
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

TATIELY THOMAZ DE GODOY

**A INFLUÊNCIA DO TAMANHO DA SEMENTE
COMO FATOR MEDIADOR DA TAXA DE
CONSUMO DE FRUTOS POR AVES**



Rio Claro - SP
2025

TATIELY THOMAZ DE GODOY

**A INFLUÊNCIA DO TAMANHO DA SEMENTE COMO FATOR
MEDIADOR DA TAXA DE CONSUMO DE FRUTOS POR AVES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do grau de Bacharela em Ciências Biológicas.

Orientadora: Ana Cristina Vara Crestani

Supervisora: Alessandra Ike Coan

Rio Claro - SP
2025

G589i

Godoy, Tatiely Thomaz de

A influência do tamanho da semente como fator mediador da taxa de consumo de frutos por aves / Tatiely Thomaz de Godoy. -- Rio Claro, 2025

29 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Rio Claro

Orientadora: Ana Cristina Vara Crestani

Coorientadora: Alessandra Ike Coan

1. Ecologia de aves. 2. Frugivoria de aves. I. Título.

TATIELY THOMAZ DE GODOY

**A INFLUÊNCIA DO TAMANHO DA SEMENTE COMO FATOR
MEDIADOR DA TAXA DE CONSUMO DE FRUTOS POR AVES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências, Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do grau de Bacharela em Ciências Biológicas.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Ana Cristina Vara Crestani

Prof. Dr. Alessandra Ike Coan

Prof. Dr. Cláudio José Von Zuben

Aprovado em: 06 de junho de 2025

Assinatura do discente

Assinatura do(a) orientador(a)

Assinatura do(a) supervisor(a)

Para Bruno, Silvana e Samuel.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio imprescindível da minha orientadora, Ana Crestani, para a qual gostaria de expressar minha profunda gratidão por todo o apoio, dedicação e orientação ao longo deste trabalho. Sua paciência, comprometimento e conhecimento foram fundamentais para a realização deste trabalho. Mais do que uma orientadora, foi uma mentora que soube me guiar com sabedoria e incentivo, mesmo nos momentos mais desafiadores. Muito obrigada por acreditar no meu potencial e por contribuir tanto para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

Agradeço também à minha família, que sempre esteve ao meu lado, oferecendo amor, apoio emocional e incentivo nos momentos mais difíceis. Sem a compreensão, os conselhos e a presença constante de vocês, este trabalho não teria sido possível.

E ao meu namorado Bruno, meu carinho especial por ter sido um apoio constante em todos os momentos. Obrigado por me incentivar, acreditar em mim e estar presente com paciência, companheirismo e amor durante todo esse processo.

RESUMO

A frugivoria é uma interação ecológica essencial para a dispersão de sementes e a regeneração de florestas tropicais. A seleção dos frutos pelas aves pode ser influenciada por diversas características morfológicas, como o tamanho da semente e a proporção entre polpa e semente. Este trabalho investigou como a proporção polpa/semente em frutos influencia a taxa de consumo por aves frugívoras. Foram selecionadas quatro espécies vegetais com diferentes características de frutos: *Eugenia reinwardtiana*, *Ficus guaranitica*, *Eugenia pyriformis* e *Cecropia pachystachya*. Para cada espécie, foram mensuradas a proporção de polpa e semente e realizados registros de consumo por aves por meio de observações focais. A análise estatística incluiu regressão linear e ANOVA, a fim de avaliar a relação entre a proporção de polpa e a taxa de consumo. Os resultados indicaram que frutos com maior proporção de polpa e sementes menores foram mais consumidos e atraíram maior diversidade de aves. A ANOVA revelou diferença significativa entre frutos com uma e múltiplas sementes, enquanto a regressão linear não demonstrou relação estatisticamente significativa. Os dados sugerem que, além da proporção polpa/semente, o número e o tamanho das sementes influenciam o comportamento alimentar das aves. Os achados deste estudo contribuem para o entendimento das estratégias alimentares de aves frugívoras e reforçam a importância de considerar atributos funcionais dos frutos em projetos de conservação e restauração ecológica.

Palavras-chave: frugivoria, proporção polpa/semente, dieta de aves.

ABSTRACT

Frugivory is an essential ecological interaction for seed dispersal and the regeneration of tropical forests. Fruit selection by birds can be influenced by various morphological characteristics, such as seed size and the pulp-to-seed ratio. This study investigated how the pulp/seed ratio in fruits influences consumption rates by frugivorous birds. Four plant species with distinct fruit characteristics were selected: *Eugenia reinwardtiana*, *Ficus guaranitica*, *Eugenia pyriformis*, and *Cecropia pachystachya*. For each species, pulp and seed proportions were measured, and fruit consumption by birds was recorded through focal observations. Statistical analyses included linear regression and ANOVA to assess the relationship between pulp proportion and consumption rate. The results showed that fruits with higher pulp proportions and smaller seeds were more frequently consumed and attracted a greater diversity of birds. ANOVA revealed significant differences between fruits with single and multiple seeds, while linear regression did not show a statistically significant relationship. The findings suggest that, beyond the pulp/seed ratio, seed number and size influence the feeding behavior of birds. This study contributes to the understanding of frugivorous bird feeding strategies and highlights the importance of considering functional fruit traits in conservation and ecological restoration projects.

Keywords: frugivory, pulp/seed ratio, bird diet.

Title in english: The Influence of Seed Size as a Mediating Factor in Fruit Consumption Rates by Birds

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação de proporção de polpa por espécie.....	18
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados de eventos de frugivoria categorizados por espécie vegetal e espécie de ave.....	15
Tabela 2 – Dados de proporção de polpa por indivíduo e por espécie.....	16
Tabela 3 – Dados de média da proporção de polpa e desvio padrão por espécie....	18
Tabela 4 – Resultado da regressão linear entre proporção de polpa e taxa de consumo.....	19
Tabela 5 – Resultados da ANOVA entre categorias de frutos - <i>contendo uma semente (us)</i> e <i>contendo mais de uma semente (ms)</i>	19

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	Objetivos.....	11
2	METODOLOGIA.....	12
2.1	Coleta de Dados.....	12
2.2	Análise Estatística.....	15
3	RESULTADOS.....	16
4	DISCUSSÃO.....	20
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
	REFERÊNCIAS.....	24
	APÊNDICE A.....	26

1 INTRODUÇÃO

A interação entre frutos e animais, conhecida como frugivoria, é um processo chave para a estruturação e manutenção da diversidade das comunidades de plantas e animais (Schupp, Milleron & Russo, 2002; Terborgh et al., 2002). Ao se alimentar de frutos, os animais obtêm recursos nutricionais fundamentais para a manutenção das atividades metabólicas e, em contrapartida, contribuem para a dispersão de sementes quando estas são ingeridas (Bicudo; Stokes & Chappell, 2010; Jordano, 2014).

As aves frugívoras selecionam seus alimentos de forma hierárquica, selecionando as espécies de plantas até os frutos individuais que irão se alimentar, otimizando assim a obtenção de requisitos nutricionais (Sallabanks, 1993). De acordo com a teoria do forrageamento ótimo, localizar, manusear e digerir frutos pode ser metabolicamente custoso, portanto, espécies vegetais que aumentem a atratividade e, principalmente, a recompensa nutricional são geralmente preferidas pelos animais (Pulliam, 1974).

A combinação de características morfológicas das aves e dos frutos podem influenciar a taxa de consumo de frutos desta interação (Moermond & Denslow, 1985). Por exemplo, aves que apresentam abertura do bico inferior ao diâmetro da semente, são incapazes de engolir as mesmas (Galetti et al., 2013). Por outro lado, frutos que apresentam sementes pequenas são dispersos por uma alta variedade de espécies de aves que, ao se alimentar da polpa, ingerem as sementes (Parrini, 2015).

Outras características dos frutos podem influenciar a taxa de consumo como, formato, coloração, altura da copa, quantidade de frutos disponíveis e outros itens alimentares disponíveis. O comportamento empregado durante o consumo dos frutos pode ser influenciado pela dureza da polpa e quantidade de sementes (Levey, 1987). Espécies frugívoras podem adotar diferentes estratégias alimentares, como mastigar a polpa para descartar as sementes (mastigadores) ou engolir o fruto inteiro (engolidores), o que influencia diretamente na eficiência da ingestão e na dispersão das sementes (Levey, 1987).

A polpa de frutos carnosos são importantes fontes de açúcares, proteína, água, lipídeos e minerais que complementam ou compõem integralmente a dieta de

animais frugívoros (Jordano, 2000). Se por um lado a polpa de frutos é fonte de nutrientes para as aves, as sementes muitas vezes não são digeridas e passam intactas pelo trato digestivo destes animais, potencializando a germinação das mesmas (Traveset, 1998).

Apesar da ingestão de sementes pelas aves ser fundamental para a dispersão de muitas espécies de plantas tropicais, isto acarreta um custo de carregar peso extra durante o voo (Price & Waser, 2015). O processamento digestivo de frutos contendo sementes demanda diferentes etapas. Em geral, as sementes são separadas da polpa na moela, também conhecida como o estômago mecânico das aves, e após essa etapa, as sementes podem ficar retidas no intestino por um tempo variável (Gasperin & Pizo, 2009; Stanley & Lill, 2002). O tempo em que a semente fica retida no trato digestivo altera a taxa de ingestão de demais frutos, uma vez que o trato fica cheio, sem espaço para processar mais alimento (Stanley & Lill, 2002) podendo limitar o ganho energético e nutricional (Levey, 1987). Testes experimentais demonstraram que aves tendem a preferir frutos com sementes pequenas aos que apresentam sementes grandes, evitando assim longos períodos de processamento e de trato digestivo cheio (Stanley & Lill, 2002).

Com isto, o presente trabalho hipotetizou que a proporção polpa/semente em frutos pode influenciar na taxa de consumo uma vez que os animais buscam por recursos que possam fornecer maior recompensa nutricional e energética em um menor tempo. Assim, espera-se que frutos com maior proporção de polpa do que de sementes sejam consumidos mais frequentemente e por uma gama maior de espécies de aves se comparado com frutos com menor proporção polpa/semente.

1.1. Objetivos

O presente trabalho teve como objetivo investigar como a proporção semente/polpa de diferentes espécies de frutos influencia a taxa de consumo por aves, buscando:

- a) Avaliar a proporção polpa/semente para quatro espécies de frutos carnosos;
- b) Avaliar a taxa de consumo por aves entre frutos de diferentes proporções de polpa/semente;
- c) Avaliar a variação da riqueza e composição das espécies de aves que consomem frutos com diferentes proporções de polpa/semente.

2 METODOLOGIA

2.1. Coleta de Dados

Foram selecionadas quatro espécies de frutos: *Eugenia reinwardtiana* (Cereja da Austrália), *Eugenia pyriformis* (Uvaia), *Ficus guaranítica* (Figueira-branca) e *Cecropia pachystachya* (Embaúba). Essas espécies foram selecionadas pelo fato de terem tamanhos de sementes distintos e serem consumidas por diferentes espécies de aves (Santos, Franchin & Nunes, 2017; Purificação et al., 2014; Jordano, 2000; Pizo, 2002). A espécie *C. pachystachya* possui ampla dispersão de sementes realizada por aves devido ao pequeno tamanho das sementes e à abundância dos frutos (Santos, Franchin & Nunes, 2017). A espécie *Ficus guaranítica*, produz frutos com sementes pequenas e são consumidas por uma ampla gama de aves frugívoras. Essas características tornam as figueiras importantes na dieta de diversas espécies de aves (Purificação et al., 2014). Espécies do gênero *Eugenia* são amplamente consumidas por aves frugívoras e apresentam variação no tamanho de sementes, permitindo avaliar padrões de seleção alimentar relacionados à morfologia do fruto (Jordano, 2000; Pizo, 2002). As espécies *Eugenia reinwardtiana* e *Eugenia pyriformis* possuem apenas uma semente por fruto. Além disso, a fim de evitar a influência dos nutrientes da polpa na taxa de consumo, optou-se por gêneros com similaridade na composição nutricional (Apêndice A).

A coleta de dados do presente trabalho foi realizada através do método de observação focal em um ou dois indivíduos por espécie vegetal contendo frutos maduros por um período de 8 horas. No período de observação de cada espécie, foram registrados os eventos de frugivoria (Jordano & Schupp, 2000), bem como o comportamento utilizado pelas aves ao realizá-los. O tipo de comportamento utilizado pelas aves nos eventos de frugivoria foram divididos em duas categorias: se as aves apenas bicavam parte da polpa do fruto ou se engoliram o fruto inteiro. Para as análises de frutos com apenas uma semente, foram incluídos somente os dados com comportamentos de aves que engoliram os frutos inteiros. Foram registradas quais espécies de aves se alimentaram de cada espécie vegetal e a quantidade de frutos que cada indivíduo ingeriu. Todas as observações focais foram realizadas em espécies vegetais encontradas na Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho (UNESP) no campus de Rio Claro.

Para o cálculo de proporção de polpa, foram coletados dez frutos por espécie, os quais foram congelados para a realização da posterior análise. Foi utilizado um paquímetro digital para medir a largura, altura e comprimento de cada fruto individual. Em seguida, foi realizado o cálculo do volume, em milímetros cúbicos, dos frutos a partir da multiplicação da largura, altura e comprimento. Para mensurar a proporção polpa/semente, foi realizada a medição da massa do fruto fresco inteiro, massa da polpa e massa da semente. As medições foram feitas com o fruto fresco, pois a água presente na polpa é um elemento importante na influência do consumo dos frutos pelas aves. Após a realização da medição da massa do fruto fresco, foi retirada toda a polpa do fruto e medida a massa da semente, no caso dos frutos que possuem somente uma semente (*E. reinwardtiana* e *E. pyriformis*). Foi realizada uma subtração do valor da massa total do fruto do valor da massa da semente, chegando ao resultado da massa da polpa.

No caso dos frutos com mais de uma semente, foi realizada uma setorização do fruto para facilitar a análise, seguida de uma estimativa dos valores totais com base nas proporções obtidas nas amostras. Os frutos de *Ficus guaranitica* foram divididos em quatro partes, no qual foi realizada nova medição de largura, altura e comprimento para um quarto de fruto (chamada de setor). Em seguida, foi realizada a medição da massa do setor e contagem de todas as sementes com o auxílio de uma lupa. Em seguida, foi feita a pesagem desse conjunto de sementes, para, a partir da subtração do valor da massa das sementes do valor da massa do setor, obter a massa da polpa do setor. Após a obtenção de todos esses dados, foi realizada uma estimativa do número de sementes, peso da polpa e peso das sementes que poderiam haver no fruto inteiro, multiplicando os valores do setor por quatro. Nos frutos de *Cecropia pachystachya* o setor escolhido foi de $\frac{1}{5}$ (um quinto) do comprimento total do fruto inteiro. As medições foram realizadas da mesma maneira como nos frutos de *F. guaranitica*. Para a obtenção dos valores de estimativa, o número de sementes, peso da polpa e peso das sementes foi multiplicado por cinco.

Para mensurar os valores da proporção de polpa em relação à proporção de sementes, foi realizado a multiplicação do peso da polpa do setor por 100, dividido pelo valor do peso do setor, utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Proporção Polpa} = \text{Peso da polpa do setor} \times 100 / \text{Peso total do setor}$$

2.2. Análise Estatística

Para testar se a proporção de polpa dos frutos explicava a taxa de consumo pelas aves, foi feita uma regressão simples. Para o teste de regressão, foram previamente analisadas a normalidade dos dados através do teste de Shapiro. Posteriormente, as espécies de frutos foram categorizadas em *contendo uma semente (us)* e *contendo mais de uma semente (ms)*. A partir dessa categorização, se comparou a média de consumo pelas aves através da análise ANOVA. Para isto, a homogeneidade das variâncias foi verificada através do teste de Levene e a normalidade dos resíduos como teste de Shapiro.

3. RESULTADOS

Para a espécie *Eugenia reinwardtiana* foram observados 48 eventos de frugivoria, apresentando uma riqueza de três espécies de aves composta por *Pitangus sulphuratus*, *Turdus leucomelas* e *Turdus amaurochalinus*. Para a espécie *Eugenia pyriformis* foram observados 17 eventos de frugivoria, apresentando uma riqueza de três espécies de aves composta por *Pionus maximiliani*, *Thraupis sayaca* e *Brotogeris chiriri*. Para a espécie *Ficus guaranitica* foram observados 42 eventos de frugivoria, apresentando uma riqueza de três espécies de aves composta por *Thraupis sayaca*, *Thraupis palmarum* e *Tangara cayana*. Para a espécie *Cecropia pachystachya* foram observados 123 eventos de frugivoria, apresentando uma riqueza de sete espécies de aves composta por *Thraupis sayaca*, *Thraupis palmarum*, *Tangara cayana*, *Turdus leucomelas*, *Forpus xanthopterygius*, *Brotogeris chiriri* e *Icterus pyrrhopterus*. A taxa de consumo foi calculada com base na quantidade de frutos consumidos por espécie dividido pela quantidade de horas de observação focal (Tabela 1).

Tabela 1: Dados de eventos de frugivoria (quantidade de frutos) categorizados por espécie vegetal e espécie de ave. A taxa de consumo consiste na quantidade de frutos consumidos por espécie de ave dividido pela quantidade de horas de observação.

Espécie Vegetal	Espécie de Ave	Quant. Frutos	Taxa de Consumo
<i>Eugenia reinwardtiana</i>	<i>Pitangus sulphuratus</i>	23	2,875
<i>Eugenia reinwardtiana</i>	<i>Turdus leucomelas</i>	24	3
<i>Eugenia reinwardtiana</i>	<i>Turdus amaurochalinus</i>	1	0,125
<i>Eugenia pyriformis</i>	<i>Pionus maximiliani</i>	12	1,5
<i>Eugenia pyriformis</i>	<i>Thraupis sayaca</i>	4	0,5
<i>Eugenia pyriformis</i>	<i>Brotogeris chiriri</i>	1	0,125
<i>Ficus guaranitica</i>	<i>Thraupis sayaca</i>	28	3,5
<i>Ficus guaranitica</i>	<i>Thraupis palmarum</i>	9	1,125
<i>Ficus guaranitica</i>	<i>Tangara cayana</i>	6	0,75

<i>Cecropia pachystachya</i>	<i>Thraupis sayaca</i>	63	7,875
<i>Cecropia pachystachya</i>	<i>Thraupis palmarum</i>	20	2,5
<i>Cecropia pachystachya</i>	<i>Tangara cayana</i>	5	0,625
<i>Cecropia pachystachya</i>	<i>Turdus leucomelas</i>	9	1,125
<i>Cecropia pachystachya</i>	<i>Forpus xanthopterygius</i>	16	2
<i>Cecropia pachystachya</i>	<i>Brotogeris chiriri</i>	9	1,125
<i>Cecropia pachystachya</i>	<i>Icterus pyrrhopterus</i>	1	0,125

Fonte: elaborado pelo autor.

A porcentagem de polpa em relação ao fruto inteiro, obtida a partir das medições das massas dos frutos inteiros, polpas e sementes, resultou nos seguintes valores para cada uma das quatro espécies (Tabela 2):

Tabela 2: Dados de proporção de polpa por indivíduo e por espécie. A proporção de polpa foi calculada multiplicando o peso da polpa de cada indivíduo por 100 e dividindo esse valor pelo seu peso total.

Indivíduo	Espécie	Proporção de polpa (%)
1	<i>Eugenia reinwardtiana</i>	46,54
2	<i>Eugenia reinwardtiana</i>	52,77
3	<i>Eugenia reinwardtiana</i>	45,45
4	<i>Eugenia reinwardtiana</i>	51,54
5	<i>Eugenia reinwardtiana</i>	48,96
6	<i>Eugenia reinwardtiana</i>	51,01
7	<i>Eugenia reinwardtiana</i>	47,16
8	<i>Eugenia reinwardtiana</i>	50,54
9	<i>Eugenia reinwardtiana</i>	55,23
10	<i>Eugenia reinwardtiana</i>	58,14
11	<i>Eugenia pyriformis</i>	76,45
12	<i>Eugenia pyriformis</i>	96,96
13	<i>Eugenia pyriformis</i>	85,92
14	<i>Eugenia pyriformis</i>	83,45

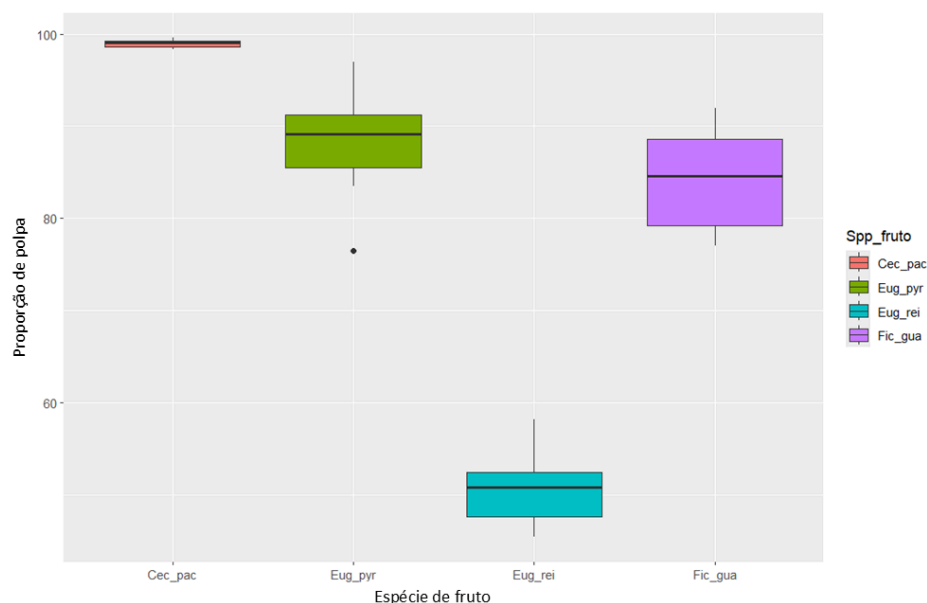
15	<i>Eugenia pyriformis</i>	89,0
16	<i>Eugenia pyriformis</i>	89,16
17	<i>Eugenia pyriformis</i>	85,37
18	<i>Eugenia pyriformis</i>	91,54
19	<i>Eugenia pyriformis</i>	94,25
20	<i>Eugenia pyriformis</i>	90,18
21	<i>Ficus guaranitica</i>	80,93
22	<i>Ficus guaranitica</i>	84,27
23	<i>Ficus guaranitica</i>	78,62
24	<i>Ficus guaranitica</i>	85,08
25	<i>Ficus guaranitica</i>	89,71
26	<i>Ficus guaranitica</i>	90,40
27	<i>Ficus guaranitica</i>	78,33
28	<i>Ficus guaranitica</i>	84,79
29	<i>Ficus guaranitica</i>	77,03
30	<i>Ficus guaranitica</i>	91,92
31	<i>Cecropia pachystachya</i>	99,01
32	<i>Cecropia pachystachya</i>	98,33
33	<i>Cecropia pachystachya</i>	99,55
34	<i>Cecropia pachystachya</i>	99,28
35	<i>Cecropia pachystachya</i>	98,63
36	<i>Cecropia pachystachya</i>	99,39
37	<i>Cecropia pachystachya</i>	98,39
38	<i>Cecropia pachystachya</i>	98,55
39	<i>Cecropia pachystachya</i>	99,07
40	<i>Cecropia pachystachya</i>	99,08

Fonte: elaborado pelo autor.

A partir dos dados da porcentagem de proporção de polpa, foi calculado o valor da média das proporções de polpa, demonstrada em gráfico de boxplot (Figura 1). Para cada espécie foi feito o cálculo da média aritmética, somando os valores da proporção de polpa dos dez frutos de cada espécie e dividindo-os pelo número de

frutos. Foi calculado, ainda, o desvio padrão que o conjunto de dados dos dez frutos de cada espécie apresentava em relação à porcentagem de proporção de polpa (Tabela 3).

Figura 1: Valor da média das proporções de polpa.



Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 3: Dados de média da proporção de polpa e desvio padrão por espécie.

Espécie	Média da proporção de polpa (%)	Desvio Padrão
<i>Eugenia reinwardtiana</i>	52,92	3,96
<i>Eugenia pyriformis</i>	88,23	5,80
<i>Ficus guaranítica</i>	84,11	5,34
<i>Cecropia pachystachya</i>	98,93	0,42

Fonte: elaborado pelo autor.

Foram realizadas duas análises, uma regressão linear e uma ANOVA. Para a regressão linear, os resultados não foram significativos, indicando $p=0.44$ e $R^2=30\%$ (Tabela 4). Os resultados obtidos a partir da ANOVA foram significativos, indicando $p > 0.05$ (Tabela 5).

Tabela 4: Resultado da regressão linear entre proporção de polpa e taxa de consumo

	Estimate	Std. Error	t value
(Intercept)	2.15402	1.23597	1.743
Proporção de Polpa	-0.01408	0.01492	-0.944

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 5: Resultados da ANOVA entre categorias de frutos - *contendo uma semente (us)* e *contendo mais de uma semente (ms)*.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value
Categoria	1	4858	4858	20.9
Residuals	38	8832	232	

Fonte: elaborado pelo autor.

4. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que há variações na taxa de consumo de frutos pelas aves frugívoras de acordo com a proporção de polpa em relação à semente. Embora a análise de regressão linear entre a proporção polpa/semente e a taxa de consumo não tenha indicado uma relação estatisticamente significativa a análise de variância revelou diferença significativa entre os grupos de frutos contendo uma única semente e aqueles com múltiplas sementes, o que sugere que o número e o tamanho das sementes podem exercer influência sobre a seleção alimentar pelas aves.

A maior taxa de consumo foi observada nos frutos de *Cecropia pachystachya*, que apresentaram a maior proporção de polpa (média de 98,93%). Esta espécie também foi consumida por uma maior diversidade de aves, indicando que seu consumo é realizado por uma alta riqueza de espécies, reforçando a ideia de que frutos com maior rendimento energético, dada a maior quantidade de polpa, são preferidos pelos frugívoros, conforme preconizado pela teoria do forrageamento ótimo (Pulliam, 1974). Essa maior diversidade de consumidores pode ser explicada pelo fato de que frutos com alto rendimento energético tendem a atrair não apenas frugívoros especializados, mas também espécies oportunistas ou generalistas, como descrito por Parrini (2015), que destaca como a disponibilidade e a qualidade dos recursos alimentares influenciam diretamente a composição da dieta das aves. Tal preferência pode estar associada ao menor custo metabólico envolvido no processamento e na digestão de frutos com elevada proporção de polpa, como sugerido por Levey (1987) e Stanley & Lill (2002).

Frutos de *Ficus guaranitica*, embora apresentassem também alta proporção de polpa (média de 84,11%), foram consumidos em menor quantidade quando comparados à *Cecropia pachystachya*. Essa diferença pode estar relacionada ao fato de que, apesar da alta proporção de polpa, *Ficus guaranitica* apresenta sementes menores e mais numerosas, o que pode demandar esforço de processamento por parte das aves para uma menor recompensa (Moermond & Denslow, 1985).

Os frutos de *Eugenia pyriformis* e *Eugenia reinwardtiana*, com proporções médias de polpa de 88,23% e 52,92%, respectivamente, apresentaram taxas de consumo visivelmente mais baixas. No caso da *E. reinwardtiana*, a menor proporção

de polpa pode representar um custo maior para o frugívoro em relação ao benefício energético obtido, o que se reflete na baixa taxa de consumo. Ainda, a presença de uma única semente de maior tamanho pode limitar o número de espécies de aves capazes de consumir este fruto, como demonstrado por Galetti et al. (2013), que destacam a limitação morfológica imposta pelo tamanho do bico em relação ao tamanho da semente.

Outro aspecto relevante observado foi a diversidade de aves associada a cada espécie vegetal. A maior riqueza de espécies foi registrada nos eventos de frugivoria em *Cecropia pachystachya*, indicando que frutos com maior proporção de polpa e sementes menores atraem uma gama mais ampla de dispersores, incluindo aves com diferentes estratégias de forrageamento (mastigadores e engolidores), como proposto por Traveset (1998) e Gomes *et al.* (2022). Além da diversidade, a composição das espécies frugívoras também variou entre as plantas estudadas, revelando padrões específicos de interação. Algumas espécies de aves foram registradas exclusivamente em associação com determinados frutos, como *Pionus maximiliani*, observada apenas consumindo *Eugenia pyriformis*, e *Forpus xanthopterygius* e *Icterus pyrrhopterus*, registradas apenas em *Cecropia pachystachya*. Esse padrão indica que, além das características morfológicas dos frutos, preferências específicas das aves ou restrições morfofisiológicas também podem direcionar interações exclusivas, o que tem implicações importantes para a compreensão da especialização e complementaridade funcional em redes de frugivoria.

Embora o estudo não tenha demonstrado uma correlação linear entre proporção de polpa e taxa de consumo, a categorização dos frutos quanto ao número de sementes revelou diferenças no comportamento alimentar das aves. Isso reforça que o fator determinante pode não ser apenas a quantidade de polpa isoladamente, mas o conjunto de características do fruto, como o número e o tamanho das sementes, bem como o comportamento alimentar empregado pelas aves para processá-los (Stanley & Lill, 2002).

Portanto, os resultados encontrados corroboram parcialmente a hipótese inicial de que frutos com maior proporção de polpa são mais consumidos pelas aves, mas indicam que essa preferência pode ser modulada por outras variáveis morfológicas e comportamentais. Dentre as variáveis morfológicas, destaca-se o tamanho da semente, que pode limitar o consumo por aves com bico de abertura

reduzida, como apontado por Galetti et al. (2013), e o formato do fruto, que influencia o manuseio e a ingestão (Moermond & Denslow, 1985). Já entre os fatores comportamentais, o tipo de estratégia alimentar adotada pelas aves, como engolidores ou mastigadores, afeta diretamente a escolha dos frutos, pois aves engolidoras tendem a evitar frutos com sementes grandes ou numerosas devido ao maior tempo de retenção no trato digestivo (Levey, 1987; Stanley & Lill, 2002). Além disso, a abundância e a altura de exposição dos frutos na copa também podem influenciar o acesso e a atratividade para diferentes grupos de aves (Parrini, 2015). Esses achados evidenciam que a seleção de frutos por aves frugívoras é um processo multifatorial, guiado não apenas pela recompensa nutricional imediata, mas também pelas limitações morfológicas dos dispersores e pelas estratégias comportamentais adotadas durante o forrageamento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo investigar se a proporção polpa/semente de diferentes espécies de frutos influencia a taxa de consumo por aves frugívoras. Embora a análise de regressão linear não tenha indicado uma correlação estatisticamente significativa entre as variáveis, a análise de variância demonstrou diferenças relevantes entre frutos com uma semente e frutos com múltiplas sementes, sugerindo que fatores como número e tamanho das sementes podem afetar a atratividade dos frutos.

Frutos com alta proporção de polpa e sementes pequenas, como *Cecropia pachystachya* e *Ficus guaranitica*, apresentaram maior taxa de consumo e maior diversidade de espécies de aves consumidoras, em comparação com frutos com menor proporção de polpa e sementes maiores, como *Eugenia reinwardtiana*. Esses resultados corroboram, em parte, a hipótese de que frutos com maior retorno energético tendem a ser preferidos pelas aves, como previsto pela teoria do forrageamento ótimo.

Adicionalmente, os dados sugerem que a morfologia do fruto influencia diretamente o comportamento de forrageamento das aves, o que pode refletir em padrões distintos de dispersão de sementes. Frutos mais fáceis de manipular e com menor tempo de digestão parecem favorecer a seleção por uma gama mais ampla de espécies, indicando menor especialização ecológica, como discutido por Levey (1987) e Stanley & Lill (2002), que demonstram que o tempo de retenção da semente no trato digestivo e a facilidade de ingestão influenciam a eficiência alimentar e a escolha dos frutos pelos frugívoros.

Do ponto de vista aplicado, os resultados deste trabalho reforçam a importância de considerar atributos funcionais dos frutos, como a proporção polpa/semente, na escolha de espécies vegetais para projetos de restauração ecológica. A introdução de espécies que promovem alta atratividade para frugívoros pode contribuir significativamente para a recuperação de processos ecológicos essenciais, como a dispersão de sementes e a regeneração natural de ambientes degradados.

REFERÊNCIAS

- BICUDO, J. E.; STOKES, W.; CHAPPELL, M. A.** *Ecological and environmental physiology of birds*. Oxford: Oxford University Press, 2010.
- GALETTI, M. et al.** Functional extinction of birds drives rapid evolutionary changes in seed size. *Science*, Washington, v. 340, p. 1086–1090, 2013.
- GASPERIN, G.; PIZO, M. A.** Frugivory and habitat use by thrushes (*Turdus* spp.) in a suburban area in south Brazil. *Urban Ecosystems*, v. 12, n. 4, p. 425–436, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11252-009-0090-2>. Acesso em: 13 abr. 2025.
- GOMES, A. M. et al.** The degree of frugivory of birds as estimated from gastric and fecal samples. *Ornitología Neotropical*, v. 33, maio, p. 66–73, 2022.
- JORDANO, P.** Fruits and frugivory. In: FENNER, M. (ed.). *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. 2. ed. Wallingford: CABI Publishing, 2000. p. 125–166.
- JORDANO, P.** Fruits and frugivory. In: GALLAGHER, R. S. (ed.). *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. 3. ed. Wallingford: CAB International, 2014.
- JORDANO, P.; SCHUPP, E. W.** Seed dispersal effectiveness: the quantity component and patterns of seed rain for *Prunus mahaleb*. *Ecological Monographs*, v. 70, n. 4, p. 591–615, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1890/0012-9615\(2000\)070\[0591:SDETQC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9615(2000)070[0591:SDETQC]2.0.CO;2). Acesso em: 20 abr. 2025.
- LEVEY, D. J.** Seed size and fruit-handling techniques of avian frugivores. *The American Naturalist*, Chicago, v. 129, n. 4, p. 471–485, 1987.
- MOERMOND, T. C.; DENSLOW, J.** Neotropical avian frugivores: patterns of behavior, morphology and nutrition, with consequences for fruit selection. In: BUCKLEY, P. A. et al. (ed.). *Neotropical ornithology*. Washington, DC: American Ornithologists' Union, 1985. p. 865–897.
- PARRINI, R.** *Quatro estações: história natural das aves na Mata Atlântica – uma abordagem trófica*. 1. ed. São Paulo: Technical Books Editora, 2015.
- PIZO, M. A.** The seed dispersers and fruit syndromes of Myrtaceae in the Brazilian Atlantic forest. In: LEVEY, D. J.; SILVA, W. R.; GALETTI, M. (ed.). *Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation*. Wallingford: CABI Publishing, 2002. p. 129–143.
- PIZO, M. A.; MORALES, J. M.; OVASKAINEN, O.; CARLO, T. A.** Frugivory specialization in birds and fruit chemistry structure mutualistic networks across the Neotropics. *The American Naturalist*, v. 197, n. 2, p. 236–249, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/712381>. Acesso em: 14 abr. 2025.

PRICE, M. V.; WASER, N. M. Effects of seed size on seedling emergence, growth, and survival in wildflowers. *Oecologia*, v. 179, p. 573–582, 2015. <https://doi.org/10.1007/s00442-015-3371-5>

PULLIAM, H. R. On the theory of optimal diets. *The American Naturalist*, v. 108, p. 59–74, 1974.

PURIFICAÇÃO, K. N. et al. Interactions between frugivorous birds and plants in savanna and forest formations of the Cerrado. *Biota Neotropica*, v. 14, n. 4, e20140068, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0603201400681>. Acesso em: 15 abr. 2025.

SALLABANKS, R. Hierarchical mechanisms of fruit selection by an avian frugivore. *Ecology*, v. 74, p. 1326–1336, 1993.

SANTOS, R. G.; FRANCHIN, A. G.; NUNES, J. F. Frugivoria por aves em *Cecropia pachystachya* Trécul (Urticaceae) em uma área verde urbana de Passos – MG. *Biodiversidade*, v. 16, n. 3, p. 16, 2017.

SCHUPP, E. W.; MILLERON, T.; RUSSO, S. E. Dissemination limitation and the origin and maintenance of species-rich tropical forests. In: LEVEY, D. J.; SILVA, W. R.; GALETTI, M. (ed.). *Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation*. Oxford: Oxford University Press, 2002. p. 19–33.

STANLEY, M. C.; LILL, A. Does seed packaging influence fruit consumption and seed passage in an avian frugivore? *The Condor*, v. 104, n. 1, p. 136–145, 2002.

TERBORGH, J. et al. Maintenance of tree diversity in tropical forests. In: LEVEY, D. J.; SILVA, W. R.; GALETTI, M. (ed.). *Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation*. Oxford: Oxford University Press, 2002. p. 1–17.

TRAVESET, A. Effect of seed passage through vertebrate frugivores' guts on germination: a review. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, v. 1, n. 2, p. 151–190, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1078/1433-8319-00057>. Acesso em: 13 abr. 2025.

APÊNDICE A – DADOS DE COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL

Composição nutricional dos gêneros *Ficus*, *Eugenia* e *Cecropia*.

Gênero	Espécie	Lipídeos	Açúcares
<i>Ficus</i>	<i>Ficus cestrifolia</i>	0,0459	0,0267
<i>Ficus</i>	<i>Ficus insipida</i>	0,043	0,0008
<i>Ficus</i>	<i>Ficus pertusa</i>	0,0628	0,0233
<i>Ficus</i>	<i>Ficus pulchella</i>	0,0514	0,0021
<i>Ficus</i>	<i>Ficus crassiuscula</i>	0,0127	0,4371
<i>Ficus</i>	<i>Ficus tuerckheimii</i>	0,0098	0,3023
<i>Ficus</i>	<i>Ficus velutina</i>	0,0317	0,0493
<i>Ficus</i>	<i>Ficus yoponensis</i>	0,0245	0,3368
<i>Ficus</i>	<i>Ficus insipida</i>	0,060	0,004
<i>Ficus</i>	<i>Ficus luschnatiana</i>	0,043	0,046
<i>Ficus</i>	<i>Ficus sp3</i>	0,058	0,066
<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia cuprea</i>	0,1411	0,0235
<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia sp1</i>	0,0566	0,0128
<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia sulcata</i>	0,0662	0,0049
<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia umbelliflora</i>	0,0283	0,0268
<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia acapulcensis</i>	0,0285	0,03286
<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia magnifica</i>	0,205	0,065
<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia melanogyna</i>	0,035	0,112
<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia prasina</i>	0,117	0,061
<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia umbelliflora</i>	0,049	0,1259
<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia calycina</i>	0,0009	0,083
<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia ligustrina</i>	0,0008	0,0574
<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia puniceifolia</i>	0,001	0,1108
<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia angustissima</i>	0,0601	0,0085
<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia sp3</i>	0,017	0,12
<i>Cecropia</i>	<i>Cecropia glaziovii</i>	0,037	0,008
<i>Cecropia</i>	<i>Cecropia pachystachya</i>	0,0018	0,0423

Fonte: Pizo et al., 2021.