

---

**ECOLOGIA**

---

**GABRIELA ANTONI**

**TEMPO DE PASSAGEM DE SEMENTES PELO  
TRATO DIGESTÓRIO DE AVES FRUGÍVORAS**

Gabriela Antoni

**TEMPO DE PASSAGEM DE SEMENTES PELO TRATO DIGESTÓRIO DE AVES  
FRUGÍVORAS**

Orientador: Marco Aurélio Pizo  
Coorientador: Ana Cristina Crestani

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

Rio Claro  
2020

A635t

Antoni, Gabriela

Tempo de passagem de sementes pelo trato digestório de aves frugívoras / Gabriela Antoni. -- Rio Claro, 2020 25 p. : il., tabs. + 1 CD-ROM

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ecologia) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro

Orientadora: Marco Aurélio Pizo

Coorientadora: Ana Cristina Crestani

1. Ecologia. 2. Sementes. 3. Frugivoria. 4. Aves. 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.

## RESUMO

As aves frugívoras dispersoras de sementes exercem um importante papel na manutenção das populações de plantas através do processamento e descarte das sementes pelo seu trato digestório. Em troca, por meio da polpa dos frutos, as aves recebem conteúdo nutricional. O tempo de passagem das sementes pelo trato digestório, que se caracteriza pelo tempo entre a ingestão e o descarte da semente através das fezes dos animais, é diretamente influenciado por características do fruto e da ave. Nesse trabalho buscou-se avaliar a relação do grau de frugivoria, massa de semente e massa corporal da ave com o tempo de passagem das sementes. Para as análises, foi criado um banco de dados a partir de trabalhos publicados e não publicados. Os dados coletados passaram pela Análise de Multicolinearidade, que não mostrou correlação entre as variáveis. Em seguida foram testados sete Modelos Lineares Generalizados e o mais plausível deles foi selecionado pelo valor de AIC. Os resultados mostraram o modelo aditivo com as variáveis massa da ave e grau de frugivoria como o mais plausível, indicando que aves maiores e mais frugívoras apresentam um tempo de passagem das sementes mais rápido. Esse fato pode ser explicado por adaptações morfológicas apresentadas por aves frugívoras, que fazem com que o tempo de passagem seja menor para esse grupo, além da pouca variação de massa corpórea entre as espécies analisadas.

**Palavras-chave:** dispersão de sementes, grau de frugivoria, aves frugívoras.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu orientador Marco Aurélio Pizo, por toda atenção e suporte sempre.

Agradeço a minha coorientadora Ana Cristina Crestani, que sem você eu não teria conseguido, obrigada por toda a paciência e cuidado comigo, obrigada pelos conselhos e palavras de apoio nos momentos difíceis.

Agradeço também ao André Regolin, que me ajudou com as análises estatísticas, muito obrigada, a sua ajuda foi muito importante para mim.

Agradeço aos meus pais e irmãos, que me incentivaram desde o começo da graduação a seguir os meus sonhos, e comemoraram comigo cada vitória dessa jornada linda que foi o curso de Ecologia.

Aos meus amigos da ECO 015, muito obrigada por cada história compartilhada, por cada campo, e cada obstáculo vencido, vou levar vocês comigo para sempre!

E um muito obrigada especial às minhas amigas Amanda e Laurinha, por estarem comigo em cada lágrima e risada, sempre me motivando a continuar. Com certeza vocês foram fundamentais nessa fase da minha vida, e sem dúvida tornaram ela inesquecível.

A todos que de alguma maneira contribuiu para a conclusão desse TCC, meu muito obrigada.

## SÚMARIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODO</b>	<b>7</b>
2.1	Coleta de Dados	7
2.2	Análise de Dados	7
<b>3</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	<b>12</b>
	<b>REFERÊNCIA</b>	<b>15</b>
	<b>APÊNDICE</b>	<b>19</b>
	Apêndice I	19
	Apêndice II	22

## 1 INTRODUÇÃO

Aves frugívoras dispersoras de sementes contribuem na distribuição espacial, abundância e persistências das espécies vegetais (HOWE; PRIMACK, 1975; JANZEN et al., 1976; OBESO; MARTÍNEZ; GARCÍA, 2011). O termo “frugívoro” refere-se aos animais que incluem predominantemente frutos em sua dieta, alimentando-se da parte carnosa e não digerindo sua semente (SNOW, 1980). Sendo assim, o hábito de comer frutos é determinado pelo conjunto de características dos frutos, que interagem e influenciam a escolha e consumo por animais e, por processos digestivos, que determinam a eficiência do animal em extrair e assimilar nutrientes e energia dos frutos (BICUDO, 2010; HERRERA, 1987).

Nessa relação mútua entre plantas e aves frugívoras, as sementes são levadas para longe da planta mãe, onde as taxas de predação e competição são menores (JANZEN, 1970). Em troca, as aves obtêm conteúdo nutricional através da polpa dos frutos (COATES-ESTRADA; ESTRADA, 1988; VAN DER PIJL, 1982). O processamento da polpa, descarte das sementes e a absorção dos nutrientes possivelmente direcionam as escolhas alimentares dos frugívoros (MARTÍNEZ DEL RIO; RESTREPO, 1993). Por sua vez, as aves frugívoras diferem na quantidade de frutos que incluem em sua dieta, resultando em um gradiente de frugivoria, que inclui aves que completam a sua dieta com outros itens (e.g. artrópodes), até aves que se alimentam quase exclusivamente frutos (MOERMOND; DENSLOW, 1985).

Os frutos são considerados um recurso alimentar volumoso, uma vez que são caracterizados por uma polpa carnosa acoplada a uma massa indigerível, a semente (MOERMOND; DENSLOW, 1985). A ingestão de semente pode ocupar espaço no intestino, diminuindo o volume estomacal disponível para a digestão da polpa carnosa e reduzindo a taxa de ingestão (FUKUI, 2003; HERRERA, 1987). Além disso, o acúmulo de sementes no intestino aumenta o gasto energético durante o voo, uma vez que as sementes ingeridas, transportadas dentro do trato, aumentam o peso da ave (FUKUI, 2003; HERRERA, 1987; WORTHINGTON, 1989). As sementes levam um tempo variável para serem descartadas. Esse tempo de passagem refere-se ao tempo que a semente, após ser ingerida, transita pelo trato digestório e é eliminada nas fezes (WAHAJ et al., 1998)

Características das aves e dos frutos influenciam diretamente o tempo de passagem das sementes pelo trato digestório (BARNEA; YOM-TOV; FRIEDMAN, 1991; MURRAY et al., 1994; TRAVESET, 1998). Sendo assim, há uma tendência de

indivíduos com maior massa corpórea possuem intestino mais longo e, conseqüentemente, apresentam maior tempo de retenção das sementes (LEVEY, 1986; MARTÍNEZ DEL RIO; RESTREPO, 1993). Além disto, aves com alto grau de frugivoria tendem a apresentar um trato digestório simplificado no que diz respeito ao desenvolvimento das estruturas. Este grupo pode possuir intestinos curtos, com menor área para armazenamento de alimentos, moelas não musculares devido à não necessidade de redução mecânica dos frutos e fígados grandes em relação ao tamanho do corpo para auxiliar na desintoxicação por compostos secundários presentes em alguns frutos (HERRERA, 1982, 1984; JORDANO, 2000; MOERMOND; DENSLOW, 1985; PULLAINEN; HELLE; TUNKKARI, 1981).

Já para os frutos, são relevantes para o tempo de passagem, além das características nutricionais e químicas, o tamanho e quantidade das sementes (HERRERA, 1987; MURRAY et al., 1994; LEVEY et al., 2007). Sementes grandes tendem a apresentar menor tempo de retenção quando comparadas com sementes menores (FUKUI, 2003; MURRAY et al., 1994). O rápido processamento de sementes grandes pode ser decorrente da necessidade das aves de superar suas limitações intestinais, esvaziando o intestino e permitindo o aumento na taxa de ingestão (LEVEY, 1992; FUKUI, 2003).

Como reflexo ecológico, o longo tempo de passagem das sementes pelo intestino pode aumentar a taxa de germinação de sementes, devido a abrasão do revestimento da semente pelo sistema digestivo (BARNEA; YOM-TOV; FRIEDMAN, 1991; FUKUI, 2003). Somado a isso, quanto maior o tempo de passagem, mais distante da planta mãe as sementes são levadas, contribuindo desse modo com a disseminação espacial das espécies vegetais (FUKUI, 2003; HOWE; PRIMACK, 1975).

Sendo assim, o grau de frugivoria, a massa corpórea da ave e o peso da semente, podem refletir diretamente no tempo de passagem da semente pelo trato digestório das aves frugívoras, e como consequência em sua dispersão (HERRERA, 1984; JORDANO, 1987). Tendo isso em vista, o objetivo deste trabalho foi avaliar a relação entre o tempo de passagem da semente pelo trato digestório das aves e o grau de frugivoria, massa corpórea e massa da semente.

## **2 MATERIAL E MÉTODO**

### **2.1 Coleta de Dados**

O trabalho foi realizado a partir da criação de um banco de dados (ver Apêndice I e Tabela 3) sobre as características das aves e sementes ingeridas, incluindo a média dos dados de sementes defecadas, com tempo mínimo de passagem das sementes pelo trato digestório de cada animal. Os dados foram extraídos de trabalhos publicados, não publicados e das plataformas Seed Information Database — SID, banco de dados do Royal Botanic Gardens Kew, Google Scholar, JSTOR, Springer Link e SciELO.

Os dados de tempo de passagem da semente pelo trato digestório das aves foram trabalhos publicados na literatura científica obtidos através de buscas na rede com as seguintes palavras: “Frugivory Birds”, “Gut Retention Time”, “Gut Retention Time Seed”, “Frugivory and Seed Dispersal”, “Tempo de Passagem”, “Pássaros Frugívoros”.

Para avaliar a influência das características das aves no tempo de passagem das sementes considerou-se informações sobre a média de massa corpórea por espécie (em gramas), obtida no banco de dados Atlantic Bird Traits (RODRIGUES et al., 2019) e Elton Traits 0.1 (WILMAN et al., 2014). Além disso, também foram utilizados dados sobre o grau de frugivoria, os quais referem-se à porcentagem de frutos presentes na dieta de cada espécie ave (WILMAN et al., 2014). Para as sementes, foi utilizado apenas a média da massa (em miligramas) dos dados apresentados, de cada espécie.

### **2.2 Análise de Dados**

Utilizando o software R Statistic, os dados foram transformados em  $\log_{10}(x+1)$  e sujeitos à Análise de Multicolinearidade, que avaliou a correlação entre as variáveis preditoras, massa corpórea e grau de frugivoria de cada espécie de ave e a massa de cada semente, na influência sobre a variável resposta tempo de passagem. Em seguida foram gerados sete Modelos Lineares Generalizados (GLM), sendo um modelo nulo, três modelos simples univariados e três modelos aditivos (Tabela 1). Os modelos univariados foram compostos cada um por uma das variáveis preditoras. Os modelos aditivos foram formados através da somatória de duas variáveis de modo que não houvesse duplicidade de modelo.

**Tabela 1:** Representação dos Modelos Lineares Generalizados (GLM) utilizados nas análises estatísticas. Os modelos univariados são compostos por apenas uma variável, e os aditivos são compostos por duas variáveis.

<b>MODELOS</b>	
M0: nulo	M4: grau de frugivoria + peso da semente
M1: grau frugivoria	M5: grau de frugivoria + peso da ave
M2: massa da semente	M6: peso da semente + peso da ave
M3: peso da ave	

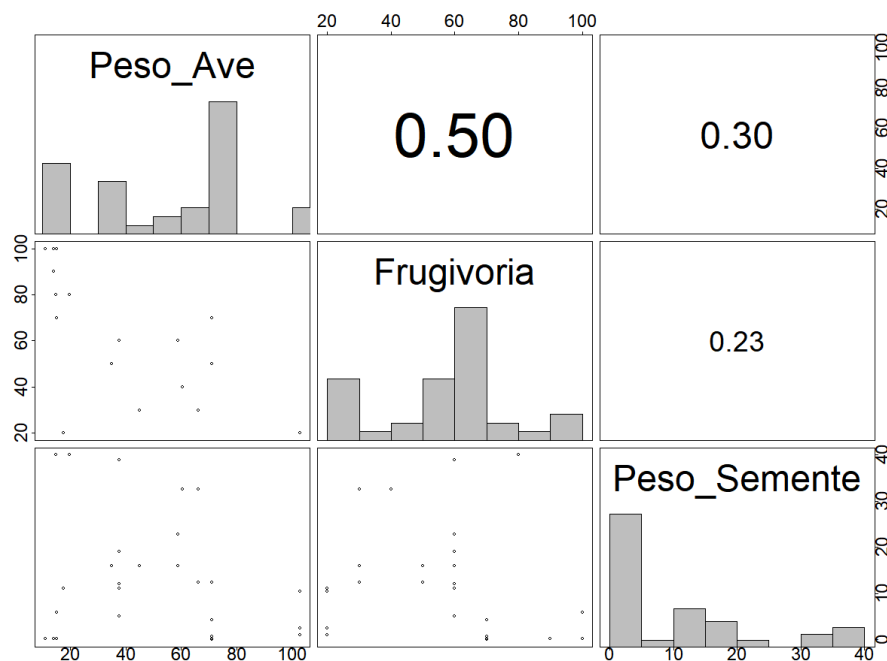
O modelo mais plausível e, portanto, com as variáveis que mais influenciaram no tempo de passagem das sementes, foi selecionado de acordo com o valor do Critério de Informação de Akaike (AIC), o qual estima a qualidade do modelo através da quantificação de informações perdidas. O modelo com menor perda de informações, e, portanto, com menores valores de AIC, apresenta a maior qualidade.

### 3 RESULTADO

Foram utilizados apenas dados que continham informações para todas as variáveis, totalizando 16 espécies de aves, todas com massa corpórea inferior a 300 g, e 29 espécies de frutos. Além disso, os dados apresentaram 43 tempos de passagem, em que o menor tempo foi de 2,5 min para *Hypsipetes amautotis* (70,89 g) e o mais longo 73,3 min para *Erithacus rubecula* (17,7g).

Dentre as 16 espécies de aves analisadas, a espécie com maior massa corpórea foi *Turdus merula*, com 102,73 g, e a com menor massa foi *Euphonia clorotica* com 11,02 g. Para o grau de frugivoria, a porcentagem de frutos na dieta de cada espécie variou de 20 a 100%. Para a massa das sementes, *Ilex serreta* foi a menor semente defecada pelas aves, com o peso de 0,008 mg, enquanto *Ardisia nigropunctata* foi a maior com 40 mg.

A Análise de Multicolinearidade não apresentou correlação entre as variáveis, como é possível observar na figura 1:



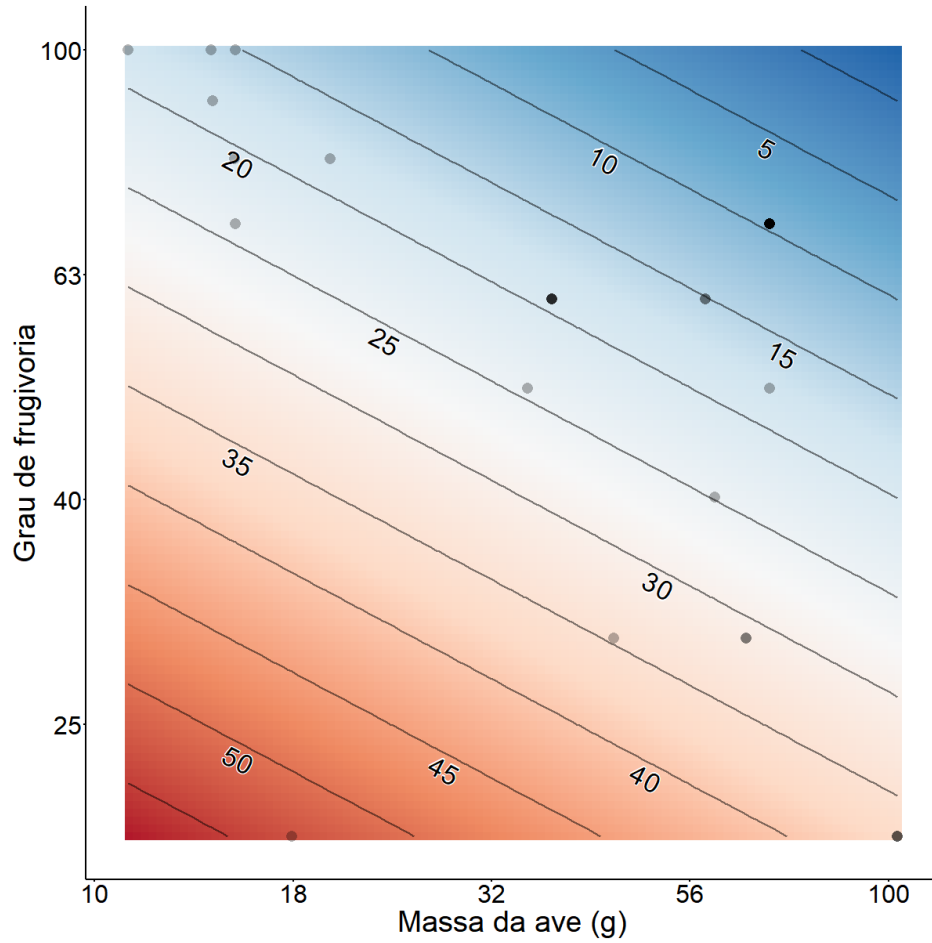
**Figura 1:** Representação gráfica da Análise de Multicolinearidade. Os números que aparecem na figura representam os valores de  $R^2$ , o qual varia de 0 a 1, sendo 1 variáveis muito correlacionadas e 0 variáveis com ausência de correlação.

Através da seleção dos Modelos Lineares Generalizados, o que se apresentou mais plausível foi o modelo aditivo com as variáveis peso da ave aliado ao grau de frugivoria (Tabela 2).

**Tabela 2:** Resultados dos modelos nulo, univariados e aditivos usados para avaliar quais variáveis preditoras exercem maior influência na variável reposta tempo de passagem das sementes baseadas nos valores de Critério de Informação de Akaike (AIC).

<b>Modelo</b>	<b>AIC</b>	<b>dAIC</b>	<b>df</b>	<b>Peso</b>
<b>Peso da ave + Frugivoria</b>	283.0	0.0	4	0.9860
<b>Frugivoria</b>	292.9	9.8	3	0.0072
<b>Frugivoria + Peso da semente</b>	293.0	10.0	4	0.0067
<b>Peso da semente</b>	305.5	22.5	3	<0.001
<b>Peso da semente + Peso da ave</b>	307.4	24.4	4	<0.001
<b>Nulo</b>	310.9	27.9	2	<0.001
<b>Peso da ave</b>	312.5	29.4	3	<0.001

Desse modo, os resultados apontaram que quanto maior o peso da ave e o grau de frugivoria, mais rápido é o tempo de passagem das sementes pelo trato digestório das aves. Além disso, em decorrência dos valores dos betas da regressão, que foram de -56,671 para o grau de frugivoria e -21,294 para a massa da ave, o grau de frugivoria apresentou maior efeito sobre o tempo de passagem quando comparado com o peso da ave (Figura 2). A variável peso da semente não entrou no melhor modelo, portanto, não exerce influência significativa para o tempo em que as sementes percorrem o trato digestório das aves.



**Figura 2:** Relação entre as variáveis peso da ave (eixo x) e grau de frugivoria (eixo y), e o efeitos sobre o tempo de passagem das sementes, o qual é representado pelas linhas transversais e o gradiente de cores. Quanto mais intensa a mudança nas cores, maior o efeito da variável sobre o tempo de passagem,

## 4 DISCUSSÃO

Este trabalho buscou avaliar a relação entre o tempo de passagem de sementes pelo trato digestório e o grau de frugivoria e massa corpórea das aves. Os resultados obtidos indicaram: (1) quanto maior a massa corpórea e mais frugívora a ave, menor o tempo de passagem da semente, (2) o grau de frugivoria exerce maior influência sobre o tempo de passagem do que o peso da ave, e (3) o peso da semente não apresentou efeito sobre o tempo de passagem. Para interpretar esses resultados é necessário observar a composição do banco de dados (Apêndice I), em que o grau de frugivoria varia de 20 a 100% e a massa corpórea das aves de 11,02 g a 102,73 g.

Após criação dos sete Modelos Lineares Generalizados e a seleção do que apresentou maior efeito sobre o tempo de passagem de acordo com o valor de AIC, os resultados mostraram que quanto maior e mais frugívora a ave, menor é o tempo de passagem das sementes pelo seu trato digestório. Para o grau de frugivoria esse resultado se mostrou como o esperado. Uma vez que este apresenta uma relação negativa com o tempo de passagem, ou seja, quanto mais frugívora a ave, mais rápido o tempo de passagem das sementes (HERRERA, 1984; JORDANO, 1987). Essa tendência se dá pelo fato de aves altamente frugívoras apresentarem adaptações morfológicas, como intestinos mais curtos e moelas não musculares, que diminuem o tempo de trânsito das sementes pelo trato (HERRERA, 1982; MOERMOND; DENSLOW, 1985; PULLAINEN; HELLE; TUNKKARI, 1981).

Como a capacidade e o comprimento do intestino são proporcionais ao tamanho do corpo da ave, era esperado que aves maiores apresentassem tempo de passagem mais lento que aves menores, uma vez que o caminho a ser percorrido pelas sementes é mais longo (CALDER, 1984; ROBBINS, 1983; WORTHINGTON, 1989). Entretanto para o peso da ave esse resultado apresentou-se de maneira contrária a outros estudos que apontam que aves maiores possuem maior tempo de passagem. (HERRERA, 1984; MOERMOND; DENSLOW, 1985; WORTHINGTON, 1989).

É importante ressaltar que os *Turdus*, grupo com maior massa corpórea que compõe o banco de dados, apresenta uma dieta mista, composta por frutos e artrópodes (PARINI, 2015), podendo apresentar um trato digestivo com complexidade intermediária. Por outro lado, as espécies de *Euphonia* são as aves

com maior grau de frugivoria e apresentam trato digestório bastante simplificado (JORDANO, 2000). Os resultados podem ser decorrentes de diferenças no sistema digestório das aves, as quais acabam afetando o modo pelo qual as sementes são tratadas, antes e após a sua ingestão, influenciando dessa maneira no tempo de digestão (MOERMOND; DENSLOW, 1985).

As análises apresentaram o grau de frugivoria exercendo maior influência sobre o tempo de passagem da semente do que o peso das aves. Ou seja, nesse conjunto de dados o peso da ave não é tão importante quando comparado ao grau de frugivoria. Isso pode ser explicado pelas adaptações morfológicas presentes em aves frugívoras, que fazem com que o tempo de passagem seja menor para esse grupo, e pela pouca variação de massa corpórea das aves analisadas (MOERMOND; DENSLOW, 1985).

Ao abordarmos as interações entre plantas e aves frugívoras, se faz necessário entender a relação entre o tempo de passagem e o tamanho das sementes, que pode determinar o modo de processamento da semente (FUKUI, 2003). Em outras palavras, as sementes ingeridas pelos frugívoros podem tanto serem defecadas, quanto regurgitadas. Normalmente, sementes defecadas são menores e levam mais tempo para serem descartadas, enquanto as sementes regurgitadas são maiores e demoram menos tempo (LEVEY, 1986; OBESO; MARTÍNEZ; GARCÍA, 2011). O curso que a semente irá seguir dependerá do tamanho da ave e do tamanho da semente (GASPERIN; PIZO, 2012). Isso porque sementes muito pequenas passam mais facilmente pelo trato digestório da maioria dos frugívoros, entretanto a dispersão de sementes maiores acaba sendo limitada a aves com maior massa corpórea (MOERMOND; DENSLOW, 1985).

A velocidade com que as sementes são processadas no trato digestório das aves traz consigo consequências evolutivas importantes tanto para os animais quanto para as plantas, uma vez que isso pode influenciar nos padrões de dispersão das sementes (HERRERA, 1995; LEVEY, 1987; MURRAY et al., 1994). O tempo de passagem pode, portanto, influenciar na distribuição espacial das sementes ingeridas pelas aves, e quando associado a informações de movimento do dispersor, é possível inferir o quão longe essas sementes podem ser levadas (OBESO; MARTÍNEZ; GARCÍA, 2011; WESTCOTT et al., 2005). Apesar de os resultados não terem corroborado com o esperado, é necessário observar que as características das aves presentes no banco de dados utilizado são as características de aves

generalistas (PIZO, 2007),o que significa que estão presentes amplamente em áreas degradadas, e que, portanto, exercem papel de extrema importância para a manutenção das espécies nos ambientes atuais.

## REFERÊNCIA

- BARNEA, A.; YOM-TOV, Y.; FRIEDMAN, J. Does Ingestion by Birds Affect Seed Germination? **Functional Ecology**, v. 5, n. 3, p. 394, 1991.
- COATES-ESTRADA, R.; ESTRADA, A. Frugivory and Seed Dispersal in *Cymbopetalum baillonii* ( Annonaceae ) at Los Tuxtlas , Mexico Author ( s ): Rosamond Coates-Estrada and Alejandro Estrada Published by: Cambridge University Press Stable URL : <https://www.jstor.org/stable/2559655> JSTOR is. **Journal of Tropical Ecology**, v. 4, n. 2file:///C:/Users/laura/Downloads/janzen1970.pdf, p. 157–172, 1988.
- FUKUI, A. Relationship between seed retention time in bird's gut and fruit characteristics. **Ornithological Science**, v. 2, n. 1, p. 41–48, 2003.
- GASPERIN, G.; PIZO, M. A. Passage time of seeds through the guts of frugivorous birds, a first assessment in Brazil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 20, n. 1, p. 48–51, 2012.
- HERRERA, C. Vertebrate-Dispersed Plants of the Iberian Peninsula : A Study of Fruit Characteristics Author ( s ): Carlos M . Herrera Published by : Ecological Society of America Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/2937089> . VERTEBRATE-DISPERSED PLANTS OF THE IBE. **Ecological Monographs**, v. 57, n. 4, p. 305–331, 1987.
- HERRERA, C. M. Seasonal Variation in the Quality of Fruits and Diffuse Coevolution Between Plants and Avian Dispersers Author ( s ): Carlos M . Herrera Published by : Ecological Society of America Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/1936798> SEASONAL VARIATION IN TH. **Ecology**, v. 63, n. 3, p. 773–785, 1982.
- HERRERA, C. M. A Study of Avian Frugivores, Bird-Dispersed Plants, and Their Interaction in Mediterranean Scrublands. **Ecological Monographs**, v. 54, n. 1, p. 1–

23, 1984.

HERRERA, C. M. Plant-vertebrate seed dispersal systems in the Mediterranean: Ecological, evolutionary, and historical determinants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 26, n. 1, p. 705–727, 1995.

HOWE, H. F.; PRIMACK, R. B. Differential Seed Dispersal by Birds of the Tree *Casearia nitida* (Flacourtiaceae). **Biotropica**, v. 7, n. 4, p. 278, 1975.

JANZEN, D. H. American Naturalist the. **The American Naturalist**, v. 104, n. 940, p. 501–528, 1970.

JANZEN, D. H. et al. Two Costa Rican Bat-Generated Seed Shadows of *Andira Inermis* (Leguminosae). **Ecology**, v. 57, n. 5, p. 1068–1075, 1976.

JORDANO, P. Frugivory, external morphology and digestive system in mediterranean sylviid warblers *Sylvia* spp. **Ibis**, v. 129, n. April 1983, p. 175–189, 1987.

JORDANO, P. 2000. Fruits and frugivory. In: Fenner, M. (ed.). *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*, 2nd edition. CABI Publ., Wallingford, UK. Pages 125-166. In: **Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities**. 2nd. ed. Wallingford, UK: [s.n.]. p. 125–166.

LEVEY, D. J. Methods of seed processing by birds and seed deposition patterns. p. 147–158, 1986.

LEVEY, D. J. Seed Size and Fruit-Handling Techniques of Avian Frugivores. **The American Naturalist**, v. 129, n. 4, p. 471–485, 1987.

MARTÍNEZ DEL RIO, C.; RESTREPO, C. Ecological and behavioral consequences of digestion in frugivorous animals. **Vegetatio**, v. 107–108, n. 1, p. 205–216, 1993.

MOERMOND, T. C.; DENSLOW, J. S. Neotropical Avian Frugivores : Patterns of Behavior , Morphology , and Nutrition , with Consequences for Fruit Selection Author

( s ): Timothy C . Moermond and Julie Sloan Denslow Published by : American Ornithologists ' Union Stable URL : <http://www.jsto>. **Neotropical Ornithology**, n. 36, p. 865–897, 1985.

MURRAY, K. G. et al. Fruit Laxatives and Seed Passage Rates in Frugivores : Consequences for Plant Reproductive Success Wendy Sherwood and Mark L . Kuhlmann Published by : Ecological Society of America Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/1939422> . FRUIT LAXATIVES AND SEE. v. 75, n. 4, p. 989–994, 1994.

OBESO, J. R.; MARTÍNEZ, I.; GARCÍA, D. Seed size is heterogeneously distributed among destination habitats in animal dispersed plants. **Basic and Applied Ecology**, v. 12, n. 2, p. 134–140, 2011.

PARRINI, R. Quatro estações: história natural das aves na Mata Atlântica: Uma abordagem trófica, 1st ed. Technical Books Editora, Rio de Janeiro. 2015.

PIPER, J. K. Seasonality of Fruit Characters and Seed Removal by Birds. *Oikos*, v. 46, n. 3, p. 303, 1986.

PIPER, J. K. Seasonality of Fruit Characters and Seed Removal by Birds. **Oikos**, v. 46, n. 3, p. 303, 1986.

PULLAINEN, E.; HELLE, P.; TUNKKARI, P. Adaptive radiation of the digestive system, heart and wings of *Turdus pilaris*, *Bombycilla garrulus*, *Sturnus vulgaris*, *Pyrrhula pyrrhula*, *Pinicola enucleator* and *Loxia pytyopsittacus*. **Ornis Fennica**, v. 58, n. 1, p. 21–28, 1981.

RODRIGUES, R. C. et al. ATLANTIC BIRD TRAITS: a data set of bird morphological traits from the Atlantic forests of South America. **Ecology**, v. 100, n. 6, 2019.

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.

VAN DER PIJL, L. **Principles of Dispersal in Higher Plants**. [s.l: s.n.]. v. 72

WAHAJ, S. A. et al. Wahaj et al. 1998.pdf. **Ecology**, v. 79, n. 7, p. 2309–2319, 1998.

WESTCOTT, D. A. et al. Incorporating patterns of disperser behaviour into models of seed dispersal and its effects on estimated dispersal curves. **Oecologia**, v. 146, n. 1, p. 57–67, 2005.

WILMAN, H. et al. EltonTraits 1.0: Species-level foraging attributes of the world's birds and mammals. **Ecology**, v. 95, n. October 2013, p. 2027, 2014.

WORTHINGTON, A. H. Adaptations for avian frugivory: assimilation efficiency and gut transit time of *Manacus vitellinus* and *Pipra mentalis*. **Oecologia**, v. 80, n. 3, p. 381–389, 1989.

## APÊNDICE

## Apêndice I - (Banco de Dados)

Tabela 3. Banco de dados criado para a análise dos dados coletados.

Espécie de ave	Espécie de fruto	Tempo de passagem (min)	Peso da ave (g)	Grau de frugivoria (%)	Massa da semente (mg)	Referência
<b><i>Euphonia violacea</i></b>	<i>Anthurium scandens</i>	19,1	15,05	100	5,9	Ana Crestani, unpublished.; Rodrigues et al. 2019; Wilman et al. 2014; Intervalles_morfo; Erica & Wesley unpublished;
<b><i>Pipra mentalis</i></b>	<i>Ardisia nigropuncta</i>	13	15	80	40	Levey, 1987; Wilman et al. 2014; Amsberry & Steffen 2008
<b><i>Manacus candei</i></b>	<i>Ardisia nigropuncta</i>	25	19,82	80	40	Levey, 1987; Wilman et al. 2014; Amsberry & Steffen 2008
<b><i>Pycnonotus xanthopygos</i></b>	<i>Asparagus aphyllus</i>	20	37,64	60	39	Barnea 1991; Wilman et al. 2014; Piper 1986
<b><i>Hypsipetes amaurotis</i></b>	<i>Aucuba japonica</i>	6	70,89	70	0,69	Fukui unpublished; Fukui 2003; Wilman, 2014
<b><i>Hypsipetes amaurotis</i></b>	<i>Callicarpa mollis</i>	26,3	70,89	70	0,0031	Fukui, 2003; Wilman et al, 2014
<b><i>Hypsipetes amaurotis</i></b>	<i>Celastrus orbiculatus</i>	14,5	70,89	70	0,023	Fukui 2003, Wilman et al. 2014;
<b><i>Hypsipetes amaurotis</i></b>	<i>Cinnamomum camphora</i>	6,5	70,89	70	0,12	Fukui, 2003, Wilman et al. 2014
<b><i>Hypsipetes amaurotis</i></b>	<i>Cornus florida</i>	6,8	70,89	70	0,091	Fukui 2003; Stile and White, 1986; White, S. C 1974; Fukui 2003; Stile & White 1986,
<b><i>Hypsipetes amaurotis</i></b>	<i>Daphniphyllum macropodum</i>	9,5	70,89	70	0,23	Fukui, 2003, Wilman et al. 2014
<b><i>Hypsipetes amaurotis</i></b>	<i>Eleagnus umbellata</i>	7	70,89	70	0,1	Fukui, 2003, Wilman et al. 2014, Crome, 1975
<b><i>Turdus albicollis</i></b>	<i>Erythroxyllum ambiguum</i>	12,44	60,39	40	32,5	Paulo H. Camargo, unpublished; Wilman et al. 2014, Rodrigues et al. 2019 Erica & Wesley unpublished.
<b><i>Turdus leucomelas</i></b>	<i>Erythroxyllum ambiguum</i>	14,3285	66,25	30	32,5	Paulo H. Camargo, unpublished; Wilman et al. 2014; Rodrigues et al. 2019; Erica & Wesley unpublished.
<b><i>Hypsipetes amaurotis</i></b>	<i>Ilex crenata</i>	2,5	70,89	70	0,058	Fukui, 2003; Wilman et al, 2014

<b>Hypsypetes amaurotis</b>	<i>Ilex serrata</i>	9,5	70,89	70	0,008	Fukui 2003; Wilman et al. 2014
<b>Turdus leucomelas</b>	<i>Myrsine coriacea</i>	45	66,25	30	12,3	M. A. Pizo, unpubl.; Wilman et al. 2014; Rodrigues et al 2019; Alves 2008; Correia 1997; Erica&Wesley unplic; Kindel 1996; C. Cestari_unpublished.
<b>Turdus rufiventris</b>	<i>Myrsine coriacea</i>	22,9	70,93	50	12,3	M. A. Pizo, unpublished; Wilman et al. 2014; Rodrigues et al. 2019; Alves 2008; Correia 1997; Erica&Wesley unupl; Kindel 1996; C. Cestari_unpublished
<b>Turdus amaurochalinus</b>	<i>Myrsine umbelata</i>	42	58,78	60	22,8	M. A. Pizo, unpublished; Wilman et al. 2014; Rodrigues et al. 2019; Alves 2008; Argel-de-Oliveira 1999; ATLANTIC; Cazetta 2007; Erica&Wesley unpublished; Intervalles_morfo.
<b>Pycnonotus xanthopygos</b>	<i>Myrtus communis</i>	27,3	37,64	60	5	Barnea 1991; Wilman et al. 2014; Viljoen, S. 1983
<b>Hypsipetes amaurotis</b>	<i>Nandina domestica</i>	15,3	70,89	70	0,1	Fukui, 2003; McPherson, J.M 1987
<b>Hypsipetes amaurotis</b>	<i>Paederia scandens</i>	16	70,89	70	0,029	Fukui, 2003; Wilman et al, 2014
<b>Hypsipetes amaurotis</b>	<i>Phytolacca americana</i>	5,2	70,89	70	4,25	Fukui, 2003; Dinertein, E 1986; Kindel 1996; Stile & White, 1986
<b>Hypsipetes amaurotis</b>	<i>Pyracantha angustifolia</i>	2,5	70,89	70	0,025	Fukui, 2003; Willians et al. 2000; Wilman et al. 2014
<b>Pycnonotus xanthopygos</b>	<i>Rhamnus alaternus</i>	17,1	37,64	60	12	Barnea 1991; Wilman et al. 2014; Herrera, 1987
<b>Chlorophonia cyanea</b>	<i>Rhipsalis teres</i>	8	14,075	90	0,0955	M. A. Pizo, unpublished; Rodrigues et al. 2019; Wilman et al. 2014; Lone et al. 2016
<b>Euphonia clorotica</b>	<i>Rhipsalis teres</i>	15	11,02	100	0,0955	M. A. Pizo, unpublished; Rodrigues et al. 2019; Wilman et al. 2014; Lone et al. 2016
<b>Euphonia cyanocephala</b>	<i>Rhipsalis teres</i>	17,31	14	100	0,0955	M. A. Pizo, unpublished; Wilman et al. 2014; Lone et al. 2016
<b>Euphonia</b>	<i>Rhipsalis teres</i>	11,8	15,035	70	0,0955	M. A. Pizo,

<b><i>pectoralis</i></b>						unpublished; Rodrigues et al. 2019; Wilman et al. 2014; Lone et al. 2016
<b><i>Turdus merula</i></b>	<i>Rosa canina</i>	29,2	102,73	20	10,49	Sorensen 1984; Wilman et al. 2014; Herrera, 1987; Thompson et al., 2001
<b><i>Turdus merula</i></b>	<i>Rubus fruticosus</i>	39,1	102,73	20	2,4	Sorensen 1984; Wilman et al. 2014; Grime et al. 1981
<b><i>Turdus merula</i></b>	<i>Sambucus nigra</i>	25,5	102,73	20	1	Sorensen 1984; Wilman et al. 2014; Grime et al. 1981; Herrera, 1987
<b><i>Stephanophorus diadematus</i></b>	<i>Schinus terebintifolius</i>	27,5	35,07	50	15,9	Gasparin & Pizo 2012; M. A. Pizo, unpubl.; Rodrigues et al. 2019; Wilman et al. 2014; Argel-de- Oliveira 1999; Cazetta 2007; Erica&Wesley unpubl.; Krugel & Behr 1998
<b><i>Turdus amaurochalinus</i></b>	<i>Schinus terebintifolius</i>	16,5	58,78	60	15,9	Gasparin & Pizo 2012; Rodrigues et al. 2019; Wilman et al. 2014; Schinus; Argel- de-Oliveira 1999; Cazetta 2007; Erica&Wesley unpubl.; Krugel & Behr 1998
<b><i>Saltator similis</i></b>	<i>Schinus terebintifolius</i>	32,5	45,055	30	15,9	Gasparin & Pizo 2012; Rodrigues et al. 2019; Wilman et al., 2014; Schinus; Argel- de-Oliveira 1999; Cazetta 2007; Erica&Wesley unpubl.; Krugel & Behr 1998
<b><i>Pycnonotus xanthopygos</i></b>	<i>Tamus communis</i>	8,7	37,64	60	19	Barnea 1991; Wilman et al. 2014; Herrera, 1987
<b><i>Hypsypetes amaurotis</i></b>	<i>Viburnum dilatatum</i>	11,6	70,89	70	0,025	Fukui 2003; Wilman et al. 2014
<b><i>Pycnonotus xanthopygos</i></b>	<i>Viscum cruciatum</i>	20,8	37,64	60	11	Barnea 1991; Wilman et al. 2014; Herrera, 1987
<b><i>Erithacus rubecula</i></b>	<i>Viscum cruciatum</i>	73,3	17,7	20	11	Barnea 1991; Wilman et al. 2014; Herrera, C. M. 1987

## Apêndice II – (Referência Banco de Dados)

ALVES, K. J. F. Composição da avifauna e frugivoria por ave em um mosaico sucessional na Mata Atlântica. 2008. 107 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2008.

BARNEA, A.; YOM-TOV, Y.; FRIEDMAN, J. Does Ingestion by Birds Affect Seed Germination? **Functional Ecology**, v. 5, n. 3, p. 394, 1991.

COATES-ESTRADA, R.; ESTRADA, A. Frugivory and Seed Dispersal in *Cymbopetalum baillonii* ( Annonaceae ) at Los Tuxtlas , Mexico Author ( s ): Rosamond Coates-Estrada and Alejandro Estrada Published by: Cambridge University Press Stable URL: <https://www.jstor.org/stable/2559655> JSTOR is. **Journal of Tropical Ecology**, v. 4, n. 2file:///C:/Users/laura/Downloads/janzen1970.pdf, p. 157–172, 1988.

FUKUI, A. Relationship between seed retention time in bird's gut and fruit characteristics. **Ornithological Science**, v. 2, n. 1, p. 41–48, 2003.

GASPERIN, G.; PIZO, M. A. Passage time of seeds through the guts of frugivorous birds, a first assessment in Brazil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 20, n. 1, p. 48–51, 2012.

HERRERA, C. Vertebrate-Dispersed Plants of the Iberian Peninsula : A Study of Fruit Characteristics Author ( s ): Carlos M . Herrera Published by: Ecological Society of America Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/2937089> . VERTEBRATE-DISPERSED PLANTS OF THE IBE. **Ecological Monographs**, v. 57, n. 4, p. 305–331, 1987.

HERRERA, C. M. Seasonal Variation in the Quality of Fruits and Diffuse Coevolution Between Plants and Avian Dispersers Author ( s ): Carlos M . Herrera Published by:

Ecological Society of America Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/1936798>

SEASONAL VARIATION IN TH. **Ecology**, v. 63, n. 3, p. 773–785, 1982.

HERRERA, C. M. A Study of Avian Frugivores, Bird-Dispersed Plants, and Their Interaction in Mediterranean Scrublands. **Ecological Monographs**, v. 54, n. 1, p. 1–23, 1984.

HERRERA, C. M. Plant-vertebrate seed dispersal systems in the Mediterranean: Ecological, evolutionary, and historical determinants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 26, n. 1, p. 705–727, 1995.

HOWE, H. F.; PRIMACK, R. B. Differential Seed Dispersal by Birds of the Tree *Casearia nitida* (Flacourtiaceae). **Biotropica**, v. 7, n. 4, p. 278, 1975.

JANZEN, D. H. American Naturalist the. **The American Naturalist**, v. 104, n. 940, p. 501–528, 1970.

JANZEN, D. H. et al. Two Costa Rican Bat-Generated Seed Shadows of *Andira inermis* (Leguminosae). **Ecology**, v. 57, n. 5, p. 1068–1075, 1976.

JORDANO, P. Frugivory, external morphology and digestive system in mediterranean sylviid warblers *Sylvia* spp. **Ibis**, v. 129, n. April 1983, p. 175–189, 1987.

JORDANO, P. Jordano, P. 2000. Fruits and frugivory. In: Fenner, M. (ed.). *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*, 2nd edition. CABI Publ., Wallingford, UK. Pages 125-166. In: **Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities**. 2nd. ed. Wallingford, UK: [s.n.]. p. 125–166.

LEVEY, D. J. Methods of seed processing by birds and seed deposition patterns. p. 147–158, 1986.

LEVEY, D. J. Seed Size and Fruit-Handling Techniques of Avian Frugivores. **The American Naturalist**, v. 129, n. 4, p. 471–485, 1987.

MARTÍNEZ DEL RIO, C.; RESTREPO, C. Ecological and behavioral consequences of digestion in frugivorous animals. **Vegetatio**, v. 107–108, n. 1, p. 205–216, 1993.

MOERMOND, T. C.; DENSLOW, J. S. Neotropical Avian Frugivores : Patterns of Behavior , Morphology , and Nutrition , with Consequences for Fruit Selection Author ( s ): Timothy C . Moermond and Julie Sloan Denslow Published by : American Ornithologists ' Union Stable URL : <http://www.jsto>. **Neotropical Ornithology**, n. 36, p. 865–897, 1985.

MURRAY, K. G. et al. Fruit Laxatives and Seed Passage Rates in Frugivores : Consequences for Plant Reproductive Success Wendy Sherwood and Mark L . Kuhlmann Published by : Ecological Society of America Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/1939422> . FRUIT LAXATIVES AND SEE. v. 75, n. 4, p. 989–994, 1994.

OBESO, J. R.; MARTÍNEZ, I.; GARCÍA, D. Seed size is heterogeneously distributed among destination habitats in animal dispersed plants. **Basic and Applied Ecology**, v. 12, n. 2, p. 134–140, 2011.

PIPER, J. K. Seasonality of Fruit Characters and Seed Removal by Birds. **Oikos**, v. 46, n. 3, p. 303, 1986.

PULLAINEN, E.; HELLE, P.; TUNKKARI, P. Adaptive radiation of the digestive system, heart and wings of *Turdus pilaris*, *Bombycilla garrulus*, *Sturnus vulgaris*, *Pyrrhula pyrrhula*, *Pinicola enucleator* and *Loxia pytyopsittacus*. **Ornis Fennica**, v. 58, n. 1, p. 21–28, 1981.

RODRIGUES, R. C. et al. ATLANTIC BIRD TRAITS: a data set of bird morphological traits from the Atlantic forests of South America. **Ecology**, v. 100, n. 6, 2019.

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.

VAN DER PIJL, L. **Principles of Dispersal in Higher Plants**. [s.l: s.n.]. v. 72

WAHAJ, S. A. et al. Wahaj et al. 1998.pdf. **Ecology**, v. 79, n. 7, p. 2309–2319, 1998.

WESTCOTT, D. A. et al. Incorporating patterns of disperser behaviour into models of seed dispersal and its effects on estimated dispersal curves. **Oecologia**, v. 146, n. 1, p. 57–67, 2005.

WILMAN, H. et al. EltonTraits 1.0: Species-level foraging attributes of the world's birds and mammals. **Ecology**, v. 95, n. October 2013, p. 2027, 2014.

WORTHINGTON, A. H. Adaptations for avian frugivory: assimilation efficiency and gut transit time of *Manacus vitellinus* and *Pipra mentalis*. **Oecologia**, v. 80, n. 3, p. 381–389, 1989.

*Marco A. Pizo*

Orientador

*Ana Gústina*

Coorientador

*Gabriela Antoni*

Aluno