
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA, EVOLUÇÃO E
BIODIVERSIDADE**

**FATORES DETERMINANTES DA VARIAÇÃO GEOGRÁFICA
INTRAESPECÍFICA NAS INTERAÇÕES DAS PLANTAS COM AVES
FRUGÍVORAS**

YURI MALUF NAPOLEÃO

**Rio Claro – SP
2023**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA, EVOLUÇÃO E
BIODIVERSIDADE**

**FATORES DETERMINANTES DA VARIAÇÃO GEOGRÁFICA
INTRAESPECÍFICA NAS INTERAÇÕES DAS PLANTAS COM AVES
FRUGÍVORAS**

YURI MALUF NAPOLEÃO

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia, Evolução e Biodiversidade.

Orientador: Dr. Marco Aurélio Pizo Ferreira.

**Rio Claro – SP
2023**

N216f Napoleão, Yuri Maluf
Fatores determinantes da variação geográfica
intraespecífica nas interações das plantas com aves
frugívoras / Yuri Maluf Napoleão. -- Rio Claro, 2023
58 p. : il., tabs., mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro
Orientador: Marco Aurélio Pizo Ferreira

1. Frugivoria. 2. Características dos frutos. 3.
Distribuição de espécies. 4. Dissimilaridade. 5.
Redundância de dispersores. I. Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: FATORES DETERMINANTES DA VARIAÇÃO GEOGRÁFICA
INTRAESPECÍFICA NAS INTERAÇÕES DAS PLANTAS COM AVES
FRUGÍVORAS

AUTOR: YURI MALUF NAPOLEÃO

ORIENTADOR: MARCO AURELIO PIZO FERREIRA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ecologia, Evolução e Biodiversidade, área: Biodiversidade pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. MARCO AURELIO PIZO FERREIRA (Participação Virtual)
Departamento de Biodiversidade / Unesp - IB Rio Claro



Documento assinado digitalmente
MARCO AURELIO PIZO FERREIRA
Data: 18/10/2023 14:36:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. LAURENCE MARIANNE VINCIANNE CULOT (Participação Virtual)
Departamento de Biodiversidade / Unesp - IB Rio Claro



Documento assinado digitalmente
LAURENCE MARIANNE VINCIANNE CULOT
Data: 23/10/2023 17:09:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. ÉRICA HASUI (Participação Virtual)
Instituto de Ciências da Natureza / UNIFAL



Documento assinado digitalmente
ERICA HASUI
Data: 23/10/2023 16:47:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Rio Claro, 11 de outubro de 2023

*Às minhas metades, os amores da minha vida - um que partiu
e outro que está prestes a chegar.
Este trabalho é dedicado à responsabilidade de preservar,
para cuidar dos meus, hoje e sempre.*

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Agradeço à minha falecida mãe, Nadja. Ela foi uma guerreira, mãe solteira, que sempre colocou seus filhos como prioridade. Obrigado por todo amor, cuidado e carinho recebido. Dedico essa conquista especialmente a você. Te amo e sinto muitas saudades!

Agradeço à UNESP, o PPG em Ecologia, Evolução e Biodiversidade e o Laboratório de Ecologia de Aves, por disponibilizarem toda estrutura necessária para o desenvolvimento da minha pesquisa, permitindo-me investigar processos ecológicos e aprofundar meus conhecimentos sobre a distribuição dos organismos e suas interações.

Agradeço à minha esposa, Gabriela Furlan, que me acompanhou e apoiou durante todo o processo. Sempre pronta para ouvir e aconselhar sobre os questionamentos e desafios que experimentei. Sua contribuição me manteve motivado a crescer como pessoa e pesquisador. Me sinto muito feliz e amado ao seu lado. Sou extremamente grato pela família que você me deu, especialmente a nossa filha, Elis.

Agradeço aos amigos e amigas que estiveram presentes e contribuíram em diferentes aspectos durante período de mestrado. Obrigado Marina Corrêa Côrtes, André Regolin, Dhemerson Conciani por todo auxílio no desenvolvimento da pesquisa, principalmente pelas orientações referentes à metodologia do trabalho. Obrigado ao meu irmão Gabriel pelos conselhos e parceria. Aos amigos Pio, Edson, Simon, Lyvis, Goku, SBO, Preju, Bibi, Bruno, Japonês, Fábio, Leandro e todos aqueles que fizeram e fazem parte do meu dia a dia, tornando o desafio de produzir uma dissertação mais leve e feliz.

Agradeço especialmente ao meu orientador Marco Aurélio Pizo pela disponibilidade, direcionamentos, paciência, discussões e conhecimentos transmitidos durante os últimos anos. Muito do que entendo sobre ornitologia e processos ecológicos de frugivoria e dispersão de sementes foi transmitido de forma direta e indireta por você desde a minha graduação.

RESUMO

Fatores biogeográficos, como a vegetação, barreiras físicas e ecológicas, bem como as características dos frutos, podem influenciar a configuração das comunidades de aves frugívoras e afetar suas interações com as plantas. Avaliar a dissimilaridade nas assembleias de aves que interagem com uma mesma espécie de planta em distintas localizações, nos ajuda a compreender padrões de distribuição desses organismos e sua relação com fatores ecológicos e geográficos. Além disso, é possível identificar fatores subjacentes dessa diferença, que podem ser atribuídos a diferentes processos ecológicos, como a substituição ou perda de interações. Nossa pesquisa investigou se a dissimilaridade entre as assembleias de aves frugívoras são influenciadas pelo tamanho e conteúdo de lipídeos dos frutos, pela diferença na cobertura de vegetação nativa e pela distância geográfica entre populações de plantas no mesmo bioma. Reunimos dados da literatura de estudos de frugivoria por aves para mensurar e decompor a dissimilaridade entre assembleias de aves e compilar dados de tamanho e quantidade de lipídeos dos frutos. Os dados de vegetação e distância foram calculados utilizando ferramentas de geoprocessamento. Utilizamos critérios de seleção de modelos para explorar as relações entre a dissimilaridade e seus componentes de partição e as variáveis preditoras. Nossos resultados revelam uma relação negativa entre o tamanho dos frutos e a dissimilaridade entre as assembleias de aves frugívoras. Ao particionarmos a dissimilaridade, observamos uma substancial substituição de interações entre as assembleias, porém encontramos indícios de aumento na perda de interações em espécies de plantas com frutos maiores. Isso ocorre porque espécies com frutos maiores possuem uma gama menor de dispersores, o que sugere menor redundância das interações, tornando essas espécies mais suscetíveis aos danos associados à perda de espécies. Por fim concluímos que o tamanho de fruto além de restringir a avifauna frugívora, acarreta na convergência na composição de espécies dispersoras de sementes.

Palavras-chave: Frugivoria; características dos frutos; distribuição de espécies; dissimilaridade; redundância de dispersores.

ABSTRACT

Biogeographical factors, such as vegetation, physical and ecological barriers, as well as fruit characteristics, can influence the composition of frugivorous bird communities and impact their interactions with plants. Evaluating dissimilarity among bird assemblages interacting with the same plant species in different locations helps us understand distribution patterns of these organisms and their relationship with ecological and geographical factors. Additionally, it is possible to identify underlying factors for this dissimilarity, which can be attributed to various ecological processes, such as substitution or loss of interactions. Our research investigated whether dissimilarity among frugivorous bird assemblages is influenced by the size and lipid content of fruits, differences in native vegetation cover, and geographic distance between plant populations within the same biome. We compiled data from the literature on bird frugivory studies to measure and decompose dissimilarity between bird assemblages and compile data on fruit size and lipid content. Vegetation and distance data were calculated using geoprocessing tools. We used model selection criteria to explore the relationships between dissimilarity and its partition components and predictor variables. Our results reveal a negative relationship between fruit size and dissimilarity among frugivorous bird assemblages. When partitioning dissimilarity, we observed a substantial substitution of interactions between assemblages; however, we found evidence of increased loss of interactions in plant species with larger fruits. This is because species with larger fruits have a narrower range of dispersers, suggesting less redundancy in interactions, making these species more susceptible to the negative effects associated with species loss. In conclusion, we found that fruit size not only limits frugivorous avifauna but also leads to convergence in the composition of seed dispersing specie.

Keywords: Frugivory; fruit traits; species distribution; dissimilarity; disperser redundancy.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. MÉTODOS	9
2.1. Seleção de estudos	9
2.2. Distribuição dos estudos e operacionalização da variável resposta	9
2.2.1. Dissimilaridade entre assembleias de aves frugívoras	9
2.2.2. Partição da dissimilaridade	10
2.3. Variáveis preditoras	18
2.3.1. Características dos frutos	18
2.3.2. Vegetação nativa	18
2.4. Análises estatísticas	19
3. RESULTADOS	21
3.1. Análise descritiva e avaliação de colinearidade	21
3.2. Dissimilaridade	21
3.2.1. Importância relativa das variáveis preditoras em função da dissimilaridade	21
3.2.2. Importância relativa das variáveis preditoras sobre os componentes da dissimilaridade (dVBA e dGA)	23
4. DISCUSSÃO	27
4.1. Relação da dissimilaridade com as variáveis preditoras	27
4.1.1. Influência do diâmetro e conteúdo de lipídeos dos frutos e da cobertura de vegetação nativa sobre a dissimilaridade nas assembleias de aves frugívoras	27
4.1.2. Relação entre dissimilaridade de assembleias e distância geográfica: contexto biogeográfico	28
4.2. Partição da Dissimilaridade e Compreensão das Interações	28
5. CONCLUSÃO	30
6. REFERÊNCIAS	31
7. MATERIAL SUPLEMENTAR	34
7.1. Figuras e tabelas	34
7.2. Referências suplementares	53
7.2.1. Referência dos estudos selecionados	53
7.2.2. Referências dos dados de diâmetro e conteúdo de lipídeos dos frutos	56

1. INTRODUÇÃO

A análise da dissimilaridade entre as assembleias de aves frugívoras que exploram frutos carnosos nos permite investigar padrões de distribuição dessas espécies e suas interações em função de fatores ambientais, fornecendo informações que nos possibilitam monitorar a saúde dos ecossistemas e identificar áreas críticas, direcionando estratégias eficazes de conservação e preservação da biodiversidade (Koleff et al., 2003). Em escalas locais, por exemplo, a investigação da dissimilaridade entre as assembleias de aves que compartilham um mesmo habitat fornece informações valiosas sobre a riqueza e diversidade, competições e coexistência de espécies de aves e plantas (Leibold, 1998). Esses estudos revelam como as aves frugívoras distribuem-se em relação aos recursos disponíveis, quais são as espécies dominantes e como a configuração do habitat pode afetar as assembleias locais (Wu et al., 2023). À medida que ampliamos o escopo para uma escala regional ou global, ganhamos uma visão mais abrangente das variações nas assembleias de aves frugívoras e de como essas variações estão relacionadas a gradientes geográficos e de paisagem (Martins et al., 2021). As fronteiras ecológicas, tanto regionais quanto globais, podem influenciar os padrões de distribuição de aves frugívoras em diferentes partes do mundo. Esses estudos revelam como as assembleias de aves se organizam em relação às variações geográficas em grande escala, identificando regiões de alta ou baixa dissimilaridade nas interações entre aves e plantas (Martins et al., 2021).

Do ponto de vista evolutivo, a dissimilaridade entre assembleias de aves frugívoras fornece informações sobre as pressões seletivas que moldaram as interações entre essas aves e as plantas das quais se alimentam ao longo do tempo, incluindo a coevolução entre elas. Os frutos carnosos, por exemplo, desenvolveram características morfológicas e químicas específicas, como tamanho e composição nutricional, que influenciam a atração de seus eventuais dispersores de sementes (Jordano et al., 2011). Um exemplo notável dessa adaptação é o tamanho do fruto, que muitas vezes é proporcional ao tamanho da ave que o dispersa (Moermond & Denslow, 1985). Essa relação de tamanho permite que as aves manipulem e consumam os frutos de maneira eficaz, o que influencia diretamente a seleção de recursos alimentares e, conseqüentemente, a maneira como as assembleias de aves se estruturam entre árvores com diferentes tamanhos de frutos (Hasui, 2003). A composição nutricional dos frutos também é importante na definição das assembleias dos frugívoros. Por exemplo, a quantidade de lipídeos nos frutos está ligada à capacidade de digestão das aves. Aves com uma dieta predominantemente insetívora tendem a consumir frutos ricos em

lipídeos (Pizo et al., 2021). Por outro lado, aves com uma dieta predominantemente frugívora selecionam frutos ricos em água e carboidratos (Assunção et al., 2015). Essas preferências nutricionais específicas são influenciadas pelas adaptações digestivas das aves, que evoluíram em resposta às composições nutricionais dos frutos e outros alimentos que essas aves eventualmente consomem (Moermond & Denslow, 1985; Pizo et al., 2021).

As características da paisagem também desempenham um papel importante na distribuição das assembleias de aves frugívoras. Os tipos de habitats e a extensão das áreas de vegetação nativa são fatores que contribuem na configuração das comunidades de aves frugívoras (Kreft & Jetz, 2010). Dentro de um mesmo bioma, a organização e o arranjo espacial dessas características, em conjunto com fatores abióticos, proporcionam diferentes condições que atuam como filtros ambientais, selecionando as espécies presentes e suas interações. Dessa forma, a paisagem atua como um filtro ambiental que interage com as adaptações das aves e características dos frutos para moldar a distribuição espacial das interações entre espécies (Haseyama & Carvalho, 2011).

A biogeografia é um campo da ecologia que busca investigar como diferentes fatores influenciaram na formação de padrões de distribuição dos seres vivos. Um padrão reconhecido na biogeografia é a relação entre a distância geográfica e a dissimilaridade biótica entre comunidades naturais. Espécies distantes geograficamente muitas vezes compartilham menos semelhanças devido à barreira da dispersão e à história evolutiva divergente (Nekola & White, 1999). Frequentemente a análise de dissimilaridade é utilizada para quantificar e comparar as diferenças na composição de espécies entre diferentes comunidades ou locais. Ela desempenha um papel fundamental na compreensão dos padrões de distribuição da biodiversidade e na identificação dos processos e fatores que influenciam a variação na composição de espécies em diferentes ambientes (Durigan et al., 2008). Através de uma abordagem estatística que utiliza índices de dissimilaridade (e.g. Bray-Curtis), é possível particionar a dissimilaridade entre as assembleias em diferentes componentes (Baselga, 2013). Essa técnica busca desvendar os processos ecológicos subjacentes que contribuem para as diferenças nas composições de espécies entre diferentes ambientes ou localidades (Silva, 2014). Ao investigar essas diferenças, é possível distinguir se a dissimilaridade entre as assembleias é resultado da variação balanceada de abundância (i.e., uma mudança na composição das espécies que, no entanto, mantém a abundância total de indivíduos) ou do gradiente de abundância (i.e., quando espécies são perdidas de um local para outro) (Baselga, 2013).

Neste estudo, investigamos se o tamanho e conteúdo de lipídeos dos frutos, a diferença de cobertura de vegetação nativa e a distância geográfica entre as populações de plantas estão associados à dissimilaridade entre assembleias de aves que consomem os frutos de uma mesma espécie de planta em diferentes localidades. Além disso, realizamos a partição da dissimilaridade para explorar os padrões e mecanismos subjacentes dessas diferenças, identificando se são causadas pela substituição e/ou pela perda de espécies de aves visitantes. Isso proporciona uma compreensão mais profunda dos processos ecológicos que moldam as assembleias de aves frugívoras em diferentes contextos ambientais (Baselga, 2013).

2. MÉTODOS

2.1. Seleção de estudos

Mensuramos a dissimilaridade entre assembleias de aves que se alimentam de frutos de uma mesma espécie de planta em diferentes localizações geográficas. Para isso, utilizamos dados de estudos de frugivoria por aves que adotaram o método de observação focal, que consiste em observações diretas em plantas com frutos maduros e o registro as visitas de alimentação das aves (Pizo & Galetti, 2010). Seleccionamos estudos que possuíam (i) coordenadas geográficas do local das observações de frugivoria, (ii) a composição das assembleias de aves frugívoras, (iii) o número total de visitas de cada espécie de ave às plantas, e (iv) tempo total de observação de no mínimo 10 horas. Após uma minuciosa busca nas plataformas Web of Science, Scopus e Google Scholar utilizando os termos “frugivory”, “seed dispersal” AND “Bird*” e seus equivalentes em português e espanhol, 36 estudos realizados entre 1990 e 2015 foram selecionados (Tabela Suplementar 1).

2.2. Distribuição dos estudos e operacionalização da variável resposta

2.2.1. Dissimilaridade entre assembleias de aves frugívoras

Extraímos dos estudos as coordenadas geográficas e mapeamos os estudos (Figura 1). Dos estudos elencados, 26 foram realizados na Mata Atlântica (Figura 1a, Tabela 1) e 10 no Cerrado (Figura 1b, Tabela 2). Listamos as assembleias de aves em 25 espécies de plantas. A dissimilaridade entre as assembleias de aves foi medida em plantas de mesma espécie em um mesmo bioma (Tabela 1 e 2). Os dados de visitas de frugivoria de aves às plantas foram organizadas em tabelas separadas para cada espécie de planta. Nas tabelas, as espécies de aves foram distribuídas nas colunas e as populações de plantas foram distribuídas nas linhas. Os números de visitas localizados nas células de intersecção entre colunas e linhas foram divididos pelas horas de observação e o resultado representa a taxa de visitas de alimentação por hora de aves às plantas.

Construímos assim um banco de dados de interações de frugivoria envolvendo 25 espécies de plantas e 191 espécies de aves. Geramos 25 matrizes de dissimilaridade (uma para cada espécie de planta) utilizando o índice de Bray-Curtis baseado na taxa de visitas. O valor máximo deste índice (1) indica a total diferença entre as assembleias de aves visitantes de

duas populações de uma determinada planta, enquanto o valor mínimo (zero) significa que as assembleias são idênticas. O tamanho das matrizes de dissimilaridade variou de acordo com a quantidade de estudos realizados com a planta alvo (Figura 2). No total, obtivemos 79 valores de dissimilaridade intraespecífica entre assembleias de aves frugívoras que visitaram populações diferentes das 25 espécies de plantas selecionadas.

2.2.2. Partição da dissimilaridade.

Ampliamos nossa análise decompondo a dissimilaridade total entre as assembleias de aves em componentes de variação balanceada de abundância (dVBA) e gradientes de abundância (dGA) (Figura 3), seguindo a abordagem proposta por Baselga (2013). Essa estratégia nos permitiu não apenas quantificar a dissimilaridade entre as assembleias, mas também entender melhor os processos subjacentes a essas diferenças. A partição separa frações de dissimilaridade de acordo com padrões de substituição (dVBA) e/ou perda (dGA) na abundância de espécies (aqui representada pela taxa de visitação por hora) (Baselga, 2013). Dividir a dissimilaridade em dVBA e dGA nos permite identificar se as diferenças nas assembleias são resultado de trocas de espécies ou mudanças nos gradientes de taxa de visitação por hora (Figura 4), permitindo assim explorar as causas das diferenças nas assembleias de aves visitantes de diferentes populações de plantas.

Tabela 1. Espécies de plantas e estudos de frugivoria por aves na Mata Atlântica. Na coluna "Fonte", cada estudo representa uma localidade específica da população de planta correspondente.

Família	Espécie	Fonte
Lamiaceae	<i>Aegiphila sellowiana</i>	Alves, 2008
		Correia, 1997
		Pizo, 2004
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i>	Pascotto, 2006
		Valente, 2001
		Zimmermann, 1996
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i>	Pizo, 1997**
		Pizo, 1997**
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	Athiê, 2009
		Pizo, 2004
Verbenaceae	<i>Citharexylum myrianthum</i>	Alves, 2008
		Lopes, 2000
		Marcondes-Machado, da Rosa 2005
		Correia, 1997
Clusiaceae	<i>Clusia criuva</i>	Alves, 2008
		Pizo, 1998
	<i>Clusia hilariana</i>	Argel-de-Oliveira, 1999
Sapindaceae	<i>Cupania oblongifolia</i>	Gomes et al., 2008
		Parrini e Pacheco, 2014
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i>	Correia, 1997
		Alves, 2008
		Castro, 2003*
		Côrtes, 2003*
		Laps, 1996
Melastomataceae	<i>Miconia prasina</i>	Rother, 2010
		Alves, 2008
		Correia, 1997
		Correia, 1997
		Antonini et al., 2007
		Silva & Melo, 2013

Família	Espécie	Fonte
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i>	Alves, 2008 Argel-de-Oliveira, 1999 Correia, 1997
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	Alves, 2008 Correia, 1997 De Jesus & Monterio -Filho, 2007 Muller, 2006 Pascotto, 2007
	<i>Myrsine umbellata</i>	Alves, 2008 Argel-de-Oliveira, 1999
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	Argel-de-Oliveira, 1999 Pizo, 2004
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolia</i>	Alves, 2008 Argel-de-Oliveira, 1999 De Jesus & Monterio -Filho, 2007 Pizo, 2004 Robinson et al., 2015
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Athiê, 2009 Correia, 1997 Robinson et al., 2015 Galetti e Pizo, 1996 Zimmerman, 2001

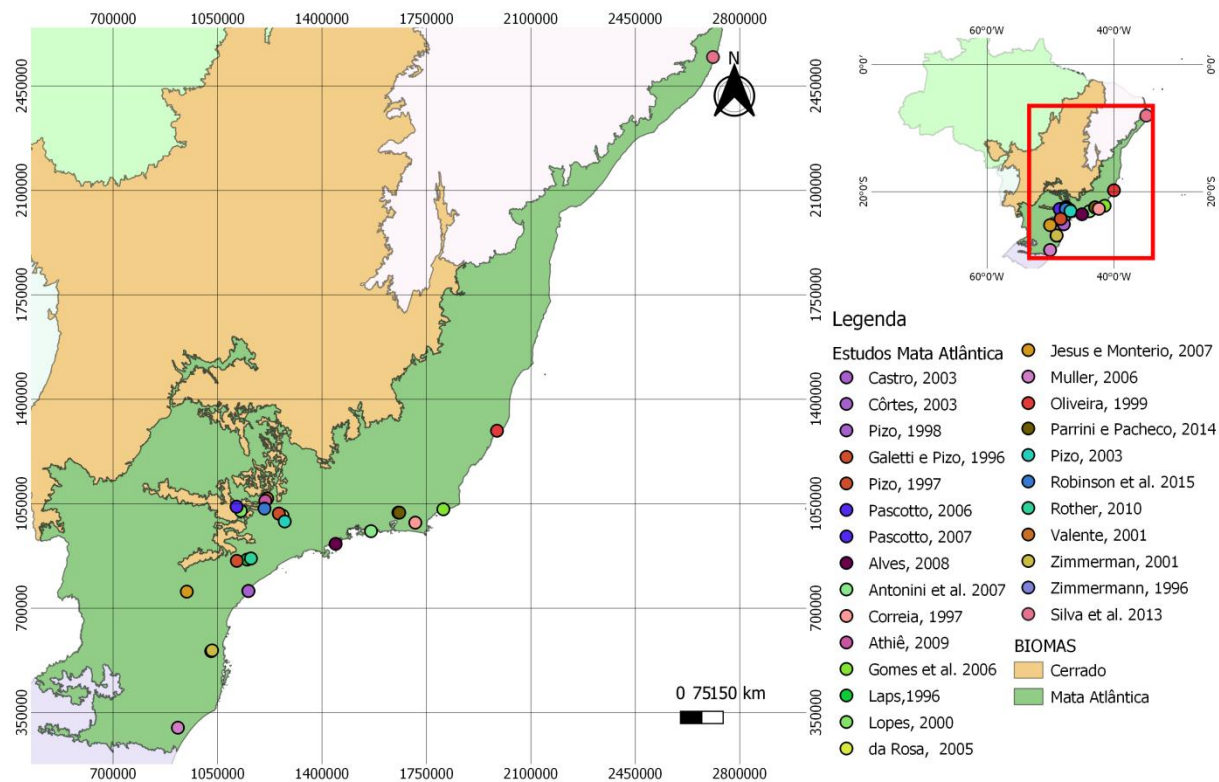
* Estudos realizados na mesma localidade

**Mesmo estudo, duas localidades diferentes

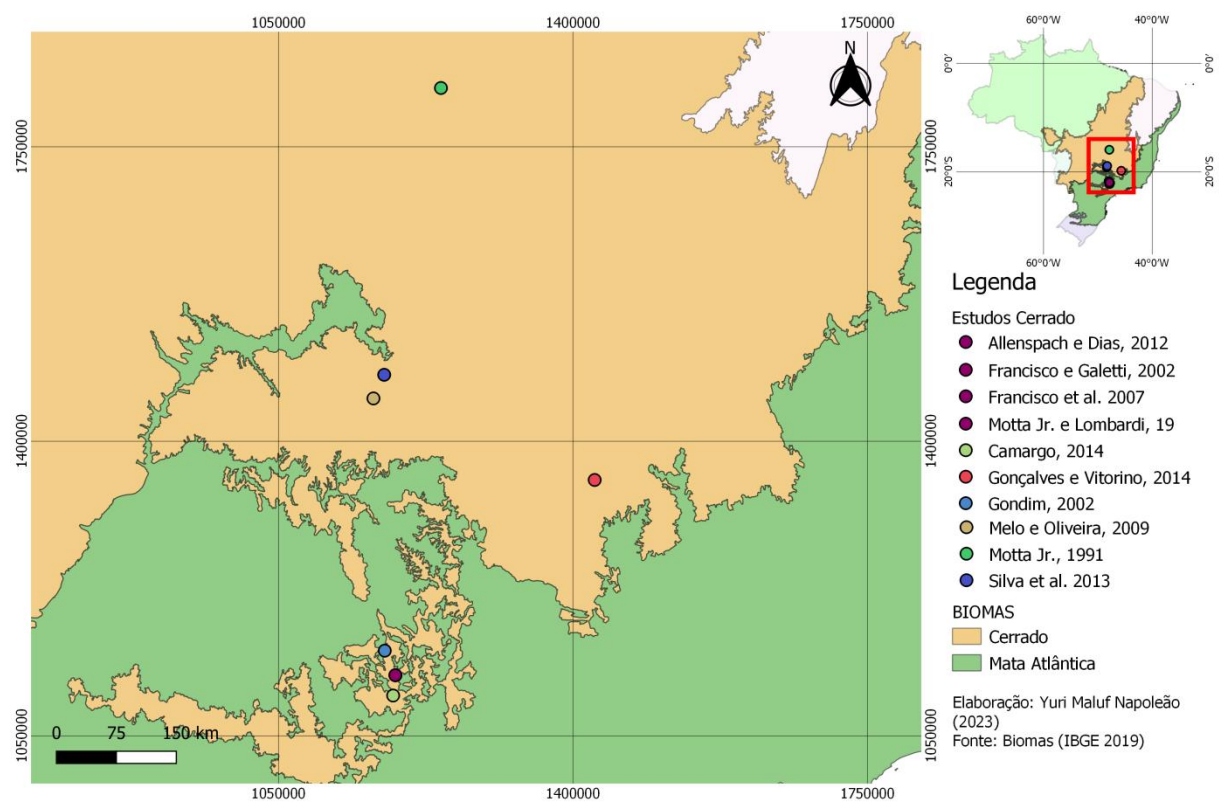
Tabela 2. Espécies de plantas e estudos de frugivoria por aves no Cerrado. Na coluna "Fonte", cada estudo representa uma localidade específica da população de planta correspondente.

Família	Espécie	Fonte
Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i>	Gondim, 2002 Motta Jr, 1991
Malpighiaceae	<i>Byrsonima intermedia</i>	Gondim, 2002 Silva & Melo, 2013
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i>	Vitorino et al., 2014 Motta Jr, 1991 Silva & Melo, 2013
Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i>	Motta Junior e Lombardi, 1990* Gondim, 2002
Lacistemataceae	<i>Lacistema hasslerianum</i>	Melo e Oliveira, 2009 Gondim, 2002
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i>	Allenspach e Dias, 2012* Camargo, 2014 Gondim, 2002
Lauraceae	<i>Ocotea pulchella</i>	Gondim, 2002 Francisco e Galetti, 2002*
Peraceae	<i>Pera glabrata</i>	Gondim, 2002 Francisco et al., 2007*
Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>	Gondim, 2002 Motta Jr, 1991

* Estudos realizados na mesma localidade



(a)



(b)

Figura 1. Distribuição geográfica dos estudos selecionados realizados (a) na Mata Atlântica e (b) no Cerrado. As cores repetidas dos pontos na legenda indicam estudos realizados na mesma coordenada geográfica. As referências completas dos estudos estão listadas na subseção 7.2.1, em ordem numérica correspondente.

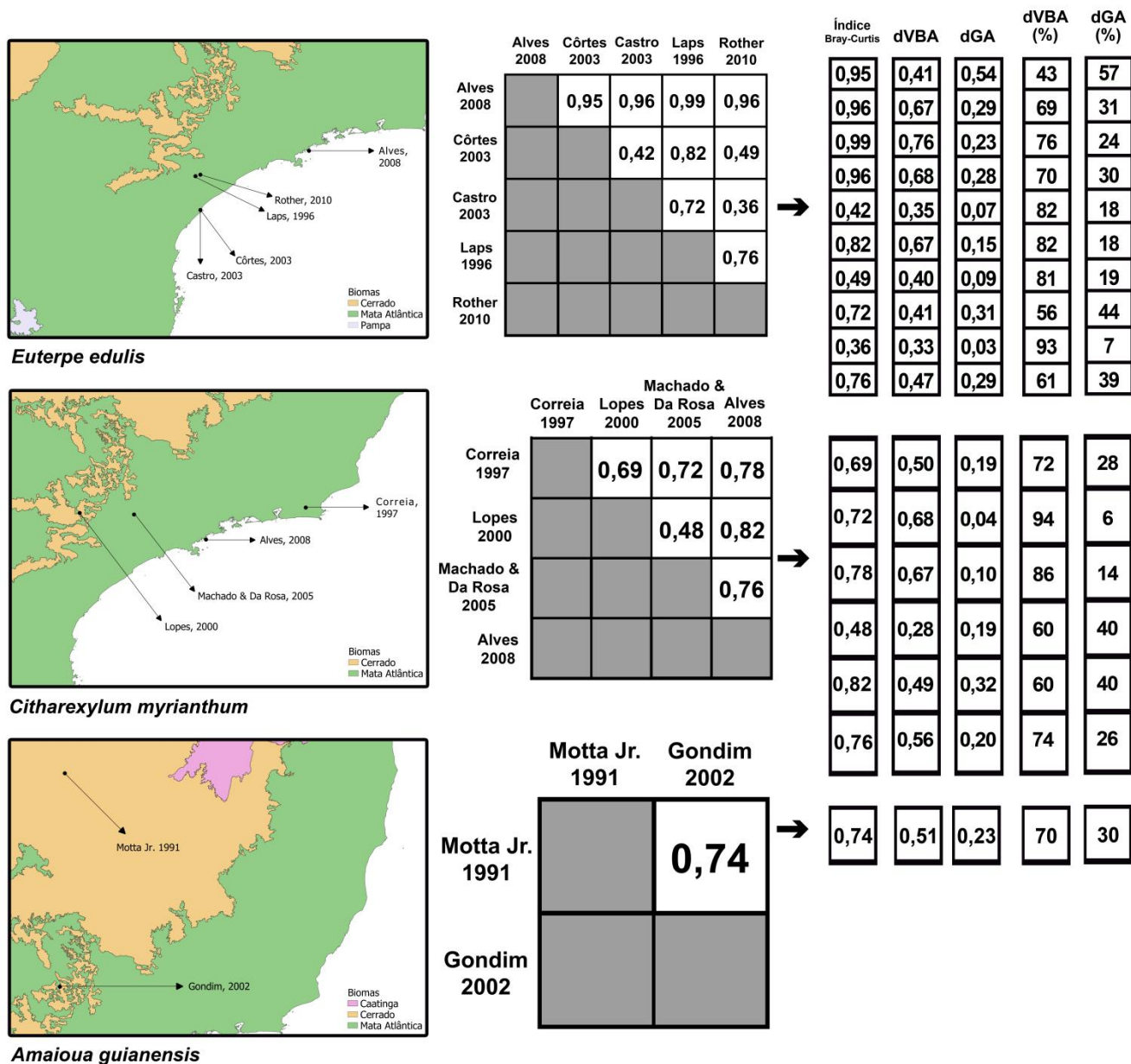


Figura 2. Os mapas da figura mostram as localizações dos estudos para *Euterpe edulis* e *Citharexylum myrianthum* na Mata Atlântica, e *Amaioua guianensis* no Cerrado (consulte a Figura 1 para visualizar as localizações dos estudos selecionados). Geramos matrizes triangulares de dissimilaridade utilizando o índice de Bray-Curtis. Os valores das células representam a dissimilaridade entre assembleias de aves que visitam uma mesma espécie de planta em um mesmo bioma em diferentes localidades presentes no nosso conjunto de dados (consulte espécies de plantas, biomas e estudos na Tabela 1 e 2). Os valores da matriz triangular de dissimilaridade foram transcritos em colunas (Índice de Bray-Curtis) e particionados em componentes de variação balanceada de abundância (dVBA) e gradientes de abundância (dGA). As colunas dVBA(%) e dGA(%) representam os valores percentuais dos componentes de partição (para acessar os valores de dVBA e dGA e suas respectivas porcentagens para todas as espécies de plantas selecionadas, consulte a Tabela Suplementar 2).

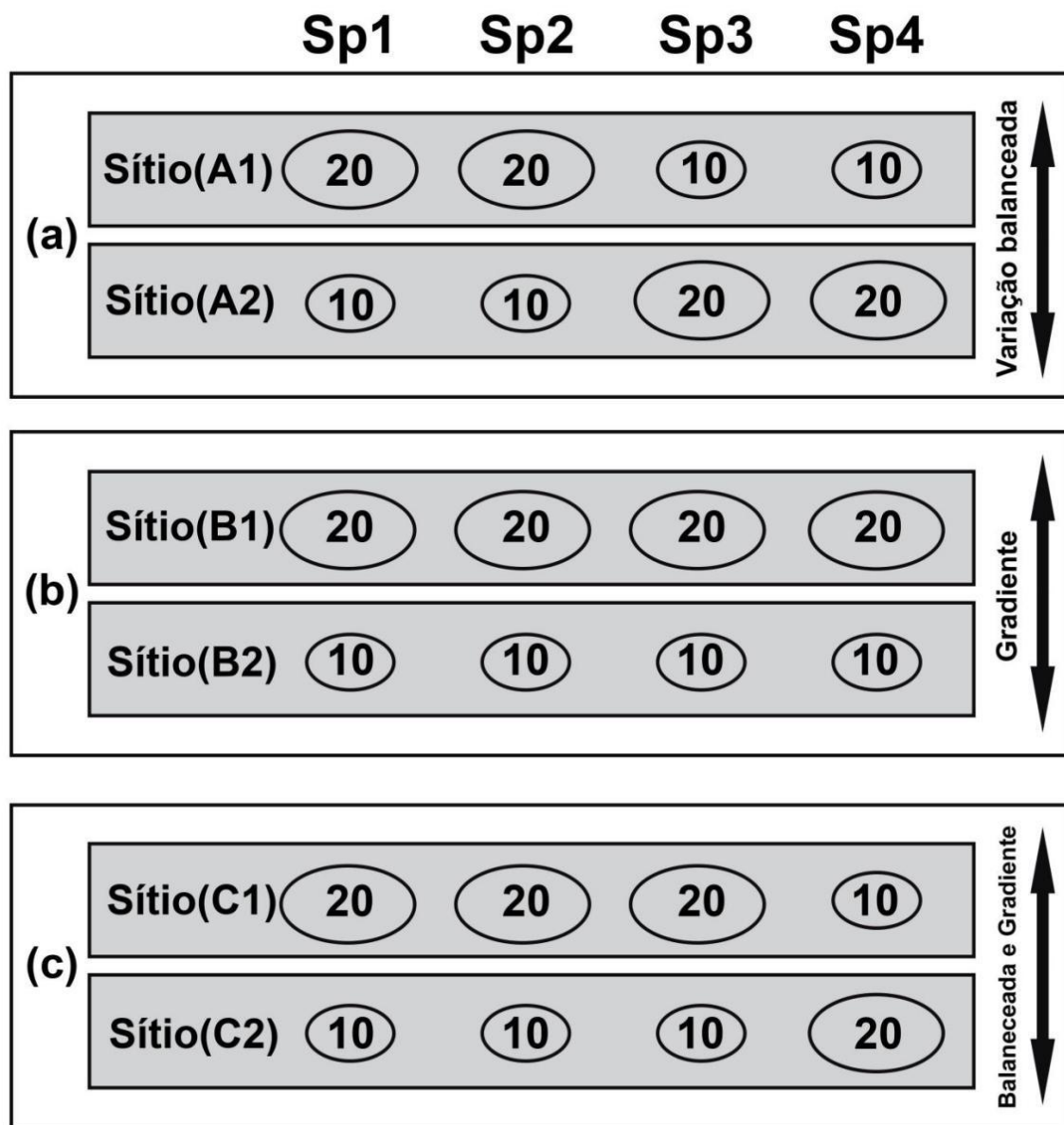


Figura 4. Exemplos de três cenários hipotéticos (a, b e c) envolvendo quatro espécies em duas localidades (sítios). A abundância de indivíduos (120) e a diferença absoluta de indivíduos entre os sítios (40) é igual em todos os cenários e, consequentemente, também o valor de dissimilaridade de Bray Curtis ($dBC = 0,33$). No cenário (a), a diminuição da abundância da Sp1 e Sp2 no Sítio A2 é completamente compensada pela diminuição da Sp3 e Sp4 no Sítio A1, (i.e. $dVBA = dBC = 0,33$). No cenário (b), a diminuição da abundância ocorre em todas as espécies do Sítio B2 (i.e. $dGA = dBC = 0,33$). O cenário (c) retrata padrões mistos de partição da dissimilaridade. A diminuição da abundância da Sp1, Sp2 e Sp3 no Sítio C2 não é totalmente compensada pela diminuição no Sítio C1 (i.e. $dGA + dVBA = dBC$, ou seja, $0,13 + 0,20 = 0,33$).

Fonte: (Baselga, 2013)

2.3. Variáveis preditoras

2.3.1. Características dos frutos

O diâmetro da menor dimensão do fruto (usado aqui como *proxy* de tamanho) e conteúdo de lipídeos dos frutos foram retirados do banco de dados do Prof. Dr. Marco Aurélio Pizo e sua equipe. Este banco de dados contém valores médios de medidas químicas e morfológicas de frutos e sementes extraídos da literatura. Utilizamos esses dados para calcular as médias do diâmetro e do conteúdo de lipídeos dos frutos de cada espécie de planta selecionada (Tabela Suplementar 3) Os dados usados no cálculo da média foram tabelados e listados e podem ser acessados no Material Suplementar (Tabela Suplementar 4 e 5; subseção 8.3.2). Para frutos deiscentes, usamos o diâmetro de uma unidade de dispersão (diásporo).

2.3.2. Cobertura de vegetação nativa e distâncias entre estudos

Usamos os dados da Coleção 7 do MapBiomas para obter as porcentagens de cobertura de vegetação nativa para cada localidade dos estudos selecionados. Iniciamos o procedimento criando círculos no entorno do ponto das coordenadas geográficas de cada estudo, denominado *buffer*, utilizando o software QGIS. Considerando que uma mesma espécie de planta recebe visitas de grupos de aves que apresentam diferentes padrões de movimento e que padrões de deslocamento de aves frugívoras podem estar associados às características da paisagem (e.g. grau de conectividade dos fragmentos) e disponibilidade de frutos (Pizo & Galetti, 2010), optamos por utilizar abordagens estatísticas para definir o tamanho de raio do *buffer*.

Para cada localidade criamos círculos concêntricos de 0,25, 0,5, 0,75, 1, 2 e 4 km de raio. Definimos as classes de cobertura e uso da terra (Figura Suplementar 1) que correspondem a porcentagem de vegetação nativa dos biomas Mata Atlântica e Cerrado e analisamos as correlações das porcentagens das classes em diferentes escalas. Não houve grandes variações de porcentagem das classes entre as escalas. Logo, decidimos utilizar o *buffer* de raio 1 km, pois ele apresentou a maior média de correlação entre as escalas estabelecidas ($\bar{x} = 0,898$). Os círculos concêntricos foram produzidos no software QGIS e a análise de correlação realizadas no software RStudio utilizando o pacote GGally (Schloerke, 2021). Depois de definir o tamanho do *buffer*, calculamos a diferença das porcentagens de vegetação nativa entre pares de estudos realizados com uma mesma espécie de planta. O valor máximo da subtração (100) significa total diferença na cobertura de vegetação nativa entre as paisagens, e o valor mínimo (zero) significa que as paisagens apresentam porcentagens idênticas de cobertura de vegetação

nativa. Ainda com o auxílio do QGIS, calculamos a distância geodésica em metros entre as localizações dos estudos selecionados para uma mesma espécie de planta.

2.4. Análises estatísticas

O valor da dissimilaridade entre as assembleias de aves que visitaram diferentes populações de uma mesma espécie de planta foi a variável resposta. Utilizamos como variáveis preditoras o tamanho e percentagem de lipídeos do fruto, distância geográfica entre as populações estudadas e a diferença de percentagem de cobertura da vegetação entre as áreas de estudo. As variáveis preditoras apresentaram baixa correlação entre si, o que é um bom indicativo de não colinearidade (Figura Suplementar 2). Os valores de Inflação da Variância (VIF) das variáveis estiveram abaixo de 2. Portanto, as variáveis preditoras podem ser consideradas independentes umas das outras.

Para analisar a relação entre a dissimilaridade e as variáveis preditoras, optamos em usar modelos de regressão linear. Para avaliar se as espécies de plantas têm um efeito significativo em nossos modelos, comparamos um modelo linear simples e um modelo linear misto (que representa o modelo com efeito das espécies de plantas) usando a função “anova” com base no Critério de Informação de Akaike (AIC). O AIC é uma medida que leva em consideração a qualidade de ajuste do modelo aos dados e sua complexidade. O modelo com menor valor de AIC é preferido, uma vez que representa um melhor equilíbrio entre a capacidade de explicar a variação nos dados e a simplicidade do modelo (Burnham & Anderson, 2004). O modelo linear simples apresentou menor valor de AIC e foi escolhido. Para incorporar as variáveis preditoras nos nossos modelos, centralizamos seus valores em uma mesma escala utilizando a função “scale”.

Criamos um modelo saturado (i.e., sem interações entre variáveis preditoras) e aplicamos ao modelo a função “dredge” do pacote “MuMIn”. A função criou 16 modelos (15 modelos + 1 modelo nulo) e os organizou com base no Critério de Informação de Akaike corrigido (AICc). Os modelos que apresentam menores valores de AICc são considerados os de melhores ajustes e apresentam os maiores pesos. Cada modelo gerado apresenta um valor de delta AICc. Quanto menor o delta AICc, melhor é a capacidade do modelo explicar a variação nos dados. Dentre as abordagens que utilizam o AICc para seleção de modelos, escolhemos aquela que avalia a importância relativa das variáveis preditoras (Arnold, 2010). Para isso, selecionamos modelos com valor de delta AICc menor que 2, valor baseado em uma convenção empírica amplamente adotada na prática científica em análise de comparação entre

modelos (Burnham & Anderson, 2004; Guardiola & Saéz, 2023; Grueber et al., 2011; Onditi et al., 2023; Ramsay et al., 2023). Listamos as variáveis preditoras e calculamos a estimativa de parâmetro médio ponderado ($\theta_{\text{var.predit}}$) utilizando a seguinte formula, $\theta_{\text{var.predit}} = \frac{\sum_{i=1}^N \text{Peso}_i \cdot \text{Valor}_i}{\sum_{i=1}^N \text{Peso}_i}$. Cada observação (Valor_i) é multiplicada pelo seu peso correspondente (Peso_i).

Em seguida, a soma total dos produtos de cada observação é dividida pela soma total dos pesos. O resultado fornece uma estimativa média do efeito das variáveis preditoras levando em consideração sua importância relativa nos modelos.

Após explorarmos a relação entre as variáveis preditoras e os valores de dissimilaridade das assembleias de aves frugívoras, procedemos com a análise dos componentes de variação balanceada de abundância (dVBA) e gradientes de abundância (dGA). Em seguida, investigamos as relações entre as variáveis preditoras e os componentes dVBA e dGA seguindo a mesma abordagem adotada previamente para os valores de dissimilaridade. Todas as análises foram conduzidas no software R (versão 4.3.1, R Core Team, 2023-06-16 ucrt).

3. RESULTADOS

3.1. Análise descritiva e avaliação de colinearidade

Observamos a predominância de valores altos na distribuição dos dados de dissimilaridade, o que destaca grandes diferenças na composição de espécies e interações entre as assembleias de aves (Figura Suplementar 3). O diâmetro dos frutos manteve sua distribuição em valores baixos, embora é possível observar eventuais valores médios e altos, resultando em uma média acima de 50% (Figura Suplementar 3, Tabela 3). A porcentagem de lipídeos dos frutos e a diferença na cobertura de vegetação nativa apresentaram valores predominantemente baixos, indicando que muitas comparações entre as assembleias foram realizadas em plantas com frutos pouco gordurosos e em locais com paisagens semelhantes quanto à cobertura de vegetação nativa (Figura Suplementar 3). A distância entre as assembleias também resultou em valores predominantemente baixos, porém, a unidade de medida é em quilômetros e mesmo os valores baixos podem representar grandes distâncias entre as assembleias (Figura Suplementar 3, Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios, máximos e mínimos das variáveis investigadas nesse estudo.

Variável	Média	Mínimo	Máximo
Dissimilaridade (índice de Bray- Curtis)	0,82	0,36	1
Diâmetro de frutos (mm)	6,79	3,14	13,28
Conteúdo de lipídeos dos frutos (%)	22,54	0,8	74
Diferença de cobertura de vegetação nativa (%)	32,9	0	99,15
Distância geodésica entre assembleias (km)	401,5	0	1920

3.2. Dissimilaridade

3.2.1. Importância relativa das variáveis preditoras sobre a dissimilaridade

Dos 16 modelos criados, apenas os modelos 2, 4, 10 e 12 foram considerados os melhores modelos ($\Delta AIC < 2$) e incluídos no cálculo da estimativa do parâmetro médio ponderado (Tabela Suplementar 5). A análise da importância relativa revelou que a variável “diâmetro do fruto” ($\theta_{diam} = -0,042$) foi a mais expressiva, seguida da “diferença de cobertura de vegetação nativa” ($\theta_{dif_cobveg} = -0,012$) e “conteúdo de lipídeo do fruto” ($\theta_{lip} = -0,005$). A

variável “distância” não demonstrou estar relacionada com a dissimilaridade ($\theta_{\text{dist}} = \text{Nulo}$). A relação linear entre o diâmetro do fruto e a dissimilaridade foi negativa, em comparação com a diferença de cobertura de vegetação nativa e o conteúdo de lipídeo do fruto. Além disso, a inclinação negativa da reta e os sinais negativos das estimativas indicam que, à medida que os valores das variáveis preditoras aumentam a dissimilaridade diminui (Figura 5).

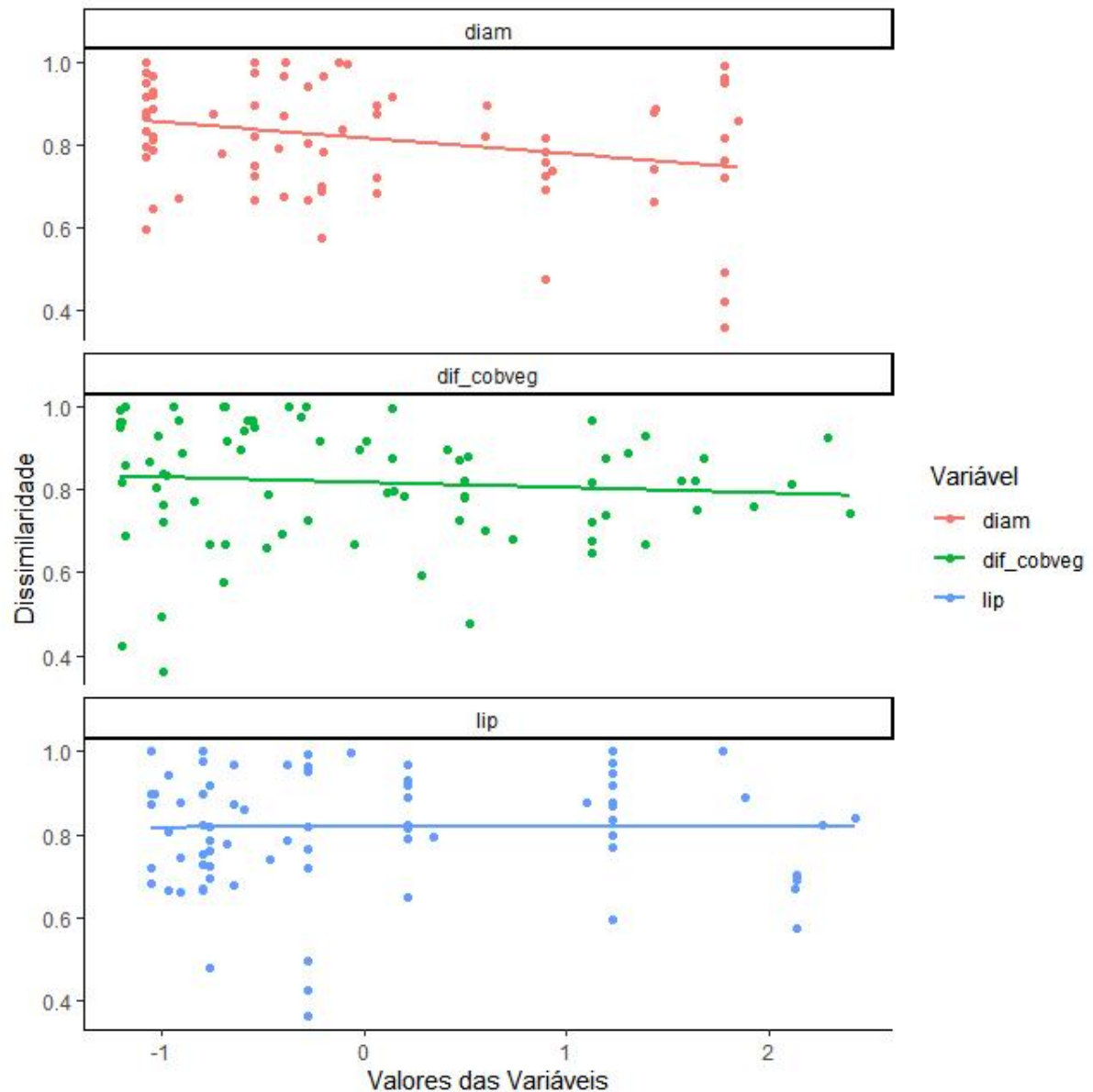
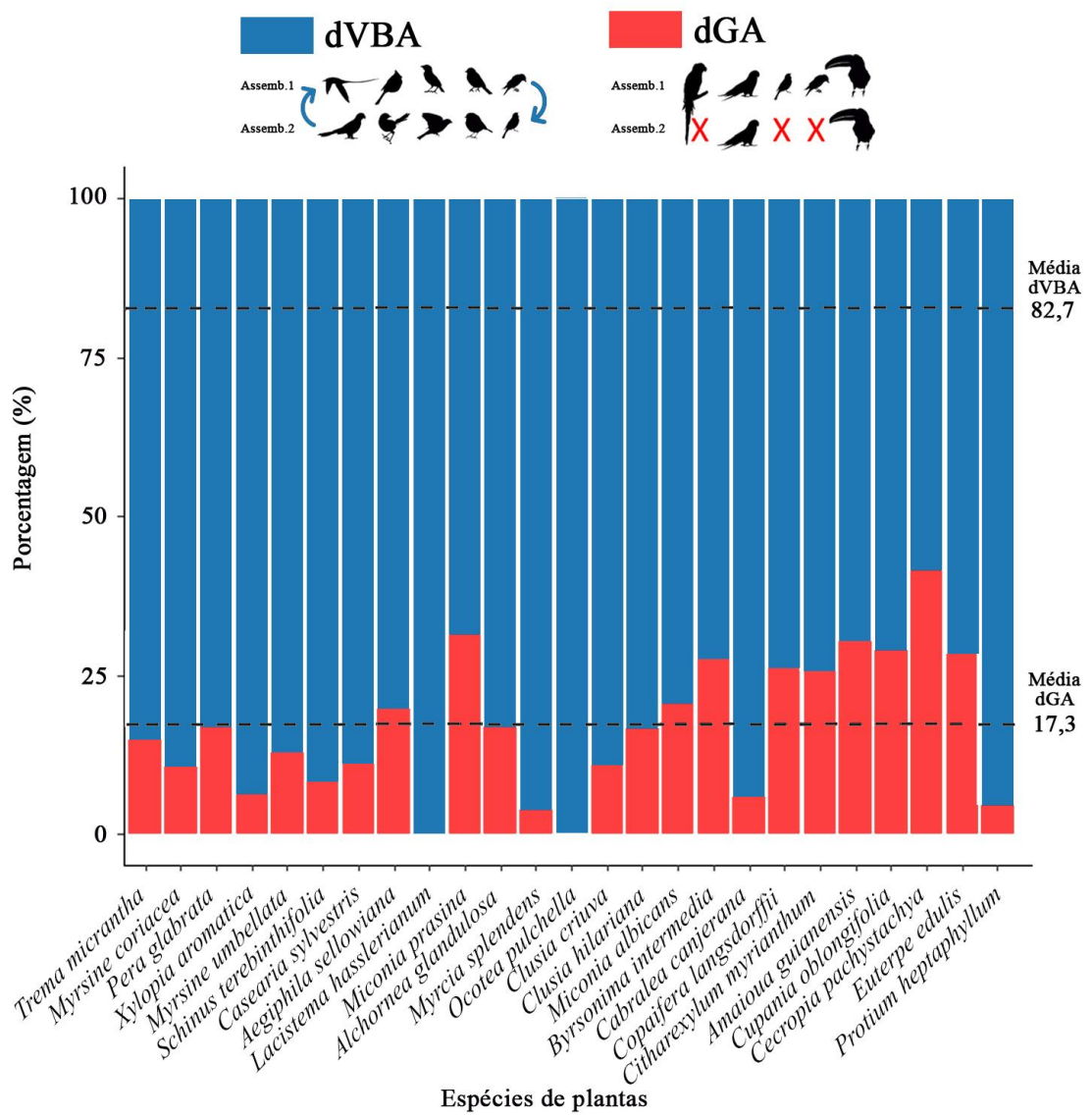


Figura 5. Gráfico de dispersão com base em um modelo linear que ilustra as relações entre as variáveis preditoras e a dissimilaridade nas assembleias de aves frugívoras. O gráfico destaca a relação mais forte existente entre o diâmetro do fruto (diam) e a dissimilaridade em comparação com a diferença de cobertura de vegetação nativa (dif_cobveg) e o conteúdo de lipídeo do fruto (lip).

3.2.2. Importância relativa das variáveis preditoras sobre os componentes da dissimilaridade (dVBA e dGA)

Optamos por destacar a importância das variáveis preditoras apenas para o componente de substituição de interações e espécies (dVBA), visto que esse componente desempenhou um papel mais proeminente na dissimilaridade total entre as assembleias de aves, representando uma média de 82,7%. Em outras palavras, os resultados sugerem que a diferença observada entre as assembleias de aves pode ser atribuída principalmente à influência do componente dVBA (Figura 6). A omissão do componente de perda de interações e espécies (dGA) se deve ao fato de que a classificação, intensidade e pesos correspondentes dos modelos gerados para ambos os componentes são idênticos, diferindo apenas os sinais das relações (i.e. à medida que uma relação aumenta nos modelos dVBA, a relação correspondente dGA diminui e vice-versa).

Dos 16 modelos criados, apenas o modelo 2 e 4 apresentaram $\Delta AIC < 2$ (Tabela Suplementar 6). A análise da importância relativa revelou que a variável “diâmetro do fruto” ($\theta_{diam} = -6,286$) manteve-se como a mais expressiva, seguido da “diferença de cobertura de vegetação nativa” ($\theta_{dif_cobveg} = -1,922$). As variáveis “distância” e “conteúdo de lipídeo do fruto” não estiveram relacionadas com os componentes da dissimilaridade ($\theta_{dist, lip} = NA$). Encontramos uma relação linear mais pronunciada entre o diâmetro do fruto e o componente dVBA em comparação com a diferença de cobertura de vegetação nativa. Além disso, a inclinação negativa da reta e os sinais negativos das estimativas indicam que, à medida que os valores das variáveis preditoras aumentam, o componente dVBA diminui (Figura 7). Isso implica que, para espécies de plantas com frutos maiores, o papel do componente dGA na dissimilaridade total entre as assembleias se torna um pouco mais proeminente em relação ao componente dVBA, ou seja, quando comparadas, as assembleias de aves que consomem frutos maiores começam a apresentar perdas de interações e espécies de aves mais evidentes em comparação com espécies de plantas com frutos menores. No entanto, é importante notar que, apesar dessa tendência, a substituição de interações e espécies ainda prevalece como a principal fonte de variação na dissimilaridade entre as espécies de plantas (Figura 6).



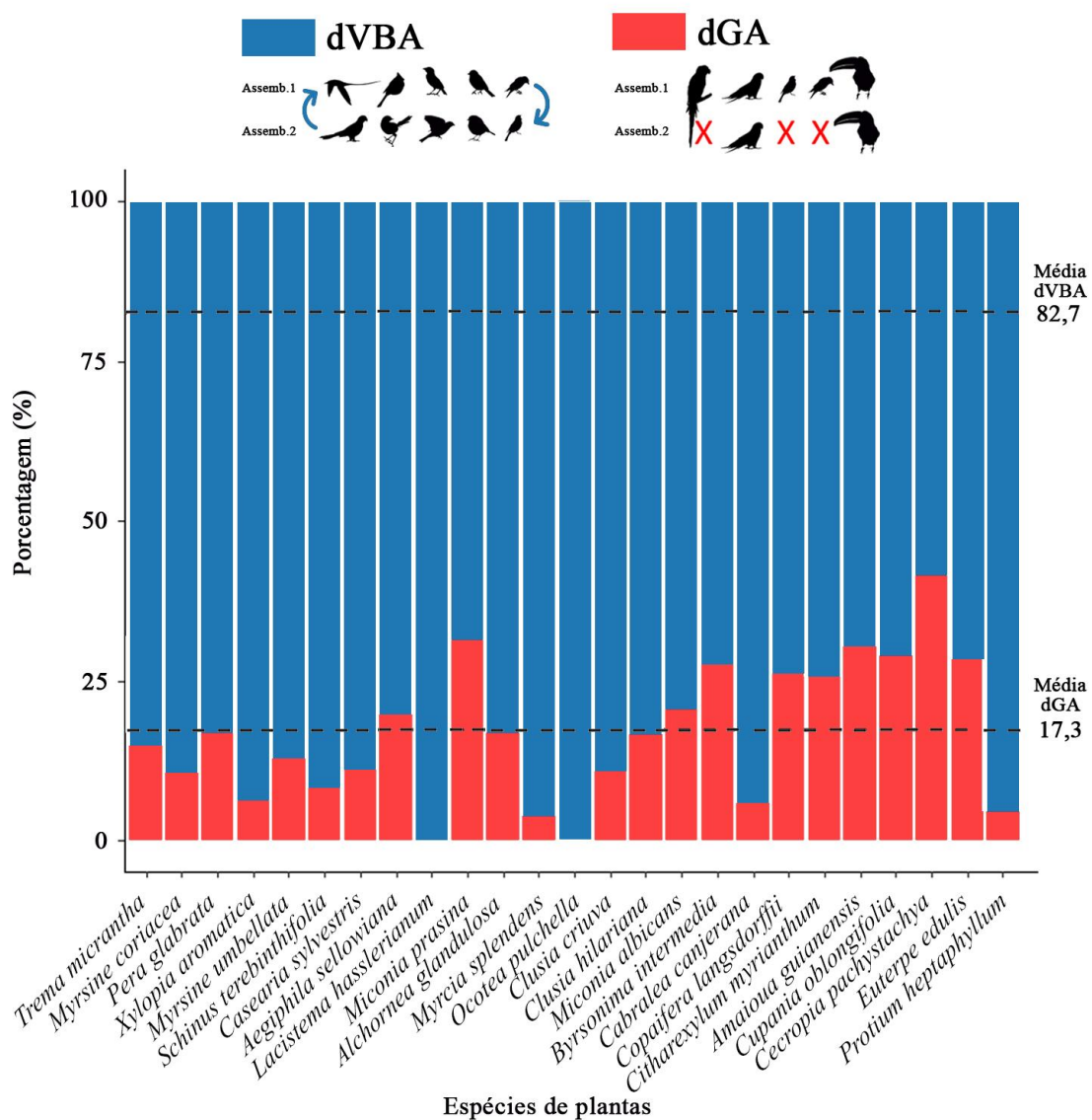


Figura 6. Partição da dissimilaridade total entre os componentes de variação balanceada de abundância (dVBA) e gradientes de abundância (dGA). O eixo y mostra a proporção da dissimilaridade atribuída a cada um desses componentes. A barra azul representa o componente dVBA, enquanto a barra vermelha representa o componente dGA. No eixo x estão representadas as espécies de plantas classificadas em ordem crescente de tamanho de fruto. A figura demonstra a predominância do componente dVBA na dissimilaridade total.

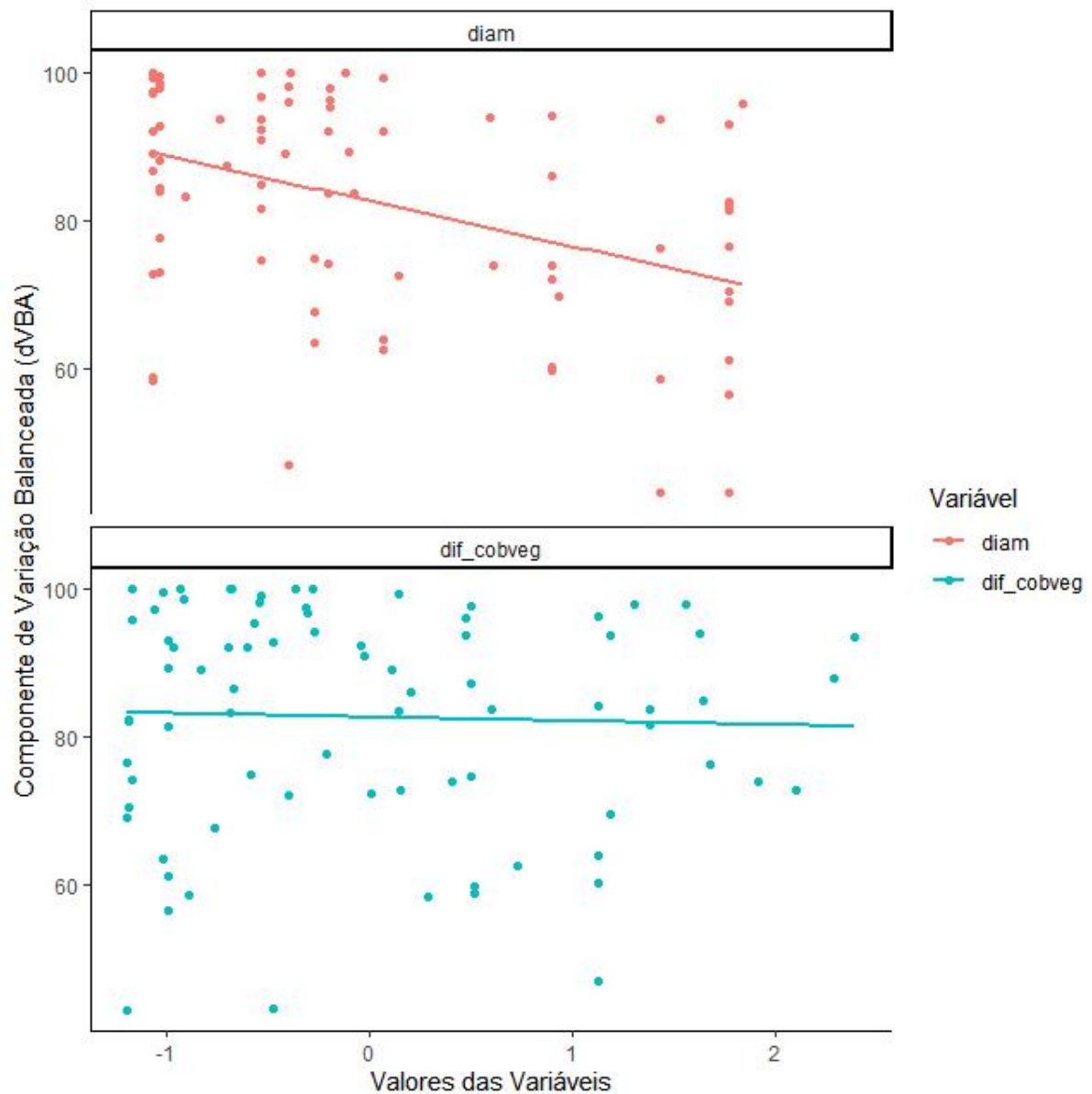


Figura 7. Gráfico de dispersão com base em um modelo linear que ilustra as relações entre as variáveis preditoras e os componentes de variação balanceada de abundância (dVBA) nos modelos de regressão. O gráfico destaca a maior relação linear existente entre o diâmetro do fruto (diam) e o componente dVBA, em comparação com a diferença de cobertura de vegetação nativa (dif_cobveg). As linhas de regressão mostram uma inclinação negativa, indicando que à medida que os valores das variáveis preditoras aumentam, o componente dVBA da dissimilaridade diminui e consequentemente aumentando os valores do componente dGA. As variáveis preditoras foram padronizadas em escala única utilizando a função “scale” no software R.

4. DISCUSSÃO

A dissimilaridade entre as assembleias de aves apresentou valores predominantemente altos, o que pode indicar redundância de dispersores de sementes (Petchey et al., 2009). Neste contexto, a redundância se refere à capacidade de diferentes espécies de aves desempenharem funções semelhantes na frugivoria e dispersão de sementes. Em outras palavras, mesmo que diferentes espécies de aves possuam características comportamentais, morfológicas ou ecológicas distintas, elas são capazes de se alimentar da mesma espécie de planta em diferentes ambientes e eventualmente desempenharem o papel de dispersoras de sementes. Isso pode ocorrer devido à adaptabilidade alimentar das aves ou à sobreposição de nicho entre as espécies, permitindo que elas explorem recursos semelhantes (Petchey et al., 2009). Por outro lado, encontramos relações consideráveis entre a dissimilaridade nas assembleias de aves frugívoras e seus componentes de partição (dVBA e dGA) com algumas de nossas variáveis preditoras.

4.1. Relação da dissimilaridade com as variáveis preditoras

4.1.1. Influência do diâmetro e conteúdo de lipídeos dos frutos e da cobertura de vegetação nativa sobre a dissimilaridade nas assembleias de aves frugívoras

Destacamos aqui a influência do diâmetro dos frutos na dissimilaridade entre as assembleias de aves frugívoras. Observamos que, à medida que o diâmetro dos frutos aumenta, a dissimilaridade entre as assembleias diminui, sugerindo que as plantas com frutos maiores tendem a atrair assembleias de aves frugívoras mais semelhantes entre diferentes localidades geográficas. A relação entre o tamanho dos frutos e a dissimilaridade nas assembleias de aves também pode ser indicativo de redundância funcional, como discutido acima. Enquanto plantas com frutos pequenos podem contar com uma variedade de dispersores supostamente redundantes entre si, que se substituem geograficamente, as plantas com sementes grandes dependem de um conjunto relativamente restrito de dispersores capazes de ingerir esses frutos (Moermond & Denslow, 1985). Nossos resultados destacam a importância de considerar as necessidades específicas das espécies de plantas com frutos maiores na conservação da biodiversidade, pois a preservação desses dispersores-chave torna-se fundamental para garantir a manutenção das interações destas espécies de plantas (Janzen, 1970).

A diferença na cobertura de vegetação nativa e o conteúdo de lipídeos também estão associados à dissimilaridade entre as assembleias de aves. No entanto, em todos os modelos

em que essas variáveis aparecem, suas contribuições relativas são mínimas e estão sempre em conjunto com o diâmetro do fruto. Além disso, os coeficientes de inclinação das retas para essas variáveis também são muito pequenos. Portanto, o efeito dessas variáveis na dissimilaridade é negligenciável.

4.1.2. Relação entre dissimilaridade de assembleias e distância geográfica: contexto biogeográfico

A ausência de relação entre a dissimilaridade das assembleias de aves e a distância geográfica em nosso estudo pode ser explicada à luz dos princípios da biogeografia. Ao contrário do padrão tradicionalmente observado na biogeografia, no qual a dissimilaridade tende a aumentar com a distância geográfica devido às limitações de dispersão (Nekola & White, 1999), nossa análise concentrou-se em um contexto mais específico. Focamos na dissimilaridade das assembleias de aves que compartilham uma mesma espécie de planta em um mesmo bioma. No contexto da biogeografia, é válido considerar que um mesmo bioma apresenta menores barreiras geográficas e biológicas, maior potencial de migração e colonização, e condições climáticas mais favoráveis (Martins et al., 2021). No entanto, fatores como desmatamento, mudanças climáticas e mudanças no uso da terra podem transformar as paisagens, criando novos obstáculos ou barreiras à migração e à colonização dentro do bioma. Isso pode resultar em extinções locais e na geração de heterogeneidade na distribuição original das espécies (Gimenes & dos Anjos, 2003). Esses fatores, em conjunto, podem ter neutralizado o impacto da distância geográfica na dissimilaridade entre as assembleias.

4.2. Partição da Dissimilaridade e Compreensão das Interações

Ao investigar a partição da dissimilaridade, pudemos entender melhor os processos subjacentes às diferenças nas assembleias de aves frugívoras. Identificamos que o componente de variação balanceada de abundância de visitas de alimentação (dVBA) desempenhou um papel mais proeminente na dissimilaridade, o que indica que uma mesma espécie de planta pode atrair diferentes espécies de aves frugívoras em diferentes áreas geográficas. No entanto, à medida que o diâmetro dos frutos aumentou, o componente de gradiente de abundância de visitas de alimentação (dGA) se tornou ligeiramente mais importante (Figura 7). Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que, à medida que os frutos aumentam de tamanho, eles se tornam mais difíceis de serem manipulados e engolidos inteiramente por aves menores, devido às limitações morfológicas de manipulação impostas

pelo tamanho do fruto (Moermond & Denslow, 1985). Isso resulta em uma menor diversidade de aves capazes de consumir frutos maiores, pois aves maiores e especializadas na manipulação e ingestão de frutos grandes são naturalmente menos diversas em comparação com as aves pequenas e mais generalistas (Wheelwright & Orians, 1982). Essa dinâmica contribui para que o componente dGA aumentasse em frutos maiores. É importante ressaltar que nosso conjunto de dados se limitou a plantas com um diâmetro máximo de frutos de 1,3 cm. No entanto, é comum encontrar frutos maiores que 1,3 cm no bioma Mata Atlântica que podem ser consumidos pelas aves (Jordano et al., 2006; Domingues et al., 2013). A inclusão de uma maior variação no tamanho máximo dos frutos pode ampliar ainda mais a presença do componente dGA e indicar um padrão mais acentuado nos processos de perda de interações nas assembleias que envolvem frutos maiores do que aqueles presentes em nossas análises.

Por fim, a diferença de cobertura de vegetação nativa em relação aos componentes dVBA e dGA revelou uma relação linear negativa, porém, assim como para a dissimilaridade, a diferença de vegetação nativa é observada nos modelos com uma contribuição limitada e sempre em conjunto com o diâmetro. Além disso, o coeficiente de inclinação das retas é muito pequeno. Portanto, o efeito da diferença de cobertura vegetal nos componentes dVBA e dGA também é irrelevante.

5. CONCLUSÃO

Nossos resultados indicaram que à medida que o diâmetro dos frutos aumenta, a dissimilaridade entre as assembleias de aves frugívoras tende a diminuir, sugerindo que plantas com frutos maiores atraíam assembleias de aves mais homogêneas entre diferentes localidades geográficas. Este padrão reflete a redução na diversidade de frugívoros capazes de consumir frutos maiores devido às limitações morfológicas impostas pelo tamanho desses frutos (Moermond & Denslow 1985).

A investigação dos processos subjacentes da dissimilaridade entre as assembleias de aves evidenciou que as interações das aves com populações de plantas com frutos menores foram majoritariamente substituídas, enquanto para plantas com frutos maiores há indícios de aumento na perda de interações. É importante ressaltar que as interações ecológicas se perdem antes mesmo de afetar diretamente as espécies (Janzen, 1974). Essa perda de interações é um sinal de alerta para os ecossistemas. No caso de frutos grandes, representa um indicativo preocupante não apenas das perdas de dispersores que já ocorreram, mas também do risco iminente de futuras perdas de espécies de aves que têm adaptações específicas para consumir esses frutos. Essa tendência não prejudica apenas as espécies envolvidas nas interações, mas também pode desencadear desequilíbrios ecológicos e contribuir para a redução da biodiversidade, elementos centrais da degradação dos ecossistemas.

6. REFERÊNCIAS

1. Arnold, T. W. (2010). Uninformative parameters and model selection using Akaike's Information Criterion. *The Journal of Wildlife Management*, 74(6), 1175-1178.
2. Assunção, M. A. (2015). *Fenologia e frugivoria por aves em Miconia calvescens e M. prasina (Melastomataceae): influência do conteúdo de carboidratos dos frutos na composição e frequência de visitação da assembleia de aves consumidoras*. Dissertação (mestrado) - UERJ, Rio de Janeiro, RJ.
3. Baselga, A. (2013). Multiple site dissimilarity quantifies compositional heterogeneity among several sites, while average pairwise dissimilarity may be misleading. *Ecography*, 36(2), 124-128.
4. Burnham, K. P., & Anderson, D. R. (2004). Multimodel inference: understanding AIC and BIC in model selection. *Sociological methods & research*, 33(2), 261-304.
5. Domingues, C. Â. J., Gomes, V. N., & Quirino, Z. G. M. (2013). Síndromes de dispersão na maior área de proteção da Mata Atlântica paraibana. *Biotemas*, 26(3), 99-108.
6. Durigan, G., Bernacci, L. C., Franco, G. A. D. C., Arbocz, G. D. F., Metzger, J. P., & Catharino, E. L. M. (2008). Estádio sucessional e fatores geográficos como determinantes da similaridade florística entre comunidades florestais no Planalto Atlântico, Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 22, 51-62.
7. Gimenes, M. R., & dos Anjos, L. (2003). Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 25(2), 391-402.
8. Guardiola, M., & Sáez, L. (2023). Are Mediterranean Island Mountains Hotspots of Taxonomic and Phylogenetic Biodiversity? The Case of the Endemic Flora of the Balearic Islands. *Plants*, 12(14), 2640.
9. Grueber, C. E., Nakagawa, S., Laws, R. J., & Jamieson, I. G. (2011). Multimodel inference in ecology and evolution: challenges and solutions. *Journal of evolutionary biology*, 24(4), 699-711.
10. Hasui, E. (2003). *Influência da variação fisionômica da vegetação sobre a composição de aves frugívoras na Mata Atlântica*. Tese (doutorado) - UNICAMP, Campinas, SP.
11. Haseyama, K. L. F., & Carvalho, C. D. (2011). Padrões de distribuição da biodiversidade Amazônica: um ponto de vista evolutivo. *Revista da Biologia*, 35-40.
12. Janzen, D. H. (1970). Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *The American Naturalist*, 104(940), 501-528.
13. Janzen, D. H. (1974). The deflowering of central America. *Nat Hist*, 83, 48-53.
14. Jordano, P., Forget, P. M., Lambert, J. E., Böhning-Gaese, K., Traveset, A., & Wright, S. J. (2011). Frugivores and seed dispersal: mechanisms and consequences for biodiversity of a

key ecological interaction. *Biol Lett.* 2011 Jun 23;7(3):321-3. doi:10.1098/rsbl.2010.0986. Epub 2010 Nov 17. PMID: 21084336; PMCID: PMC3097856.

15. Jordano, P., Galetti, M., Pizo, M. A., Silva, W. R. (2006). Ligando Frugivoria e Dispersão de sementes à biologia da conservação. Pages 41 1-436, In:Duarte, C.F., Bergallo, H.G., Dos Santos, M.A., and V a, A.E. (eds.). *Biologia da conservação: essências*. Editorial Rima, São Paulo, Brasil

16. Koleff, P., Gaston, K. J., & Lennon, J. J. (2003). Measuring beta diversity for presence-absence data. *Journal of Animal Ecology*, 72(3), 367-382.

17. Krebs, C. J. (1989). *Ecological methodology*. University of British. Columbia.

18. Kreft, H., & Jetz, W. (2010). A framework for delineating biogeographical regions based on species distributions. *Journal of Biogeography*, 37(11), 2029-2053.

19. Leibold, M. A. (1998). Similarity and local co-existence of species in regional biotas. *Evolutionary Ecology*, 12, 95-110.

20. Moermond, T. C., & Denslow, J. S. (1985). Neotropical avian frugivores: patterns of behavior, morphology, and nutrition, with consequences for fruit selection. *Ornithological Monographs*, 865-897.

21. Nekola, J. C., & White, P. S. (1999). The distance decay of similarity in biogeography and ecology. *Journal of biogeography*, 26(4), 867-878.

22. Onditi, K. O., Song, W., Li, X., Musila, S., Chen, Z., Li, Q., ... & Jiang, X. (2023). Untangling key abiotic predictors of terrestrial mammal diversity patterns across ecoregions and species groups in Kenya. *Ecological Indicators*, 154, 110595.

23. Petchey, O. L., O’Gorman, E. J., & Flynn, D. F. (2009). A functional guide to functional diversity measures. *Biodiversity, Ecosystem Functioning, & Human Wellbeing Naeem S, Bunker DE, Hector A, Loreau M, Perrings C, eds. Oxford University Press, Oxford*, 49-59.

24. Pizo, M. A., & Galetti, M. (2010). Métodos e perspectivas da frugivoria e dispersão de sementes por aves. *Von Matter, S., Straube, FC, Piacentini, V., Cândido, Jr.(eds.), Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento*, 493-506.

25. Pizo, M. A., Morales, J. M., Ovaskainen, O., & Carlo, T. A. (2021). Frugivory specialization in birds and fruit chemistry structure mutualistic networks across the Neotropics. *The American Naturalist*, 197(2), 236-249.

26. PROJETO MAPBIOMAS – Coleção 7 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil, acessado em 12/04/2023, disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/codigos-de-legenda/>

27. Ramsay, M. S., Sgarlata, G. M., Barratt, C. D., Salmona, J., Andriatsitohaina, B., Kiene, F., ... & Radespiel, U. (2023). Effects of Forest Fragmentation on Connectivity and Genetic Diversity in an Endemic and an Invasive Rodent in Northwestern Madagascar. *Genes*, 14(7), 1451.

28. Schloerke, B., Cook, D., Larmarange, J., Briatte, F., Marbach, M., Thoen, E., ... & Wickham, H. (2021). GGally: Extension to 'ggplot2'.
29. Silva, B. D. (2014). *Padrão de distribuição de assembleias de aves nas florestas de várzea do rio Madeira*. Dissertação (mestrado) - UFPA, Belém, PA.
30. Wheelwright, N. T., & Orians, G. H. (1982). Seed dispersal by animals: contrasts with pollen dispersal, problems of terminology, and constraints on coevolution. *The American Naturalist*, 119(3), 402-413.
31. Wu, Y., Zhang, W., Wang, Y., Zhao, S., Tian, J., Shi, J., ... & Cui, P. (2023). Effects of Landscape Context on Bird Community in the Subtropical Evergreen Broad-Leaved Forest of Wuyishan National Park. *Animals*, 13(8), 1294.

7. MATERIAL SUPLEMENTAR

7.1. Figuras e tabelas

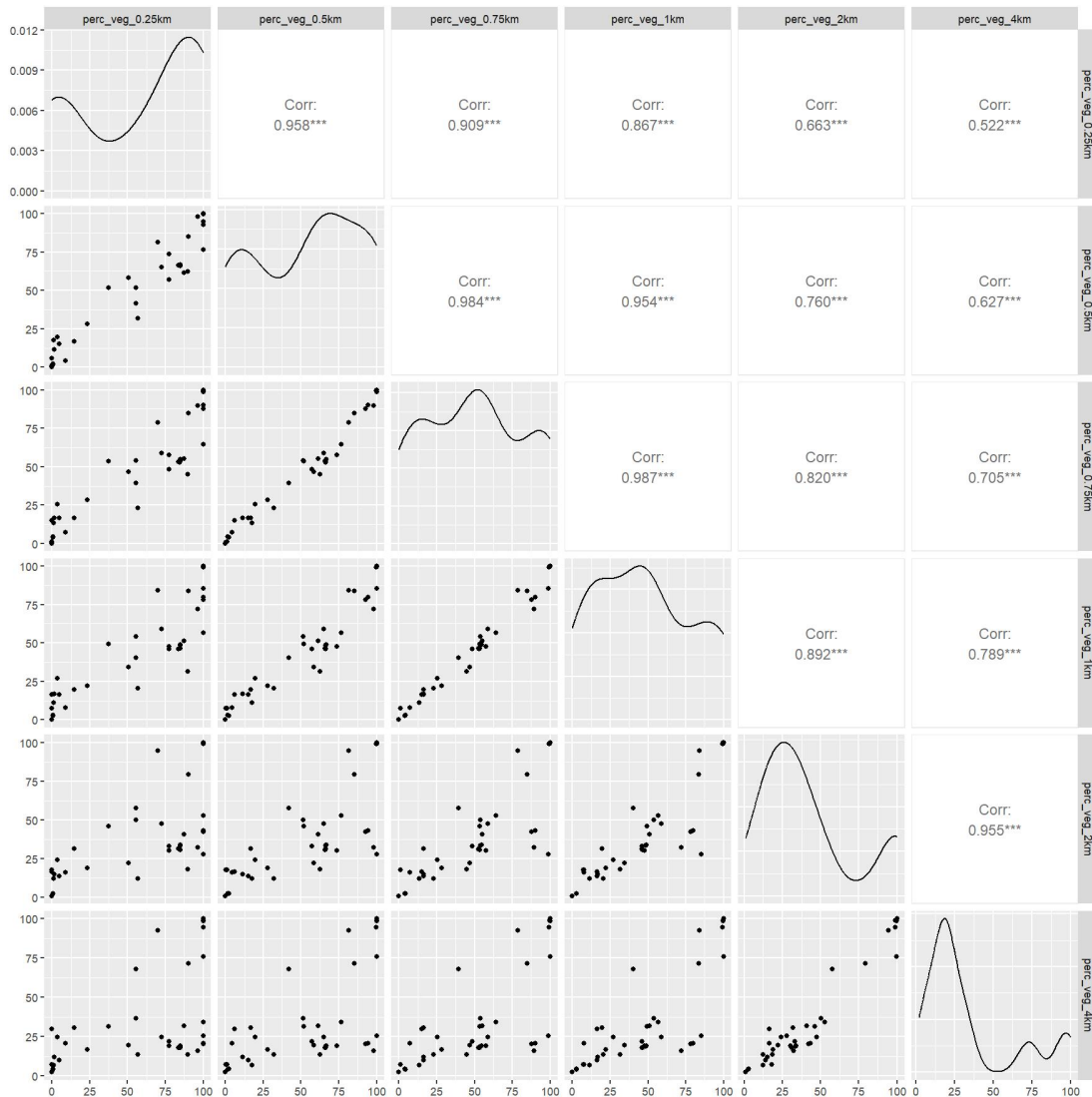


Figura Suplementar 1. Análise de Correlação Multiescala entre Classes de Cobertura e Uso da Terra para a Mata Atlântica e o Cerrado, Baseada na Coleção 7 do MapBiomias. Estabelecemos associações entre os códigos das classes de cobertura e uso da terra com os biomas da Mata Atlântica e Cerrado, utilizando dados da Coleção 7 do MapBiomias. Para representar a vegetação da Mata Atlântica, associamos o "ID 3" (Formação Florestal), que é um tipo de vegetação predominante nesse bioma, e o "ID 49" (Restinga Arborizada) representando uma vegetação costeira característica da Mata Atlântica. Para o bioma do Cerrado, utilizamos o "ID 4" (Formação Savânica), que é um tipo de vegetação típica desse bioma, o "ID 11" (Campo Alagado e Área Pantanosa), que inclui áreas alagadas que ainda mantêm características do Cerrado como vegetação predominante, e o "ID 12" (Formação Campestre), que refere-se a áreas planas com vegetação herbácea ou arbustiva típicas do cerrado. Na figura, são apresentados valores de correlação positiva da porcentagem total de cobertura de vegetação

nativa (ID 3, 4, 11, 12 e 49) entre as escalas estabelecidas, variando de moderada ($>0,4$ e $<0,69$) a muito forte ($> 0,9$). Os “***” representam valores de $p < 0,001$. Os gráficos na diagonal exibem as distribuições dos valores de cobertura de vegetação nativa de cada escala estabelecida, enquanto os gráficos abaixo da diagonal mostram os gráficos de dispersão das combinações de pares de escalas.

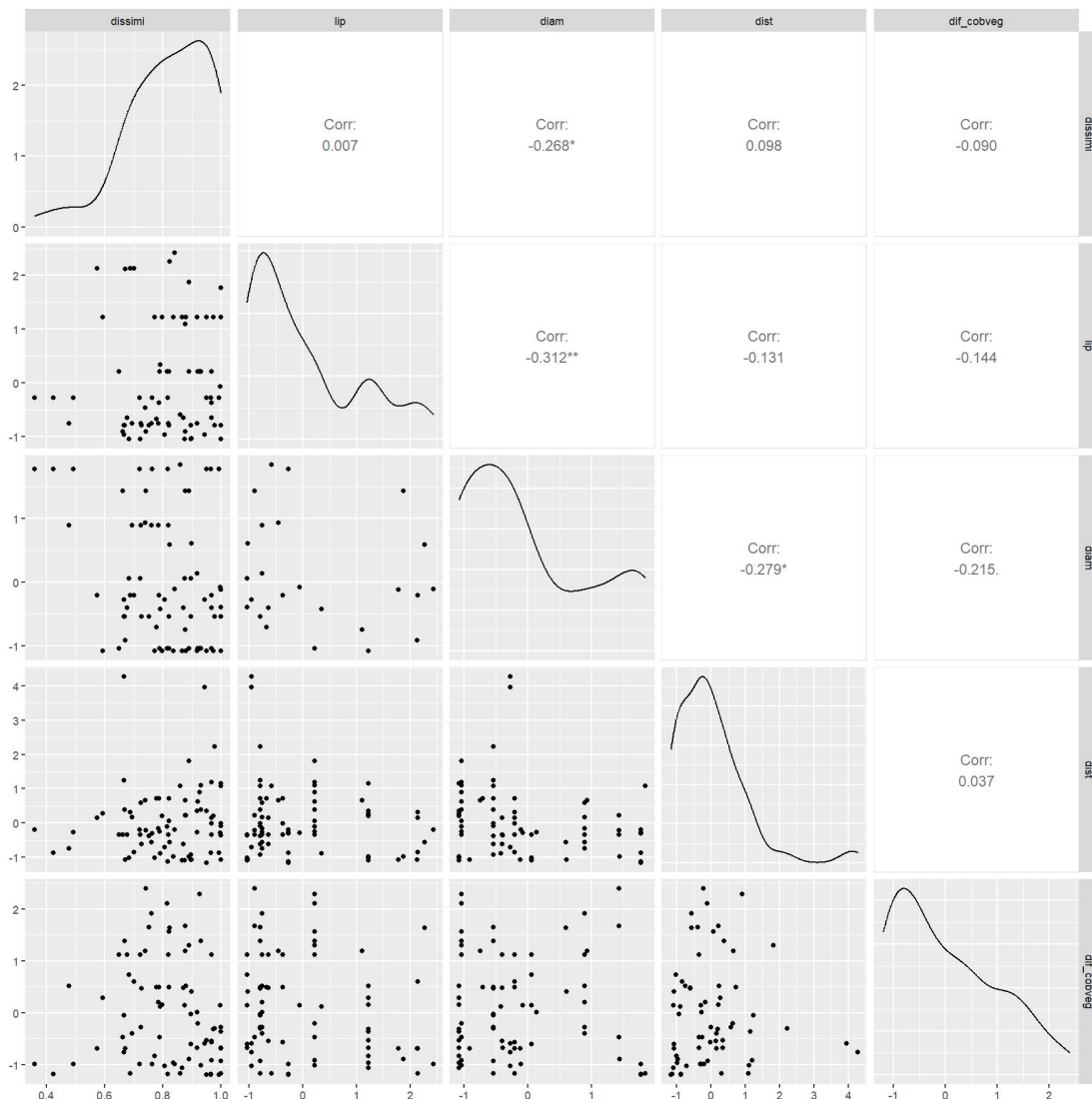


Figura Suplementar 2. Análise de Correlação entre variáveis. A figura representa valores de correlações positivas e negativas entre as variáveis de dissimilaridade (dissimi), conteúdo de lipídeos (lip), diâmetro dos frutos (diam), distância (dist) e diferença de cobertura de vegetação nativa (dif_cobveg) entre as paisagens. Os gráficos da diagonal exibem as distribuições univariadas de cada variável, enquanto os gráficos abaixo da diagonal mostram os gráficos de dispersão das combinações de pares de variáveis. De modo geral a correlação entre as variáveis preditoras é fraca e negativa. Os “***” e “**” representam, respectivamente, valores de p entre 0,001 a 0,01 e 0,01 a 0,05.

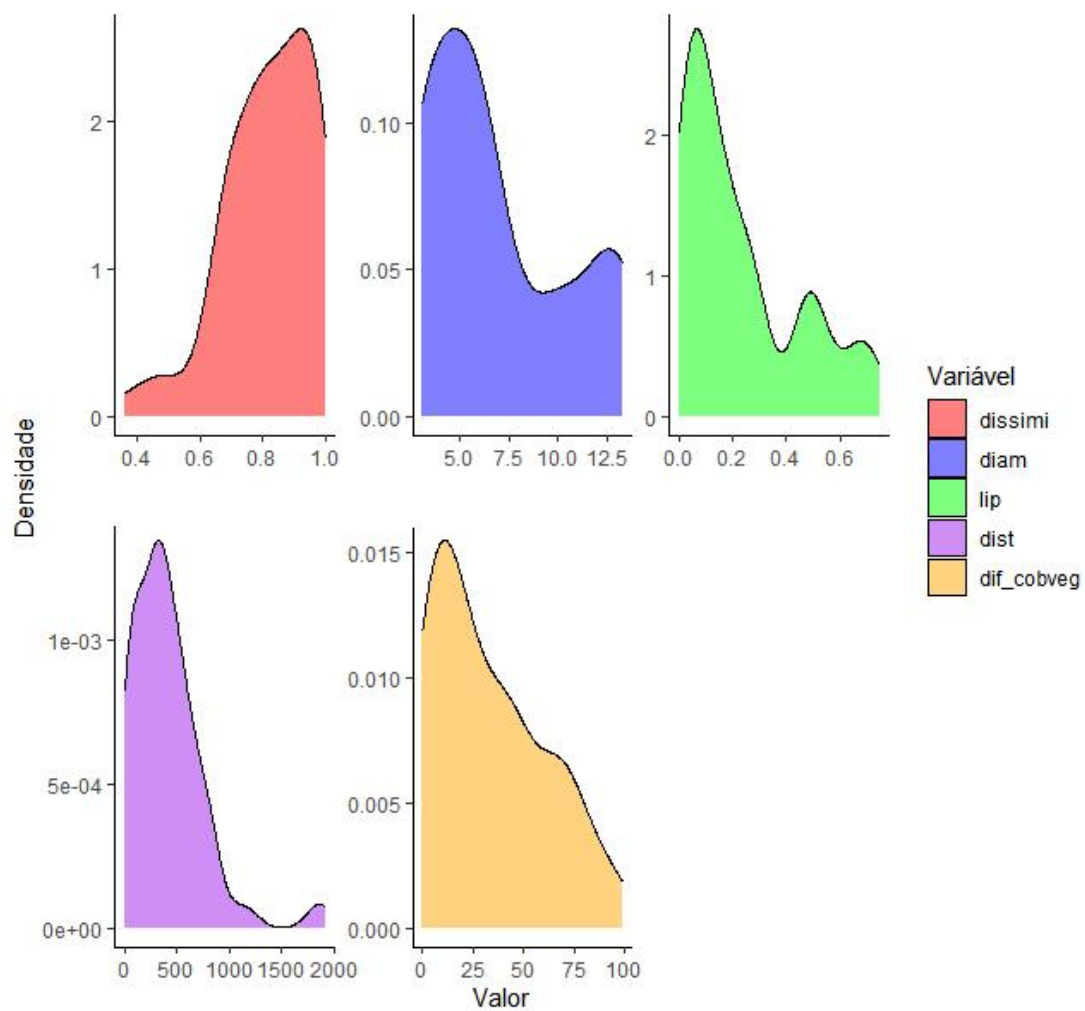


Figura Suplementar 3. Distribuição das Variáveis de Dissimilaridade (dissimi), diâmetro dos frutos (diam), conteúdo de lipídeos dos frutos (lip), distâncias entre populações de plantas (dist) e diferença de cobertura de vegetação nativa (dif_cobveg) entre as populações de plantas.

Tabela Suplementar 1. Resumo dos 41 estudos em nosso conjunto de dados. As coordenadas geográficas foram arredondadas para duas casas decimais.

Autor	Latitude	Longitude	Localização	*Referência
Allenspach e Dias, 2012	-21,97	-47,87	São Carlos, SP	1
Alves, 2008	-23,53	-45,05	Ubatuba, SP	2
Antonini et al., 2007	-23,07	-43,88	Mangaratiba, RJ	3
Argel-de-Oliveira, 1999	-19,77	-40,03	Aracruz, ES	4
Athiê, 2009	-22,48	-47,60	Rio Claro, SP	5
Camargo, 2014	-22,18	-47,87	Itirapina, SP	6
Castro, 2003	-25,10	-47,93	Ilha do Cardoso, SP	7
Correia, 1997	-22,68	-42,40	Silva Jardim, RJ	8
Côrtes, 2003	-25,10	-47,93	Ilha do Cardoso, SP	9
De Jesus e Monteiro, 2007	-25,25	-50,08	Ponta Grossa, PR	10
Francisco e Galetti, 2002	-21,97	-47,87	São Carlos, SP	11
Francisco et al., 2007	-21,97	-47,87	São Carlos, SP	12
Galetti e Pizo, 1996	-22,82	-47,10	Campinas, SP	13
Gomes et al., 2008	-22,20	-41,50	Jurubatiba, RJ	14
Gondim, 2002	-21,73	-48,02	Araraquara, SP	15
Laps, 1996	-24,21	-48,06	Ribeirão Grande, SP	16
Lopes, 2000	-22,83	-48,41	Botucatu, SP	17
Marcondes-Machado, da Rosa, 2005	-22,87	-46,97	Campinas, SP	18
Melo e Oliveira, 2009	-19,17	-48,39	Uberlândia, MG	19
Motta Jr, 1991	-15,93	-47,88	Brasília, DF	20
Motta Junior e Lombardi, 1990	-21,97	-47,87	São Carlos, SP	21
Muller, 2006	-29,17	-50,08	Cambará do Sul, RS	22
Parrini e Pacheco, 2014	-22,45	-42,99	Teresópolis, RJ	23
Pascotto, 2006	-22,72	-48,57	São Manuel, SP	24
Pascotto, 2007	-22,72	-48,57	São Manuel, SP	25
Pizo, 1998	-25,10	-47,93	Ilha do Cardoso, SP	26
Pizo, 2004	-23,03	-46,87	Itatiba, SP	27
Pizo, 1997	-22,82	-47,10	Campinas, SP	28
	-24,27	-48,42	Ribeirão Grande, SP	29
Robinson et al., 2015	-22,71	-47,61	Piracicaba, SP	30

Autor	Latitude	Longitude	Localização	*Referência
Rother, 2010	-24,17	-47,93	Sete Barras, SP	31
Silva & Melo, 2013	-18,92	-48,28	Uberlândia, MG	32
Leite & Castro, 2013	-8,01	-34,94	Recife, PE	33
Valente, 2001	-22,41	-47,54	Rio Claro-SP	34
Vitorino et al., 2014	-19,80	-45,69	Luz, MG	35
Zimmerman, 2001	-26,88	-49,05	Blumenau, SC	36
Zimmerman, 1996	-26,91	-49,08	Blumenau, SC	37

*Referência: As referências completas dos estudos estão listadas na subseção 7.2.1, em ordem numérica.

Tabela Suplementar 2. Valores e porcentagens dos componentes de variação balanceada de abundância (dVBA) e gradientes de abundância (dGA) para todas as espécies de plantas selecionadas. A primeira coluna à esquerda exibe os números de referência dos estudos listados na subseção 7.2.1, que foram comparados para produzir os valores de dissimilaridade e seus componentes apresentados nesta tabela.

Estudo x Estudo	Comp. Assemb.	Planta	Dissimi	dVBA	dGA	dVBA(%)	dGA(%)
37 x 34	1	<i>Alchornea glandulosa</i>	0,689	0,511	0,178	74,2	25,8
37 x 24	2	<i>Alchornea glandulosa</i>	0,575	0,530	0,045	92,1	7,9
34 x 24	3	<i>Alchornea glandulosa</i>	0,702	0,588	0,114	83,7	16,3
8 x 27	4	<i>Aegiphila sellowiana</i>	0,967	0,950	0,018	98,2	1,8
8 x 2	5	<i>Aegiphila sellowiana</i>	0,871	0,837	0,035	96,0	4,0
27 x 2	6	<i>Aegiphila sellowiana</i>	0,676	0,318	0,358	47,0	53,0
20 x 32	7	<i>Cecropia pachystachya</i>	0,662	0,287	0,375	43,3	56,7
20 x 35	8	<i>Cecropia pachystachya</i>	0,878	0,670	0,208	76,3	23,7
32 x 35	9	<i>Cecropia pachystachya</i>	0,742	0,695	0,047	93,6	6,4
8 x 17	10	<i>Citharexylum myrianthum</i>	0,694	0,500	0,194	72,0	28,0
8 x 18	11	<i>Citharexylum myrianthum</i>	0,725	0,682	0,042	94,1	5,9
8 x 2	12	<i>Citharexylum myrianthum</i>	0,785	0,675	0,110	86,0	14,0
17 x 18	13	<i>Citharexylum myrianthum</i>	0,477	0,285	0,192	59,8	40,2
17 x 2	14	<i>Citharexylum myrianthum</i>	0,819	0,494	0,325	60,3	39,7

Estudo x Estudo	Comp. Assemb.	Planta	Dissimi	dVBA	dGA	dVBA(%)	dGA(%)
18 x 2	15	<i>Citharexylum myrianthum</i>	0,760	0,563	0,198	74,0	26,0
2 x 9	16	<i>Euterpe edulis</i>	0,951	0,410	0,540	43,2	56,8
2 x 7	17	<i>Euterpe edulis</i>	0,965	0,666	0,299	69,0	31,0
2 x 16	18	<i>Euterpe edulis</i>	0,992	0,759	0,233	76,5	23,5
2 x 31	19	<i>Euterpe edulis</i>	0,964	0,679	0,285	70,4	29,6
9 x 7	20	<i>Euterpe edulis</i>	0,423	0,347	0,076	82,1	17,9
9 x 16	21	<i>Euterpe edulis</i>	0,818	0,674	0,144	82,4	17,6
9 x 31	22	<i>Euterpe edulis</i>	0,494	0,402	0,092	81,4	18,6
7 x 16	23	<i>Euterpe edulis</i>	0,721	0,408	0,314	56,5	43,5
7 x 31	24	<i>Euterpe edulis</i>	0,360	0,335	0,025	93,0	7,0
16 x 31	25	<i>Euterpe edulis</i>	0,763	0,467	0,296	61,2	38,8
15 x 1	26	<i>Miconia albicans</i>	0,896	0,825	0,071	92,1	7,9
15 x 6	27	<i>Miconia albicans</i>	0,875	0,868	0,007	99,3	0,7
1 x 6	28	<i>Miconia albicans</i>	0,683	0,428	0,256	62,6	37,4
8 x 22	29	<i>Myrsine coriacea</i>	0,931	0,926	0,005	99,4	0,6
8 x 10	30	<i>Myrsine coriacea</i>	0,967	0,953	0,014	98,6	1,4
8 x 2	31	<i>Myrsine coriacea</i>	0,789	0,732	0,057	92,7	7,3
8 x 25	32	<i>Myrsine coriacea</i>	0,920	0,714	0,206	77,6	22,4
22 x 10	33	<i>Myrsine coriacea</i>	0,649	0,547	0,102	84,3	15,7
22 x 2	34	<i>Myrsine coriacea</i>	0,890	0,871	0,018	97,9	2,1
22 x 25	35	<i>Myrsine coriacea</i>	0,930	0,780	0,151	83,8	16,2

Estudo x Estudo	Comp. Assemb.	Planta	Dissimi	dVBA	dGA	dVBA(%)	dGA(%)
10 x 2	36	<i>Myrsine coriacea</i>	0,822	0,805	0,017	98,0	2,0
10 x 25	37	<i>Myrsine coriacea</i>	0,814	0,594	0,221	72,9	27,1
2 x 25	38	<i>Myrsine coriacea</i>	0,926	0,815	0,111	88,0	12,0
8 x 32	39	<i>Miconia prasina</i>	0,806	0,513	0,294	63,6	36,4
8 x 3	40	<i>Miconia prasina</i>	0,667	0,451	0,216	67,6	32,4
32 x 3	41	<i>Miconia prasina</i>	0,943	0,706	0,237	74,9	25,1
8 x 4	42	<i>Myrcia splendens</i>	0,967	0,921	0,046	95,3	4,7
8 x 2	43	<i>Myrcia splendens</i>	0,786	0,768	0,018	97,8	2,2
4 x 2	44	<i>Myrcia splendens</i>	0,967	0,930	0,037	96,2	3,8
4 x 27	45	<i>Schinus terebinthifolia</i>	1,000	1,000	0,000	100,0	0,0
4 x 10	46	<i>Schinus terebinthifolia</i>	1,000	1,000	0,000	100,0	0,0
4 x 2	47	<i>Schinus terebinthifolia</i>	0,977	0,946	0,032	96,8	3,2
4 x 30	48	<i>Schinus terebinthifolia</i>	1,000	1,000	0,000	100,0	0,0
27 x 10	49	<i>Schinus terebinthifolia</i>	0,667	0,616	0,051	92,3	7,7
27 x 2	50	<i>Schinus terebinthifolia</i>	0,896	0,815	0,081	91,0	9,0
27 x 30	51	<i>Schinus terebinthifolia</i>	0,726	0,681	0,045	93,8	6,2

Estudo x Estudo	Comp. Assemb.	Planta	Dissimi	dVBA	dGA	dVBA(%)	dGA(%)
10 x 2	52	<i>Schinus terebinthifolia</i>	0,822	0,613	0,208	74,7	25,3
10 x 30	53	<i>Schinus terebinthifolia</i>	0,669	0,546	0,123	81,7	18,3
2 x 30	54	<i>Schinus terebinthifolia</i>	0,752	0,639	0,113	84,9	15,1
8 x 13	55	<i>Trema micrantha</i>	0,867	0,843	0,024	97,3	2,7
8 x 36	56	<i>Trema micrantha</i>	0,836	0,769	0,066	92,1	7,9
8 x 5	57	<i>Trema micrantha</i>	0,771	0,687	0,084	89,1	10,9
8 x 30	58	<i>Trema micrantha</i>	0,919	0,796	0,123	86,6	13,4
13 x 36	59	<i>Trema micrantha</i>	0,950	0,942	0,008	99,1	0,9
13 x 5	60	<i>Trema micrantha</i>	1,000	1,000	0,000	100,0	0,0
13 x 30	61	<i>Trema micrantha</i>	0,975	0,950	0,025	97,4	2,6
36 x 5	62	<i>Trema micrantha</i>	0,797	0,580	0,217	72,8	27,2
36 x 30	63	<i>Trema micrantha</i>	0,595	0,347	0,248	58,3	41,7
5 x 30	64	<i>Trema micrantha</i>	0,879	0,518	0,361	58,9	41,1
20 x 15	65	<i>Amaioua guianensis</i>	0,739	0,515	0,224	69,6	30,4
15 x 32	66	<i>Byrsonima intermedia</i>	0,918	0,666	0,253	72,5	27,5
28 x 29	67	<i>Cabralea canjerana</i>	0,823	0,773	0,049	94,0	6,0
2 x 26	68	<i>Clusia criuva</i>	0,840	0,750	0,091	89,2	10,8

Estudo x Estudo	Comp. Assemb.	Planta	Dissimi	dVBA	dGA	dVBA(%)	dGA(%)
4 x 14	69	<i>Clusia hilariana</i>	0,997	0,833	0,164	83,6	16,4
15 x 21	70	<i>Copaifera langsdorffii</i>	0,898	0,664	0,234	73,9	26,1
8 x 23	71	<i>Cupania oblongifolia</i>	0,889	0,521	0,368	58,6	41,4
27 x 5	72	<i>Casearia sylvestris</i>	0,792	0,704	0,087	89,0	11,0
15 x 19	73	<i>Lacistema hasslerianum</i>	1,000	1,000	0,000	100,0	0,0
8 x 2	74	<i>Miconia albicans</i>	0,721	0,462	0,260	64,0	36,0
4 x 2	75	<i>Myrsine umbellata</i>	0,779	0,680	0,099	87,3	12,7
15 x 11	76	<i>Ocotea pulchella</i>	1,000	1,000	0,000	100,0	0,0
15 x 12	77	<i>Pera glabrata</i>	0,670	0,558	0,112	83,2	16,8
4 x 27	78	<i>Protium heptaphyllum</i>	0,860	0,824	0,037	95,7	4,3
20 x 15	79	<i>Xylopia aromatica</i>	0,877	0,822	0,055	93,8	6,2

Tabela Suplementar 3. Valores de diâmetro e conteúdo de lipídeos dos frutos para as espécies de plantas selecionadas.

Espécie de planta	Diâmetro de fruto (mm.)	Lipídeos (%)
<i>Aegiphila sellowiana</i>	5,15	8,7
<i>Alchornea glandulosa</i>	6,163	68,4
<i>Amaioua guianensis</i>	10,117	12,6
<i>Byrsonima intermedia</i>	7,368	6,3
<i>Cabralea canjerana</i>	8,947	71,1
<i>Casearia sylvestris</i>	5,429	29,9
<i>Cecropia pachystachya</i>	11,865	3,2
<i>Citharexylum myrianthum</i>	10	6,3
<i>Clusia criuva</i>	6,514	74,6
<i>Clusia hilariana</i>	6,6	21,1
<i>Copaifera langsdorffii</i>	9	0,4
<i>Cupania oblongifolia</i>	11,875	62,8
<i>Euterpe edulis</i>	13,057	16,7
<i>Lacistema hasslerianum</i>	5,525	0,1
<i>Miconia albicans</i>	7,106	0,1
<i>Miconia prasina</i>	5,92	1,9
<i>Myrcia splendens</i>	6,182	14,5
<i>Myrsine coriacea</i>	3,265	27,1
<i>Myrsine umbellata</i>	4,432	8
<i>Ocotea pulchella</i>	6,465	60,6
<i>Pera glabrata</i>	3,708	68,1
<i>Protium heptaphyllum</i>	13,289	9,9
<i>Schinus terebinthifolia</i>	5	5,5
<i>Trema micrantha</i>	3,142	48,8
<i>Xylopia aromatica</i>	4,3	46,2

Tabela Suplementar 4. Valores médios de diâmetro e conteúdo de lipídeos de frutos presentes na literatura.

Espécie de planta	Diâmetro de fruto (mm.)	Fonte	Conteúdo de lipídeos (%)	Fonte
<i>Aegiphila</i>	5,1	Alves, 2008	8,7	Erica & Wesley_unpubl.
<i>sellowiana</i>	5,1	Correia, 1997		
	5,55	Erica&Wesley_unpubl.		
	5	Lorenzi, 1998		
	5	MA Pizo_unpubl		
<i>Alchornea</i>	6	Bello et al., 2017	68,4	Pessoa et al., 2017
<i>glandulosa</i>	5	Bufalo et al., 2016		
	7,18	Peres, 2016		
	5	MA Pizo_unpubl		
	3,8	Motta Jr, 1991		
	10	Pessoa et al., 2017		
<i>Amaioua</i>	10	Bello et al., 2017	20	Motta Jr, 1991
<i>guianensis</i>	10	Bufalo et al., 2016	5,1	Pessoa et al., 2017
	9,72	Camargo, 2014		
	13,	FRUBASE		
	8,9	Gondim, 2002		
	9,63	Peres, 2016		
	10	Lorenzi, 1998		
	10,1	Motta Jr, 1991		
	9,7	Pessoa et al., 2017		
<i>Byrsonima</i>	7,76	Camargo, 2014	6,3	Maruyama et al., 2019
<i>intermedia</i>	5	Durigan et al., 2004		
	8,40	Gondim, 2002		
	7,25	Peres, 2016		
	8	Maruyama et al., 2019		
	7,8	Da Silva & Melo, 2013		
<i>Cabralea</i>	10	Bufalo et al., 2016	77,55	Cazetta, 2008
<i>canjerana</i>	10,21	Cazetta, 2008	70,8	Galetti et al., 2011
	7	Durigan et al, 2004	65	Motta Jr, 1991
	9,73	Erica&Wesley_unpubl.		
	7,8	Motta Jr, 1991		

Espécie de planta	Diâmetro de fruto (mm.)	Fonte	Conteúdo de lipídeos (%)	Fonte
<i>Casearia</i>	4	Athiê & Dias, 2012	29,9	Norconk et al., 2005
<i>sylvestris</i>	4	Bello et al, 2017		
	5	Bufalo et al., 2016		
	5	Durigan et al, 2004		
	6	Erica&Wesley_unpubl.		
	6	Peres, 2016		
	8	Wheelwright et al., 1984		
<i>Cecropia</i>	10	Bufalo et al., 2016	4,5	Galetti et al., 2011
<i>pachystachya</i>	7,9	C. Donatti et al.,_unpubl.	0,18	Maruyama et al., 2019
	14,53	Peres, 2016	3,3	Motta Jr, 1991
	16,2	Maruyama et al., 2019	5	Pessoa et al., 2017
	10	Mikich, 2002		
	17,3	Motta Jr, 1991		
	10	Pessoa et al., 2017		
	12,8	Da Silva & Melo, 2013		
	8	Souza, 2004		
<i>Citharexylum</i>	10	Bufalo et al., 2016	6,3	Galetti et al., 2011
<i>myrianthum</i>	10	MA Pizo_unpubl		
<i>Clusia criuva</i>	6,7	Alves, 2008	65,8	Erica & Wesley_unpubl.
	11	Bello et al., 2017	83,4	Passos, 2001
	6	Bufalo et al., 2016		
	5,27	Cazetta, 2008		
	4,43	Erica&Wesley_unpubl.		
	5,5	Passos & Oliveira, 2003		
<i>Clusia</i>	6,60	Argel-de-Oliveira, 1999	21,11	Da Mota Gomes et al., 2010
<i>hilariana</i>				
<i>Copaifera</i>	9	Durigan et al., 2004	0,2	Maruyama et al., 2019
<i>langsdorffii</i>	9,3	Gondim, 2002	0,6	Pessoa et al., 2017
	8,7	Maruyama et al., 2019		
<i>Cupania</i>	11	Bufalo et al., 2016	62,6	Galetti et al., 2011
<i>oblongifolia</i>	10,5	Correia, 1997	63	Pessoa et al., 2017
	11	MA Pizo_unpubl		
	15	Pessoa et al., 2017		

Espécie de planta	Diâmetro de fruto (mm.)	Fonte	Conteúdo de lipídeos (%)	Fonte
<i>Euterpe edulis</i>	13,4	Alves, 2008	21,67	Cazetta, 2008
	14	Bufalo et al., 2016	8,6	Erica & Wesley_unpubl.
	12	Castro & Galetti, 2004	19,7	Galetti et al., 2011
	13,63	Cazetta, 2008	4,5	Santana et al., 2013
	12,23	Erica&Wesley_unpubl.	29,2	Silva et al., 2014
	10,67	Peres, 2016		
	14	MA Pizo_unpubl.		
	14	Mikich, 2002		
	12,5	Pessoa et al., 2017		
	13,8	Santana et al., 2013		
<i>Lacistema hasslerianum</i>	5,40	Camargo, 2014	0,08	Maruyama et al., 2019
	6,30	Gondim, 2002		
	5	Peres, 2016		
	5,4	Maruyama et al., 2019		
<i>Miconia albicans</i>	8	Alves, 2008	0,1	Maruyama et al., 2019
	4	Bello et al., 2017		
	7,75	Camargo, 2014		
	7,4	Correia, 1997		
	6	Durigan et al., 2004		
	7,7	Gondim, 2002		
	8,15	Peres, 2016		
	8,16	Maruyama et al., 2007		
	8,1	Maruyama et al., 2019		
<i>Miconia prasina</i>	6,5	Antonini, 2007	1,5	Pessoa et al., 2017
	3,4	Bello et al., 2017	2,2	Santana et al., 2013
	7	C. Donatti et al.,_unpubl.		
	6,9	Correia, 1997		
	5,7	Pessoa et al., 2017		
	6,02	Santana et al., 2013		
<i>Myrcia splendens</i>	6,1	Bello et al., 2017	14,5	Erica & Wesley_unpubl.
	6,31	Camargo, 2014		
	6,61	Erica&Wesley_unpubl.		
	5,6	FRUBASE		
	5,17	Peres, 2016		

Espécie de planta	Diâmetro de fruto (mm.)	Fonte	Conteúdo de lipídeos (%)	Fonte
<i>Myrcia splendens</i>	7,3	Pessoa et al., 2017		
<i>Myrsine coriacea</i>	2	Bufalo et al., 2016	50,8	Erica & Wesley_unpubl.
	1,24	C. Cestari_unpubl.	3,47	Teodosio-Faustino et al., 2021
	3,60	Correia, 1997		
	3,27	Erica&Wesley_unpubl.		
	3,6	Kindel, 1996		
	3,5	Peres, 2016		
	4,4	Pessoa et al., 2017		
	3,508	Seeger, 2010		
		Teodosio-Faustino et al., 2021		
	4,26			
	3,27	Wesley Silva unpubl.		
<i>Myrsine umbellata</i>	4,9	Alves, 2008	7,98	Cazetta, 2008
	5,4	Argel-de-Oliveira, 1999		
	3,8	Bello et al., 2017		
	3,16	Erica&Wesley_unpubl.		
<i>Ocotea pulchella</i>	7	Bufalo et al., 2016	60,57	Cazetta, 2008
	5,79	Camargo, 2014		
	5,75	Cazetta, 2008		
	7,1	Durigan et al., 2004		
	6,75	Erica&Wesley_unpubl.		
	6,9	Gondim, 2002		
	5,2	Passos & Oliveira, 2003		
	7,228	Seeger, 2010		
<i>Pera glabrata</i>	3,3	Argel-de-Oliveira, 1999	61,5	Pessoa et al., 2017
	3,9	Gondim, 2002	74,7	Santana et al., 2013
	3,6	Passos & Oliveira, 2003		
	4,03	Santana et al., 2013		
<i>Protium heptaphyllum</i>	13,20	Argel-de-Oliveira, 1999	9,85	Cazetta, 2008
	10,76	Bello et al., 2017		
	15,445	C. Donatti et al.,_unpubl.		
	15,69	Cazetta, 2008		
	11,14	Erica&Wesley_unpubl.		

Espécie de planta	Diâmetro de fruto (mm.)	Fonte	Conteúdo de lipídeos (%)	Fonte
<i>Protium heptaphyllum</i>	13,5	Pessoa et al., 2017		
<i>Schinus terebinthifolia</i>	5	Lorenzi, 1998	5,47	Cazetta, 2008
<i>Trema micrantha</i>	3	Athiê & Dias, 2012	48,8	Erica & Wesley_unpubl.
	2,7	Bello et al., 2017		
	3,2	Correia, 1997		
	2,2	Erica&Wesley_unpubl.		
	3,5	Peres, 2016		
	4	Lorenzi, 1998		
	3,2	MA Pizo_unpubl		
	3,3	Mikich, 2002		
	3,2	Souza, 2004		
	2,2	Wesley Silva unpubl.		
	4	Wheelwright et al., 1984		
<i>Xylopia aromatica</i>	4,1	da Silva et al., 2001	50,3	Christianini, 2007
	4,6	Gondim, 2002	42	Pessoa et al., 2017
	4,2	Motta Jr, 1991		

Referências completas estão listadas na subseção 8.3.2. do material suplementar.

Tabela Suplementar 5. Ranking dos modelos gerados pela seleção de modelos (dissimilaridade x variáveis preditoras). A tabela apresenta os valores de estimativa de parâmetro médio ponderado para cada variável preditora, bem como as métricas de ajuste dos modelos (AICc, Delta AICc e Peso) para todos os modelos gerados. O “Modelo 1” representa o modelo nulo. As células em que o valor “NA” está presente significa que a variável não foi considerada no modelo.

Modelo	Diâmetro	Dif. Cob. Veg.	Distância	Lipídeos	AICc	Delta AICc	Peso
2*	-0,038	NA	NA	NA	-83,359	0	0,236
4*	-0,043	-0,022	NA	NA	-83,118	0,241	0,209
12*	-0,050	-0,026	NA	-0,018	-82,072	1,287	0,124
10*	-0,042	NA	NA	-0,012	-81,698	1,661	0,103
6	-0,037	NA	0,004	NA	-81,190	2,169	0,080
8	-0,042	-0,022	0,003	NA	-80,874	2,485	0,068
16	-0,050	-0,026	-0,001	-0,019	-79,735	3,625	0,039
1	NA	NA	NA	NA	-79,635	3,724	0,037
14	-0,042	NA	0,001	-0,012	-79,419	3,940	0,033
5	NA	NA	0,014	NA	-78,242	5,117	0,018
3	NA	-0,013	NA	NA	-78,120	5,239	0,017
9	NA	NA	NA	0,001	-77,477	5,882	0,012
7	NA	-0,013	0,015	NA	-76,731	6,629	0,009
13	NA	NA	0,014	0,003	-76,053	7,307	0,006
11	NA	-0,013	NA	-0,001	-75,903	7,456	0,006
15	NA	-0,013	0,015	0,001	-74,453	8,907	0,003

*Modelos utilizados no cálculo de média ponderada

Tabela Suplementar 6. Ranking dos modelos gerados pela seleção de modelos (componente de variação balanceada x variáveis preditoras). A tabela apresenta os valores de estimativa de parâmetro médio ponderado para cada variável preditora, bem como as métricas de ajuste dos modelos (AICc, Delta AICc e Peso) para todos os modelos gerados. O “Modelo 1” representa o modelo nulo. As células em que o valor “NA” está presente, significa que a variável não foi considerada no modelo.

Modelo	Diâmetro	Dif. Cob. Veg.	Distância	Lipídeos	AICc	Delta AICc	Peso
2*	-6,116	NA	NA	NA	643,304	0	0,333
4*	-6,530	-1,922	NA	NA	644,033	0,728	0,231
6	-6,018	NA	0,353	NA	645,477	2,172	0,112
10	-6,080	NA	NA	0,117	645,520	2,215	0,110
12	-6,656	-2,000	NA	-0,351	646,269	2,964	0,076
8	-6,443	-1,915	0,306	NA	646,277	2,973	0,075
14	-5,937	NA	0,404	0,214	647,742	4,437	0,036
16	-6,567	-1,981	0,236	-0,290	648,593	5,288	0,024
1	NA	NA	NA	NA	655,460	12,155	0,001
5	NA	NA	2,034	NA	656,160	12,855	0,001
9	NA	NA	NA	2,011	656,193	12,888	0,001
13	NA	NA	2,338	2,317	656,476	13,171	NA
3	NA	-0,517	NA	NA	657,528	14,224	NA
7	NA	-0,594	2,057	NA	658,255	14,950	NA
11	NA	-0,232	NA	1,978	658,395	15,090	NA
15	NA	-0,276	2,343	2,278	658,730	15,425	NA

*Modelos utilizados no cálculo de média ponderada

7.2. Referências suplementares

7.2.1. Referência dos estudos selecionados

1. Allenspach, N., & Dias, M. M. (2012). Frugivory by birds on *Miconia albicans* (Melastomataceae), in a fragment of cerrado in São Carlos, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 72, 407-413.
2. Alves, K. J. F. (2008). *Composição da avifauna e frugivoria por ave em um mosaico sucessional na Mata Atlântica*. Dissertação (mestrado) - UNESP, Rio Claro, SP.
3. Antonini, R. D. (2007). Frugivoria e dispersão de sementes por aves em duas espécies de *Miconia* (Melastomataceae) em uma área de Mata Atlântica na Ilha da Marambaia, RJ. Dissertação (mestrado) - UFRRJ, Seropédica, RJ.
4. Argel de Oliveira, M. M. (1999). *Frugivoria por aves em um fragmento de floresta de restinga no Estado do Espírito Santo, Brasil*. Tese (doutorado) - UNICAMP, Campinas, SP.
5. Athiê, S. (2009). *Composição da avifauna e frugivoria por aves em um mosaico de vegetação secundária em Rio Claro, região centro-leste do estado de São Paulo*. Dissertação (mestrado) - UFSCar, São Carlos, SP.
6. Camargo, M. G. G. (2014). *Padrões de frutificação e diversidade na produção, cor e composição química de frutos no cerrado: Uma visão integrada*. Dissertação (mestrado) - UNESP, Rio Claro, SP.
7. Castro, E. R. D. (2003). *Variação espaço-temporal na fenologia e frugivoria do palmito juçara *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) em três tipos de Floresta Atlântica*. Dissertação (mestrado) - UNESP, Rio Claro, SP.
8. Correia, J. M. S. (1997). *Utilização de espécies frutíferas da Mata Atlântica na alimentação da avifauna da Reserva Biológica de Poço das Antas*. 1997. Dissertação (mestrado) - UnB, Brasília, DF.
9. Côrtes, M. C. (2003). *Frugivoria e dispersão de sementes de *Euterpe edulis* (Arecaceae) em três tipos florestais no Parque Estadual da Ilha do Cardoso—SP* - Monografia de Graduação (TCC). UNESP, Rio Claro, SP.
10. Jesus, S. D., & Monteiro-Filho, E. L. A. (2007). Frugivoria por aves em *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae) e *Myrsine coriacea* (Myrsinaceae). *Revista Brasileira de Ornitologia*, 15(4), 585-591.
11. Francisco, M. R., & Galetti, M. (2002). Aves como potenciais dispersoras de sementes de *Ocotea pulchella* Mart. (Lauraceae) numa área de vegetação de cerrado do sudeste brasileiro. *Brazilian Journal of Botany*, 25, 11-17.
12. Francisco, M. R., Lunardi, V. O., & Galetti, M. (2007). Características dos propágulos, atributos das aves, e a dispersão das sementes de *Pera glabrata* (Schott, 1858) (Euphorbiaceae) numa área degradada de cerrado. *Brazilian Journal of Biology*, 67, 627-634.

13. Galetti, M., & Pizo, M. A. (2013). Fruit eating by birds in a forest fragment in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia-Brazilian Journal of Ornithology*, 4(5), 9.
14. Gomes, V. S. D. M., Loiselle, B. A., & Alves, M. A. S. (2008). Birds foraging for fruits and insects in shrubby restinga vegetation, southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, 8, 21-31.
15. Gondim, M. J. C. (2002). *A exploração de frutos por aves frugívoras em uma área de cerrado no Estado de São Paulo*. Tese (doutorado) - UNESP, Rio Claro, SP.
16. Laps, R. R. (1996). *Frugívoros e dispersão de sementes de palmiteira (Euterpe edulis, Martius Arecaceae) na Mata Atlântica, sul do Estado de São Paulo*. Dissertação (mestrado) - UNICAMP, Campinas, SP
17. Lopes, R. F. (2000). *Frugivoria e dispersão de sementes através da avifauna, em quatro espécies de vegetais na região de Botucatu-SP* - Dissertação (mestrado) ESALQ-USP, Piracicaba, SP.
18. Machado, L. O. M., & Da Rosa, G. A. B. (2005). Frugivoria por aves em *Cytharexylum myrianthum* cham (Verbenaceae) em áreas de pastagens de Campinas, SP. *Ararajuba*, 113-115.
19. Melo, C., & Oliveira, P. E. (2009). Frugivoria em *Lacistema hasslerianum* Chodat (Lacistemaceae), uma árvore de subbosque de Mata de Galeria no Brasil Central. *Brazilian Journal of Biology*, 69, 201-207.
20. Motta-Junior, J. C. (1991). *A exploração de frutos como alimento por aves de mata ciliar numa região do Distrito Federal*. Dissertação (mestrado) - UNESP, Rio Claro, SP.
21. Motta-Junior, J. C., & Lombardi, J. A. (1990). Aves como agentes dispersores da copaíba (*Copaifera langsdorffii*, Caesalpiniaceae) em São Carlos, estado de São Paulo. *Ararajuba*, 1(1), 105-109.
22. Muller, E. S. (2006). *Frugivoria por aves em quatro espécies arbóreas no Parque Nacional dos Aparados da Serra/RS, sul do Brasil*. Dissertação (mestrado) - Unisinos, São Leopoldo, RS.
23. Parrini, R., & Pacheco, J. F. (2014). Aspectos da frugivoria por aves em *Cupania oblongifolia* (Sapindaceae) na Mata Atlântica do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Atualidades Ornitológicas*, 178, 55-62.
24. Pascotto, M. C. (2006). Avifauna dispersora de sementes de *Alchornea glandulosa* (Euphorbiaceae) em uma área de mata ciliar no estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 14(3), 291-296.
25. Pascotto, M. C. (2007). *Rapanea ferruginea* (Ruiz & Pav.) Mez. (Myrsinaceae) como uma importante fonte alimentar para as aves em uma mata de galeria no interior do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24, 735-741.
26. Pizo, M. A. (1998). [Dados não publicados] - UNESP, Rio Claro, SP.

27. Pizo, M. A. (2004). Frugivory and habitat use by fruit-eating birds in a fragmented landscape of southeast Brazil. *Ornitologia neotropical*, 15(1), 117-126.
28. e 29. Pizo, M. A. (1997). Seed dispersal and predation in two populations of *Cabralea canjerana* (Meliaceae) in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 13(4), 559-577.
30. Robinson, V. (2015). *Índice de importância das aves como dispersoras de sementes para uma comunidade vegetal reflorestada em Piracicaba*. Dissertação (mestrado) - UNESP, Rio Claro, SP.
31. Rother, D. C. (2010). *Dispersão de sementes e processos de limitação demográfica de plantas em ambientes com e sem bambus na Floresta Pluvial Atlântica..* Tese(doutorado) - UNESP, Rio Claro, SP.
32. da Silva, A. M., & de Melo, C. (2013). Overlap and resource sharing in coterries of fruit-eating birds. *Journal of Tropical Ecology*, 29(5), 409-416.
33. Leite, L., & de Castro, C. C. (2013). Frugivoria por aves em *Miconia prasina* DC (Melastomataceae) em um fragmento de Mata Atlântica no nordeste do Brasil. *Atualidades Ornitológicas*, 174, 4-7.
34. Valente, R. D. M. (2001). Comportamento alimentar de aves em *Alchornea glandulosa* (Euphorbiaceae) em Rio Claro, São Paulo. *Iheringia. Série Zoologia*, 61-66.
35. Vitorino, B. D. (2014). Comportamento alimentar de aves em *Cecropia pachystachya* Trécul (Urticaceae) em um ambiente urbano no município de Luz, Minas Gerais, Brasil. *Biota Amazônia (Biota Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)*, 4(3), 100-105.
36. Zimmermann, C. E. (2001). O uso da grandíuva, *Trema micrantha* Blume (Ulmaceae), na recuperação de áreas degradadas: o papel das aves que se alimentam de seus frutos. *Tangara*, 1(4), 177-182.
37. Zimmermann, C. E. (1996). Preliminary observations on the frugivory by birds in *Alchornea glandulosa* (Endl. & Poepp.) (Euphorbiaceae) in secondary vegetation. *Revista Brasileira de Zoologia*, 13, 533-538.

7.2.2. Referências dos dados de diâmetro e conteúdo de lipídeos dos frutos

1. Alves, K. J. F. (2008). *Composição da avifauna e frugivoria por ave em um mosaico sucessional na Mata Atlântica*. Dissertação (mestrado) - UNESP, Rio Claro, SP.
2. Antonini, R. D. (2007). Frugivoria e dispersão de sementes por aves em duas espécies de *Miconia* (Melastomataceae) em uma área de Mata Atlântica na Ilha da Marambaia, RJ. Dissertação (mestrado) UFRRJ, Seropédica, RJ.
3. Argel de Oliveira, M. M. (1999). *Frugivoria por aves em um fragmento de floresta de restinga no Estado do Espírito Santo, Brasil*. Tese (doutorado) - UNICAMP, Campinas, SP.
4. Athiê, S., & Dias, M. M. (2012). Frugivory by birds in a mosaic of seasonal semideciduous forest and a mixed reforested area in Rio Claro, Sao Paulo, Brazil. *Acta Botanica Brasiliica*, 26, 84-93.
5. Bello, C., Galetti, M., Montan, D., Pizo, M. A., Mariguela, T. C., Culot, L., ... & Emer, C. (2017). Data papers. *Ecology*, 98(6), 1729.
6. Bufalo, F. S., Galetti, M., & Culot, L. (2016). Seed dispersal by primates and implications for the conservation of a biodiversity hotspot, the Atlantic forest of South America. *International Journal of Primatology*, 37, 333-349.
7. Camargo, P. H. S. A. (2014). *Importância relativa da dispersão primária e secundária de sementes*. Dissertação (mestrado) - UFSCar, Sorocaba – SP.
8. Castro, E. R. D., & Galetti, M. (2004). Frugivoria e dispersão de sementes pelo lagarto teiú *Tupinambis merianae* (Reptilia: Teiidae). *Papéis Avulsos de Zoologia*, 44, 91-97.
9. Cazetta, E. (2008). Variação morfológica e química dos frutos na escolha dos animais frugívoros da Mata Atlântica. Tese (doutorado) - UNESP, Rio Claro, SP.
10. Correia, J. M. S. (1997). *Utilização de espécies frutíferas da Mata Atlântica na alimentação da avifauna da Reserva Biológica de Poço das Antas*. 1997. Dissertação (mestrado) - UnB, Brasília, DF.
11. Christianini, A. V. (2007). *Interações entre formigas, frutos e sementes em solo de cerrado: o papel de formigas na biologia de sementes e plantulas*. Tese (doutorado) - UNICAMP, Campinas, SP.
12. da Mota Gomes, V. S., Buckeridge, M. S., Silva, C. O., Scarano, F. R., Araujo, D. S. D., & Alves, M. A. S. (2010). Availability peak of caloric fruits coincides with energy-demanding seasons for resident and non-breeding birds in restinga, an ecosystem related to the Atlantic forest, Brazil. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 205(10), 647-655.
13. da Silva, A. M., & de Melo, C. (2013). Overlap and resource sharing in coterries of fruit-eating birds. *Journal of Tropical Ecology*, 29(5), 409-416.
14. Durigan, G., Baitello, J. B., Fanco, G. A. D. C., & Siqueira, M. F. (2004). Plantas do Cerrado: imagens de uma paisagem ameaçada. e Gráfica Ltda. Gov. Estado de São Paulo.

15. Jordano, P. (2007). The FRUBASE page. Disponível em <http://pedroj.github.io/FRUBASE/>
16. Galetti, M., Pizo, M. A., & Morellato, L. P. C. (2011). Diversity of functional traits of fleshy fruits in a species-rich Atlantic rain forest. *Biota Neotropica*, 11, 181-193.
17. Gondim, M. J. C. (2002). *A exploração de frutos por aves frugívoras em uma área de cerrado no Estado de São Paulo*. Tese (doutorado) - UNESP, Rio Claro, SP.
18. Kindel, A. (1996). *Interações entre plantas ornitocóricas e aves frugívoras na estação ecológica de Aracuri, Muitos Capões, RS*. Dissertação (mestrado) - UFRGS, Porto Alegre, RS.
19. Lorenzi, H. (1992). *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil* (Vol. 1, p. 196). Nova Odessa: Plantarum.
20. Maruyama, P. K., Melo, C., Pascoal, C., Vicente, E., Cardoso, J. C. F., Brito, V. L. G., & Oliveira, P. E. (2019). What is on the menu for frugivorous birds in the Cerrado? Fruiting phenology and nutritional traits highlight the importance of habitat complementarity. *Acta Botanica Brasilica*, 33, 572-583.
21. Mikich, S. B. (2002). Fruit consumption by four woodpecker species (picidae: aves) in Semideciduous Seasonal Forest remnants of South Brazil. *Arq. ciên. vet. zoll. UNIPAR*, 5(2), 177-186.
22. Motta-Junior, J. C. (1991). *A exploração de frutos como alimento por aves de mata ciliar numa região do Distrito Federal*. Tese (doutorado) - UNESP, Rio Claro, SP.
23. Norconk, M. A., & Conklin-Brittain, N. L. (2004). Variation on frugivory: the diet of Venezuelan white-faced sakis. *International Journal of Primatology*, 25, 1-26.
24. Passos, L. C. (2001). *Ecologia da interação entre formigas, frutos e sementes em solo de mata de restinga*. Tese (doutorado) - UNICAMP, Campinas, SP.
25. Passos, L., & Oliveira, P. S. (2003). Interactions between ants, fruits and seeds in a restinga forest in south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 19(3), 261-270.
26. Peres, M. K. (2016). Estratégias de dispersão de sementes no bioma cerrado: considerações ecológicas e filogenéticas. Tese (doutorado) - UnB, Brasília, DF.
27. Pessoa, M. S., Hambuckers, A., Benchimol, M., Rocha-Santos, L., Bomfim, J. A., Faria, D., & Cazetta, E. (2017). Deforestation drives functional diversity and fruit quality changes in a tropical tree assemblage. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 28, 78-86.
28. Santana, F. D., Cazetta, E., & Delabie, J. H. C. (2013). Interactions between ants and non-myrmecochorous diaspores in a tropical wet forest in southern Bahia, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 29(1), 71-80.

29. Seger, G. D. D. S. (2010). *Efeitos filogenéticos em atributos reprodutivos de espécies endozoocóricas em uma Floresta com Araucária no Sul do Brasil*. Dissertação (mestrado) - UFRGS, Porto Alegre, RS.
30. Silva, N. A. D., Rodrigues, E., Mercadante, A. Z., & de Rosso, V. V. (2014). Phenolic compounds and carotenoids from four fruits native from the Brazilian Atlantic forest. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(22), 5072-5084.
31. Souza, C. R. (2004). *Frugivoria e síndrome de dispersão de sementes por ves na mata de galeria do córrego Padre Inácio em Mirassol d'Oeste*. Dissertação (mestrado) - UFMT, Cuiabá, MT.
32. Teodosio-Faustino, I. A., Chávez-González, E., & Ruelas Inzunza, E. (2021). In a Neotropical Periurban Park, Fruit Consumption by Birds Seems to Be a Random Process. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 568.
33. Wheelwright, N. T., Haber, W. A., Murray, K. G., & Guindon, C. (1984). Tropical fruit-eating birds and their food plants: a survey of a Costa Rican lower montane forest. *Biotropica*, 173-192.