesmo entre representantes da família Turdidae, os principais dispersores de ambas palmeiras do estudo, que apenas três espécies foram registradas se alimentando dos frutos da palmeira-juçara, e ainda com maior frequência de consumo dos frutos menores da palmeira-real. Conforme demonstrado por Malmoria *et al.* (2021), as espécies do gênero *Turdus* exibem partição trófica relacionada a diferenças morfológicas sutis, como comprimento do bico e tamanho corporal, o que influencia sua capacidade de explorar frutos de diferentes tamanhos em distintos estágios sucessionais. Assim, enquanto algumas espécies de *Turdus* mantêm hábitos generalistas, outras tendem a especializar-se conforme a disponibilidade e o tamanho dos frutos, o que pode explicar a seletividade observada entre as duas palmeiras no presente estudo. Dessa forma, *A. alexandrae* explora de maneira eficiente a possível dispersão por espécies generalistas, facilitando sua colonização em paisagens perturbadas e sua expansão em áreas naturais adjacentes (Martins *et al.*, 2025).

As variações observadas na composição e no comportamento das aves estão refletindo nas diferenças morfológicas entre as assembleias frugívoras associadas a cada palmeira, determinando distintos potenciais funcionais de dispersão. Tamanho corporal e largura da abertura do bico estão diretamente relacionados à capacidade de engolir ou manejar os frutos, condicionando o papel funcional de cada espécie dentro da comunidade (Dehling *et al.*, 2016; Assis *et al.*, 2022; Carlo *et al.*, 2022). Aves pequenas tendem a visitar as plantas com maior frequência, mas removem menos frutos por evento, concentrando a dispersão em curtas distâncias (Montoya-Arango *et al.*, 2019). Por outro lado, grandes frugívoros, embora menos comuns, promovem dispersões mais amplas e qualitativamente superiores (Carlo *et al.*,

2022; Genes *et al.*, 2024; Rojas *et al.*, 2025). Aliás, a biomassa populacional, e não a densidade, é o principal fator determinante da importância de frugívoros, sendo espécies de maior porte desproporcionalmente mais influentes (Genes *et al.*, 2024). E a perda desses grandes dispersores tem consequências diretas sobre o fluxo gênico e a evolução das plantas, em áreas onde esses frugívoros estão localmente extintos, populações de *E. edulis* apresentaram sementes significativamente menores, resultado de um regime seletivo alterado pela predominância de aves de pequeno porte (Galetti *et al.*, 2013). Modelagens ecoevolutivas em escala continental confirmam que esse processo tende a se intensificar sob mudanças climáticas, com a substituição de grandes frugívoros por espécies menores levando à seleção generalizada por sementes menores em *E. edulis* e à redução de sua área de adequabilidade climática (Sales *et al.*, 2021). o que reforça a vulnerabilidade populacional da espécie frente à perda de grandes dispersores (Elias *et al.*, 2019). Por conta disso, conservar a diversidade morfofuncional de aves frugívoras é essencial para manter a integridade dos processos ecológicos e evolutivos que sustentam a regeneração florestal e a persistência das espécies de grandes sementes em ecossistemas tropicais (Carlo *et al.*, 2022; Galetti *et al.*, 2013).

Uma limitação importante deste estudo, especialmente no que se refere à avaliação do papel dos grandes frugívoros, está relacionada à estimativa do componente qualitativo da eficácia de dispersão. Idealmente, o índice qualitativo deveria incorporar tanto a qualidade do tratamento (probabilidade de a semente permanecer viável após o consumo) quanto a qualidade da deposição (probabilidade de germinação e estabelecimento em locais seguros) (Schupp *et al.*, 2010). No entanto, essas etapas exigem experimentos de germinação, monitoramento do destino das sementes e acompanhamento do recrutamento de plântulas, o que frequentemente se torna inviável em estudos de campo. Assim, a avaliação qualitativa foi simplificada, considerando apenas o que é observável durante as interações: a probabilidade de dispersão das sementes de acordo com o comportamento de consumo dos frutos. Essa abordagem representa uma das variáveis operacionais mais diretas e informativas para inferir a qualidade relativa da dispersão em estudos empíricos com aves frugívoras (Schupp *et al.*, 2010). Ainda assim, é importante reconhecer que essa simplificação pode não capturar integralmente a qualidade funcional de grandes dispersores que regurgitam sementes, comportamento que pode favorecer a germinação ao remover barreiras físicas e químicas do endosperma oleaginoso e ruminado (Charlo *et al.*, 2006). No presente estudo, contudo, cada evento de regurgitação foi tratado como negativo, uma vez que foi documentado ocorrendo sobre a planta-mãe, sem resultar em dispersão efetiva. Consequentemente, deve-se considerar que possivelmente a EDS da *E. edulis* esteja subestimada, uma vez que sua assembleia de frugívoros inclui espécies de maior porte, cujo papel funcional pode não ter sido plenamente capturado pelo componente qualitativo adotado neste estudo.

Ainda assim, a *A. alexandrae* apresenta todos os atributos clássicos de potencial de invasão: alta fecundidade, frutificação prolongada, sementes pequenas, dispersão generalista e alta sobrevivência pós-dispersão (Mengardo *et al.*, 2012; Cintra, 2016). Em síntese, a erradicação do uso de espécies do gênero *Archontophoenix* como palmeiras ornamentais e o estímulo ao plantio de espécies nativas em áreas urbanas e rurais constituem medidas fundamentais para conter a disseminação da invasora e prevenir a consolidação de ecossistemas dominados por exóticas em áreas adjacentes à Mata Atlântica, especialmente na região da Serra do Tabuleiro, local onde *Archontophoenix sp.* ainda não apresenta uma invasão consolidada, mas exibe alto potencial de expansão, como evidenciado neste estudo e em modelagens preditivas realizadas por Bello *et al.* (2021). Conforme destacado no Relatório Temático sobre Espécies Exóticas Invasoras (Dechoum *et al.*, 2024), a prevenção e o controle precoce representam as estratégias mais eficazes e economicamente viáveis no manejo de espécies invasoras, devendo ser acompanhadas por análises de risco e por políticas públicas que desestimulem a comercialização e o uso ornamental de espécies com alto potencial de invasão. Além disso, a conservação de *E. edulis* deve considerar não apenas o manejo direto da invasora, mas também a manutenção da diversidade genética e das interações mutualísticas que sustentam sua regeneração, especialmente diante de cenários de fragmentação e mudanças climáticas (Sarath *et al.*, 2023). Ademais, a continuidade da proteção do PEST é essencial, pois, por constituir um contínuo florestal de alta altitude, representa um refúgio para grandes frugívoros e populações de *E. edulis*, fundamentais para manter pressões seletivas que sustentam a diversidade funcional e genética da espécie (Sales *et al.*, 2021). Portanto, para mitigar a substituição funcional de *E. edulis*, ações prioritárias devem incluir: (i) remoção preventiva de indivíduos da exótica em bordas e áreas urbanas; (ii) enriquecimento com *E. edulis* em manchas-fonte; (iii) proteção de grandes frugívoros; (iv) monitoramento da EDS com componente qualitativo expandido (deposição e distância); (v) revisão da classificação de *A. alexandrae* como espécie exótica invasora em listas de espécies invasoras para o estado de Santa Catarina e para o Brasil (vi) estudos da dinâmica populacional de *A. alexandrae* na região da serra do tabuleiro com a finalidade de investigar como está o processo de invasão e (vii) revisão da legislação e proibição do comércio e plantio ornamental de *Archontophoenix sp.*, em conformidade com as diretrizes nacionais de manejo e prevenção de espécies exóticas invasoras (Dechoum *et al.*, 2024).

5. CONCLUSÃO

A hipótese inicial de que *E. edulis* abrigaria uma assembleia de frugívoros mais rica, diversa e funcionalmente eficaz foi, portanto, rejeitada. A previsibilidade e a frutificação prolongada de *A. alexandrae* parecem favorecer sua integração à comunidade local, especialmente em ambientes antropizados, permitindo-lhe explorar a dispersão por espécies generalistas amplamente distribuídas. Essa vantagem competitiva amplia o potencial de colonização da exótica e pode comprometer a regeneração da flora nativa, reduzindo a heterogeneidade funcional da paisagem.

Os resultados deste estudo indicam que a palmeira exótica *Archontophoenix alexandrae* apresenta maior eficácia de dispersão de sementes (EDS) em relação à palmeira nativa *Euterpe edulis*, evidenciando um processo de invasão em curso na região da Serra do Tabuleiro. Mas o problema parece ir além, esses resultados, somados às evidências de outras regiões da Mata Atlântica onde as duas palmeiras coexistem, sugerem que a vantagem dispersiva de *A. alexandrae* observada aqui representa um padrão recorrente em paisagens antropizadas do bioma, indicando um processo invasivo em escala regional e não apenas local.

A maior eficácia de dispersão de sementes na palmeira invasora foi sustentada principalmente pelo componente quantitativo da dispersão, associado à alta frequência de visitas e ao elevado consumo de frutos por aves frugívoras generalistas e oportunistas. Em contraste, *E. edulis* foi visitada predominantemente por frugívoros de maior porte e típicos de florestas mais conservadas, que, embora removam mais frutos por evento, apresentaram menor frequência de visita. Em ordem de importância os principais dispersores de *A. alexandrae* foram *Turdus flavipes*, *Turdus leucomelas*, *Turdus amaurochalinus* e *Turdus rufiventris*, enquanto que para *E. edulis* foram *Turdus flavipes*, *Selenidera maculirostris* e *Penelope superciliaris*.

Os resultados reforçam a importância de estratégias de manejo voltadas à prevenção da disseminação de *Archontophoenix sp.* em áreas naturais em torno do PEST e à conservação dos grandes frugívoros responsáveis pela dispersão de *E. edulis*. Manter a diversidade morfofuncional das aves frugívoras é essencial para a integridade dos processos ecológicos que sustentam a regeneração florestal e a persistência de espécies de grandes sementes na Mata Atlântica.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, B. C. **A influência de espécies vegetais exóticas na estrutura de uma floresta urbana e a comunidade de aves do Instituto Butantan, São Paulo, Brasil.** 2021. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- ASSIS, A. P. A. *et al.* Reduced evolutionary potential of a frugivorous bird species in fragmented forests. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 10, 2022.
- BALSLEV, Henrik; BERNAL, Rodrigo; FAY, Michael F. Palms—emblems of tropical forests. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 182, n. 2, p. 195-200, 2016.
- BELLO, C. *et al.* **Atlantic frugivory: a plant–frugivore interaction data set for the Atlantic Forest.** *Ecology*, Washington, v. 98, n. 6, p. 1729, jun. 2017. DOI: 10.1002/ecy.1818.
- BELLO, C. *et al.* Environmental niche and functional role similarity between invasive and native palms in the Atlantic Forest. **Biological Invasions**, v. 23, n. 3, p. 741-754, 2021.
- BELLO, C. *et al.* Frugivores enhance potential carbon recovery in fragmented landscapes. **Nature climate change**, v. 14, n. 6, p. 636-643, 2024.
- BUCKLEY, Y. M. *et al.* Management of plant invasions mediated by frugivore interactions. **Journal of Applied Ecology**, v. 43, n. 5, p. 848-857, 2006.
- CAMARGO, P. H. S. A. *et al.* Fruit traits of pioneer trees structure seed dispersal across distances on tropical deforested landscapes: Implications for restoration. **Journal of Applied Ecology**, v. 57, n. 12, p. 2329-2339, 2020.
- CAMARGO, P. H. S. A. *et al.* Frugivore diversity increases evenness in the seed rain on deforested tropical landscapes. **Oikos**, v. 2022, n. 2, 2022.
- CAMPAGNOLI, M.; CHRISTIANINI, A.; PERALTA, G. Plant and frugivore species characteristics drive frugivore contributions to seed dispersal effectiveness in a hyperdiverse community. **Functional Ecology**, v. 39, n. 1, p. 238-253, 2025.

CAZETTA, E.; SCHAEFER, H. M.; GALETTI, M. Why are fruits colorful? The relative importance of achromatic and chromatic contrasts for detection by birds. **Evolutionary Ecology**, v. 23, p. 233-244, 2009.

CAZETTA, E.; FAHRIG, L. The effects of human-altered habitat spatial pattern on frugivory and seed dispersal: a global meta-analysis. **Oikos**, v. 2022, n. 2, 2022.

CINTRA, A. L. P. Efetividade de dispersão de sementes por aves da palmeira invasora *Archontophoenix spp.* na Mata Atlântica. 2016.

CHEREM, J. J. *et al.* Mastofauna terrestre do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, estado de Santa Catarina, sul do Brasil. **Biotemas**, v. 24, n. 3, p. 73-84, 2011.

CHRISTIANINI, A. V. Fecundidade, dispersão e predação de sementes de *Archontophoenix cunninghamiana* H. Wendl. & Drude, uma palmeira invasora da Mata Atlântica. **Brazilian Journal of Botany**, v. 29, p. 587-594, 2006.

CNCFlora. *Euterpe edulis* in **Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2** Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Euterpe edulis](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Euterpe%20edulis)>. Acesso em 16 outubro 2024.

CONDÉ, T. M. *et al.* Exotic palms threatens native palms: a risk to plant biodiversity of Atlantic Forest. **Revista Árvore**, v. 42, n. 2, p. e420216, 2018.

DATE, E. M.; FORD, H. A.; RECHER, H. F. Frugivorous pigeons, stepping stones, and weeds in northern New South Wales. **Nature conservation**, v. 2, p. 241-245, 1991.

DE FATIMA SILVA, V. *et al.* Growth of Palm Trees and Woods in the Urban Environment. 2021.

DE SOUZA, A. C.; PREVEDELLO, J. A. Climate change and biological invasion as additional threats to an imperiled palm. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 19, n. 2, p. 216-224, 2021.

DECHOUM, M. S.; JUNQUEIRA, A. O. R.; ORSI, M. L. Relatório temático sobre

espécies exóticas invasoras, biodiversidade e serviços ecossistêmicos. **São Carlos, Cubo**, 2024.

DEHLING, D. M. *et al.* Morphology predicts species' functional roles and their degree of specialization in plant–frugivore interactions. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 283, n. 1823, p. 2015-2444, 2016.

DISLICH, R.; PIVELLO, V. R. Tree structure and species composition changes in an urban tropical forest fragment (São Paulo, Brazil) during a five-year interval. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, p. 1-12, 2002.

DISLICH, R.; KISSER, N.; PIVELLO, V. R. A invasão de um fragmento florestal em São Paulo (SP) pela palmeira australiana *Archontophoenix cunninghamiana* H. Wendl. & Drude. **Brazilian Journal of Botany**, v. 25, p. 55-64, 2002.

ELIAS, G. A. *et al.* Palm (Arecaceae) communities in the Brazilian Atlantic Forest: A phytosociological study. **Floresta e Ambiente**, v. 26, n. 4, p. e20180413, 2019.

FEHR, V.; BUITENWERF, R.; SVENNING, J. C.. Non-native palms (Arecaceae) as generators of novel ecosystems: A global assessment. **Diversity and Distributions**, v. 26, n. 11, p. 1523-1538, 2020.

FRIEDEMANN, P. *et al.* The individual-based network structure of palm-seed dispersers is explained by a rainforest gradient. **Oikos**, v. 2022, n. 2, 2022.

FUZESSY, L. *et al.* Functional roles of frugivores and plants shape hyper-diverse mutualistic interactions under two antagonistic conservation scenarios. **Biotropica**, v. 54, n. 2, p. 444-454, 2022.

FUZESSY, L.; PIZO, M. A. NeoFrugivory: A comprehensive database for frugivory interactions and functional traits in the Neotropics. **Ecology**, v. 106, n. 3, p. e70049, 2025.

GALETTI, M.; ALEIXO, A. Effects of palm heart harvesting on avian frugivores in the Atlantic rain forest of Brazil. **Journal of applied ecology**, v. 35, n. 2, p. 286-293, 1998.

GALETTI, M.; FERNANDEZ, J. C. Palm heart harvesting in the Brazilian Atlantic forest:

changes in industry structure and the illegal trade. **Journal of Applied Ecology**, v. 35, n. 2, p. 294-301, 1998.

GALETTI, M. *et al.* Functional extinction of birds drives rapid evolutionary changes in seed size. **Science**, v. 340, n. 6136, p. 1086-1090, 2013.

GENES, L. *et al.* Frugivore population biomass, but not density, affect seed dispersal interactions in a hyper-diverse frugivory network. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 10, p. 794-723, 2022.

GLEDITSCH, J. M.; CARLO, T. A. Fruit quantity of invasive shrubs predicts the abundance of common native avian frugivores in central Pennsylvania. **Diversity and Distributions**, v. 17, n. 2, p. 244-253, 2011.

GOSPER, C. R.; STANSBURY, C. D.; VIVIAN-SMITH, G.. Seed dispersal of fleshy-fruited invasive plants by birds: contributing factors and management options. **Diversity and distributions**, v. 11, n. 6, p. 549-558, 2005.

GREENBERG, C. H.; WALTER, S. T. Fleshy fruit removal and nutritional composition of winter-fruited plants: a comparison of non-native invasive and native species. **Natural Areas Journal**, v. 30, n. 3, p. 312-321, 2010.

GUERIN, C. *et al.* Palm seed and fruit lipid composition: Phylogenetic and ecological perspectives. **Annals of botany**, v. 125, n. 1, p. 157-172, 2020.

HELENO, R. H.; RAMOS, J. A.; MEMMOTT, J.. Integration of exotic seeds into an Azorean seed dispersal network. **Biological Invasions**, v. 15, p. 1143-1154, 2013.

IMA. (2018). *Elaboração do Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro*. Curitiba: STCP.

JACOBS, F. ; FENALTI, P. **Aves de Santa Catarina: guia de identificação**. Pelotas, RS: Editora Aratinga, 2023.

JANZEN, D. H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **The**

American Naturalist, v. 104, n. 940, p. 501-528, 1970.

JANZEN, D. H. No park is an island: increase in interference from outside as park size decreases. **Oikos**, p. 402-410, 1983.

JARENKOW, J. A.; WAECHTER, J. L. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 24, p. 263-272, 2001.

JORDANO, P.; SCHUPP, E. W. Seed disperser effectiveness: the quantity component and patterns of seed rain for *Prunus mahaleb*. **Ecological monographs**, v. 70, n. 4, p. 591-615, 2000.

JORDANO, P. Fruits and frugivory. In: FENNER, M. (Ed.). *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. 2. ed. **Wallingford, UK: CABI Publishing**, 2000. p. 125-166.

KASSAMBARA, A.. rstatix: Pipe-friendly framework for basic statistical tests. **CRAN: Contributed packages**, 2019.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. México, Fundo de Cultura Econômica, 1931.

KUNTSCHIK, D. P.. **1. Plantas invasoras nos trópicos: esperando a atenção mundial? 2. Abundância de sementes da palmeira invasora *Archontophoenix cf. cunninghamiana* na chuva e banco de sementes em um fragmento florestal em São Paulo, SP.** 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

LAFLEUR, N. E.; RUBEGA, M. A.; ELPHICK, C. S. Invasive fruits, novel foods, and choice: an investigation of European starling and American robin frugivory. **The Wilson Journal of Ornithology**, v. 119, n. 3, p. 429-438, 2007.

LEPAGE, D. Avibase – the world bird database. 2024. Disponível em: <https://avibase.bsc-eoc.org>. Acesso em: [19 de maio de 2025].

LEVEY, D. J.; SILVA, W. R.; GALETTI, M. (Ed.). **Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation. Third International Symposium-Workshop on**

- Frugivores and Seed Dispersal** , São Pedro, Brazil, 6-11 August 2000. Cabi Publishing, 2002.
- LORENZI, H. *et al.* Palmeiras no Brasil: exóticas e nativas. Nova Odessa: **Plantarum**, p. 156, 1996.
- LORENZI, H. *et al.* Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas. 2004.
- MALMORIA, P. E. *et al.* Redes de interações de frugivoria de sabiás (turdidæ) em dois estágios sucessionais na Mata Atlântica no Sul do Brasil. 2021.
- MANTOVANI, A.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral do palmitreiro. **Sellowia**, v. 49, n. 52, p. 23-38, 2000.
- MARTINS, L. P. *et al.* Determinants of species' centrality in spatially-connected plant-frugivore networks. **Ecography**, p. e07725, 2025.
- MATOS, D. S.; WATKINSON, A. R. The Fecundity, Seed, and Seedling Ecology of the Edible Palm *Euterpe edulis* in Southeastern Brazil 1. **Biotropica**, v. 30, n. 4, p. 595-603, 1998.
- MENGARDO, A. L.; PIVELLO, V. R. Phenology and fruit traits of *Archontophoenix cunninghamiana*, an invasive palm tree in the Atlantic forest of Brazil. **Ecotropica**, v. 18, n. 1, p. 45-54, 2012.
- MENGARDO, A. L. *et al.* Comparing the establishment of an invasive and an endemic palm species in the Atlantic rainforest. **Plant Ecology & Diversity**, v. 5, n. 3, p. 345-354, 2012-b.
- MITCHELL, C. E. *et al.* Biotic interactions and plant invasions. **Ecology letters**, v. 9, n. 6, p. 726-740, 2006.
- MOKOTJOMELA, T. M.; MUSIL, C. F.; ESLER, K. J. Potential seed dispersal distances of native and non-native fleshy fruiting shrubs in the South African Mediterranean climate region. **Plant Ecology**, v. 214, p. 1127-1137, 2013.

MONTOYA-ARANGO, S.; ACEVEDO-QUINTERO, J. F.; PARRA, J. L. Abundance and size of birds determine the position of the species in plant-frugivore interaction networks in fragmented forests. **Community ecology**, v. 20, n. 1, p. 75-82, 2019.

MORAIS, R. A. *et al.* Nutritional composition and bioactive compounds of native Brazilian fruits of the Areaceae family and its potential applications for health promotion. **Nutrients**, v. 14, n. 19, p. 4009, 2022.

PACHECO, J. F. *et al.* Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee—second edition. **Ornithology Research**, v. 29, n. 2, p. 94-105, 2021.

PADRÓN, B. *et al.* Integration of invasive *Opuntia spp.* by native and alien seed dispersers in the Mediterranean area and the Canary Islands. **Biological invasions**, v. 13, p. 831-844, 2011.

PETRI, L.; ARAGAKI, S.; GOMES, E. P. C. Management priorities for exotic plants in an urban Atlantic Forest reserve. **Acta Botanica Brasilica**, v. 32, p. 631-641, 2018.

PIZO, M. A.; GALETTI, M. Métodos e perspectivas do estudo da frugivoria e dispersão de sementes por aves. *Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento* (Accordi, I., Straube, FC & Von Matter, S. orgs). 2010.

REIS, M. S. *et al.* Distribuição geográfica e situação atual das populações na área de ocorrência de *Euterpe edulis* Martius. **Sellowia**, v. 49, n. 52, p. 324-335, 2000.

REJMÁNEK, M.; RICHARDSON, D. M.; PYŠEK, P. Plant invasions and invasibility of plant communities. **Vegetation Ecology**. Oxford, UK Blackwell Publishing, p. 332–355, 2005.

RICHARDSON, D. M., *et al.* Plant invasions—the role of mutualisms. **Biological Reviews**, v. 75, n. 1, p. 65-93, 2000.

ROJAS, T. N. *et al.* Size matching between fruits and bill gapes differentially affects gulper and masher frugivorous birds. **Oikos**, v. 2025, n. 5, p. e10978, 2025.

SALES, L. P. *et al.* Climate change reshapes the eco-evolutionary dynamics of a Neotropical seed dispersal system. **Global Ecology and Biogeography**, v. 30, n. 5, p. 1129-1138, 2021.

SALLABANKS, R. E. X. Hierarchical mechanisms of fruit selection by an avian frugivore. **Ecology**, v. 74, n. 5, p. 1326-1336, 1993.

SÃO THIAGO, P. T. História da malária em Santa Catarina. 2003. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública.

SARATH, P. *et al.* Anthropogenic threats and habitat degradation challenge the conservation of palm genetic resources—an appraisal of current status, threats and look-ahead strategies. **Biodiversity and Conservation**, v. 32, n. 2, p. 417-437, 2023.

SCHULZ, M. *et al.* Juçara fruit (*Euterpe edulis* Mart.): Sustainable exploitation of a source of bioactive compounds. **Food Research International**, v. 89, p. 14-26, 2016.

SCHUPP, E. W. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. **Vegetatio**, v. 107, p. 15-29, 1993.

SCHUPP, E. W.; JORDANO, P.; GÓMEZ, J. M.. Seed dispersal effectiveness revisited: a conceptual review. **New phytologist**, v. 188, n. 2, p. 333-353, 2010.

SEVERO, C. M.; MIGUEL, L. A. A criação do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro–SC e seu impacto no uso dos recursos naturais. **Cadernos de Agroecologia [Volumes 1 (2006) a 12 (2017)]**, v. 2, n. 2, 2007.

SLOWIKOWSKI, K. *et al.* Package ggrepel. **Automatically position non-overlapping text labels with ‘ggplot2**, 2018.

STARR, F.; STARR, K.; LOOPE, L. *Archontophoenix alexandrae*. 2003.

TRAVESET, A.; RICHARDSON, D. M. Mutualistic interactions of invasive species. **Rev. Ecol. Evol. Syst**, n. 45, p. 89-113, 2014.

VITORINO, B. D. *et al.* Abundance determines core–periphery roles of birds in a Neotropical seed dispersal network. **Ibis**, v. 164, n. 4, p. 1132-1144, 2022.

WENNY, D. G. *et al.* **Seed dispersal by fruit-eating birds. Why birds matter: avian ecological function and ecosystem services**, v. 107, 2016.

WICKHAM, H. *et al.* Welcome to the Tidyverse. **Journal of open source software**, v. 4, n. 43, p. 1686, 2019.

WILLIAMS, P. A. Biological success and weediness of some terrestrial weeds not presently in the Northland Regional Council’s RPMS. **Landcare Research**, New Zealand, 2008.

WLKE, C. O.; WICKHAM, H.; WILKE, M. C. O. **Package ‘cowplot’. Streamlined plot theme and plot annotations for ‘ggplot2**, v. 1, 2019.

ZENNI, R. D.; ZILLER, S. R. An overview of invasive plants in Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 34, p. 431-446, 2011.

APÊNDICE A – Piloto e interações de *Selenidera maculirostris*

No ano anterior ao estudo (2024), foi realizada amostragem piloto nos três pontos fora dos limites do PEST para *Euterpe edulis*, com o objetivo de avaliar a viabilidade do presente estudo. Durante 20 horas de observação nessa palmeira, *Selenidera maculirostris* interagiu 16 vezes com a palmeira-focal, consumindo 222 frutos e regurgitando 137 vezes. Aquele ano foi considerado atípico, com alta densidade de indivíduos da espécie por área, dominando o recurso. Em algumas interações, o casal permaneceu sobre o cacho por mais de duas horas. Neste presente estudo, a densidade observada foi menor, com apenas seis interações registradas, mas *S. maculirostris* ainda apresentou o maior tempo médio sobre os cachos de *E. edulis*. Em ambos os anos, os avistamentos da espécie ocorreram exclusivamente durante a frutificação de *E. edulis*, reforçando seu papel crucial na dispersão da palmeira nativa, sugerindo um mutualismo estável e especializado, ainda que sujeito a variações sazonais de abundância.

ANEXO A – Autorização de pesquisa emitida pelo Instituto do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina



ESTADO DE SANTA CATARINA
INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
GERÊNCIA DE ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS



**AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA n°
19/2025/IMA/GEANP**

Florianópolis, data da assinatura eletrônica.

Assunto: **IMA 00019375/2025 - Autorização de pesquisa no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro.**

A Instituto do Meio Ambiente, no uso das suas atribuições, como órgão gestor das Unidades de Conservação do Estado de Santa Catarina, autoriza a atividade abaixo descrita:

Identificação:

Nome: Leonardo Wolff de Oliveira		CPF/CNPJ: 011.839.369-31
Instituição: Universidade do Extremo Sul Catarinense –UNESC		
Endereço: Servidão João Honorato Soares, 105		
Bairro: José Mendes	Município: Florianópolis	CEP: 88021-010

Informações da Atividade

Atividade: Projeto de Pesquisa: Frugivoria por aves em palmeiras nativas e exóticas (Arecaceae) no entorno do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST)
Localização: Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PAEST)

Condições Específicas

1. Trata-se de solicitação de Autorização de Pesquisa para execução do projeto intitulado "Frugivoria por aves em palmeiras nativas e exóticas (Arecaceae) no entorno do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST)" a ser executado em unidade de conservação estadual, Parque Estadual da Serra do Tabuleiro - PAEST. Para a obtenção do conclusão de graduação em Ciências Biológicas.
2. O início das amostragem serão no segundo semestre de 2025 e o término no segundo semestre de 2026.
3. Não haverá captura, coleta e transporte de material biológico.
4. Não haverá captura e manuseio de espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção.
5. Não haverá transporte de espécies para análise nas Universidades do Extremo Sul Catarinense –UNESC, Federal do Mato Grosso do Sul –UFMS e Federal de Santa Catarina –UFSC.
6. A equipe de campo é composta por: Joana Nascimento de Mattos, CPF 040.204.310-35, Coorientadora e auxiliar de campo - UFSC; Guilherme Willrich, CPF 066.327.989-50, auxiliar de campo - Plaza Caldas da Imperatriz ; Débora Malu Marquato, CPF 084.315.429-26, auxiliar de campo - UFSC; João Vitor Damasco do Pilar, CPF 074.409.039-35, auxiliar de campo - UFSC.
7. Os procedimentos deverão ser executados rigorosamente conforme apresentado no processo.
8. O acesso à Unidade de Conservação deverá ser previamente comunicado ao Coordenador.
9. Os requerentes devem assumir todos os riscos inerentes da atividade proposta, inclusive aqueles relacionados a logística de transporte, hospedagem e demais contingências.
10. Qualquer alteração na metodologia apresentada deverá ser comunicada previamente ao IMA e estará sujeita à análise e autorização.



ESTADO DE SANTA CATARINA
 INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
 GERÊNCIA DE ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS



Condições Gerais

1. A presente Autorização viabiliza a atividade, quanto aos aspectos ambientais e não dispensa e nem substitui Alvarás ou Certidões de qualquer natureza, exigidas pelas Legislações Federal, Estadual ou Municipal;
2. As metodologias e procedimentos deverão ser executados conforme apresentado no processo;
3. A responsabilidade técnica sobre o projeto apresentado e sua execução é do requerente, que deverá comprovar sua habilitação quando abordado em campo pela fiscalização ambiental;
4. Todo o material utilizado para a pesquisa, tais como, armadilhas, resíduos, marcações, estruturas, entre outros, são de responsabilidade da equipe e devem ser retirados antes do vencimento da Autorização;
5. O requerente assume todos os riscos inerentes da atividade da pesquisa proposta, inclusive aquelas relacionadas a logística de transporte, hospedagem, etc. e demais contingências;
6. A equipe de campo deve sempre portar a cópia do projeto de pesquisa, bem como esta autorização.
7. Em até 90 (noventa dias) após o vencimento desta autorização deverá ser apresentado à Coordenação de Pesquisa do IMA (geanp@ima.sc.gov.br) relatório e/ou publicações originadas da pesquisa, ficando a renovação desta ou novas autorizações condicionadas a apresentação destes resultados, mesmo que preliminares. Esta condição se estende aos demais envolvidos na equipe de pesquisa, tais como orientadores ou coautores.

Esta Autorização de Pesquisa é válida até:	Esta Autorização de Pesquisa está vinculada ao Parecer Técnico:
30/12/2026	PT GEANP Nº 72/2025

Atenciosamente,

SABRINA NUNES CATANEO MAESTRI

Diretora de Biodiversidade e Florestas

(assinado digitalmente)

FILIFE LEMSER

Gerente de Áreas Naturais Protegidas

(assinado digitalmente)



Assinaturas do documento



Código para verificação: **2917RQTL**

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:



FILIFE LEMSER (CPF: 040.XXX.459-XX) em 21/10/2025 às 18:28:01

Emitido por: "SGP-e", emitido em 18/02/2019 - 17:23:11 e válido até 18/02/2119 - 16:23:11.

(Assinatura do sistema)



SABRINA NUNES CATANEO MAESTRI (CPF: 006.XXX.549-XX) em 21/10/2025 às 18:51:41

Emitido por: "SGP-e", emitido em 03/05/2023 - 13:30:11 e válido até 03/05/2123 - 13:30:11.

(Assinatura do sistema)

Para verificar a autenticidade desta cópia, acesse o link <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo/conferencia-documento/SU1BXzE1NTA4XzAwMDE5Mzc1XzE5Mzc1XzlwMjVfMjkxN1JRVEw=> ou o site <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo> e informe o processo **IMA 00019375/2025** e o código **2917RQTL** ou aponte a câmera para o QR Code presente nesta página para realizar a conferência.

ANEXO B – Exemplo de ficha de esforço

Palmeira	Ponto	Período	Dia	Hora início	Hora término	Total	Clima início	Clima final	N de espécies	N de visitas
Equipe:			//	:	:					
			Observações:							
Equipe:			//	:	:					
			Observações:							
Equipe:			//	:	:					
			Observações:							
Equipe:			//	:	:					
			Observações:							
Equipe:			//	:	:					
			Observações:							
Equipe:			//	:	:					
			Observações:							
Equipe:			//	:	:					
			Observações:							

