UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE BIOLOGIA

CRISTIANE TIBÉRIO CHECON

FRUGIVORIA EM *PATAGIOENAS PICAZURO* (AVES, COLUMBIDAE) E SEU PAPEL NA DISPERSÃO DE SEMENTES.

CAMPINAS
2020

CRISTIANE TIBÉRIO CHECON

FRUGIVORIA EM *PATAGIOENAS PICAZURO* (AVES, COLUMBIDAE) E SEU PAPEL NA DISPERSÃO DE SEMENTES.

Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do Título de Mestra em Ecologia

Orientador: Prof.Dr.Wesley Rodrigues Silva

ESTE ARQUIVO DIGITAL CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA POR CRISTIANE TIBÉRIO CHECON E ORIENTADO PELO PROF. DR. WESLEY RODRIGUES SILVA

CAMPINAS
2020

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Biologia
Mara Janaina de Oliveira - CRB 8/6972

C412f

Checon, Cristiane Tibério, 1991-
Frugivoria em *Patagioenas picazuro* (Aves, Columbidae) e seu papel na dispersão de sementes / Cristiane Tibério Checon. – Campinas, SP : [s.n.], 2020.

Orientador: Wesley Rodrigues Silva.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

1. Sementes - Dispersão. 2. Columbiformes. 3. Animais frugívoros - América Latina. I. Silva, Wesley Rodrigues, 1955-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Frugivory in *Patagioenas picazuro* (Aves, Columbiforme) and its role in seed dispersal
Palavras-chave em inglês:
Seeds - dispersal
Columbiformes
Frugivores - Latin America
Área de concentração: Ecologia
Titulação: Mestra em Ecologia
Banca examinadora:
Wesley Rodrigues Silva [Orientador]
Thiago Vernaschi Vieira da Costa
Eleonore Zuinara Freire Setz
Data de defesa: 03-12-2020
Programa de Pós-Graduação: Ecologia

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)
- ORCID do autor: https://orcid.org/0000-0001-6650-5966
- Currículo Lattes do autor: http://lattes.cnpq.br/1125222808289554

Campinas, 03 de Dezembro de 2020

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Wesley Rodrigues Silva

Prof. Dra. Eleonore Zuinara Freire Setz

Dr. Thiago Vernaschi Vieira da Costa

Os membros da Comissão Examinadora acima assinaram a Ata de Defesa, que se encontra no processo de vida acadêmica do aluno.

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa de Pós Graduação em Ecologia do Instituto de Biologia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente ao Prof. Dr. Wesley Rodrigues Silva pelo apoio, orientação e discussões que tanto enriqueceram esta pesquisa. Aos professores Dr. Augusto João Piratelli e Dr. Marco Aurélio Pizo que, como membros do meu comitê de acompanhamento, contribuíram com importantes sugestões. Aos professores Dra. Eleonore Zulnara Freire Setz e Dr. Thiago Vernaschi Vieira da Costa pela leitura cuidadosa e críticas durante a análise prévia e pela participação como membros da banca de defesa. À professora Dra. Érica Hasui, pela participação no processo de análise prévia.

Também agradeço à Universidade Estadual de Campinas, ao Instituto de Biologia e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia por toda a infraestrutura que possibilitou o desenvolvimento deste trabalho, assim como a CAPES, por financiar e possibilitar a realização desse trabalho.

Sou grata também à Centrofauna – Instituto Floravida (Botucatu – SP), em especial à Vívian Scalon Peres, e ao Depave 3 – Cemacas (São Paulo – SP), em especial à Patricia Adalgisa, por possibilitarem a realização deste estudo ex-situ.

Agradeço ainda à Mariana Franciscão pela sua ajuda na tese na parte de campo, a Eduardo Rigacci pela valiosa ajuda com as análises estatísticas, a José Otávio Venâncio pela ajuda no processamento das sementes e a Gabriela Sales que gentilmente cedeu os dados sobre larguras de bico de espécimes de aves frugívoras depositados no Museu de Zoologia da Unicamp.

Sou eternamente grata aos meus colegas de laboratório – José Venâncio, Eduardo Rigacci, Natália Paes, Nathalia Sigolo, Maria Elisa Morandi, Jasmim de Oliveira, Ida Fernandes, Ana Clara Rosa, Cristiane Zaniratto, Diego Casallas e Mariana Franciscão – pelas inúmeras ajudas, discussões, risadas, breaks de café e pela convivência agradável.

Por fim, sou grata a toda minha família, em especial a Paula Fátima Tibério Checon, Wagner Checon, Juliana Tibério Checon, Isabella Checon e Rodrigo Souza, ao

meu namorado Bruno Grandi Sgambato, e aos meus maravilhosos amigos que são minha segunda família, Bruna Petrocelli, Sérgio Oliveira, Ana Luiza Braga, Jefferson Correia, Pedro Rossi, Jhoao Flores, Martin Lartigue, Flávia de Sá, Renan Bertolotto, Miguel Franco, Giovana Sanches, Bruno Malveira e Bruno Jojo Correia (Nenê) por todo apoio, carinho e compreensão.

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

RESUMO GERAL

Definimos frugivoria como uma interação entre planta e animal, na qual o animal consome os frutos da planta. Dentre as aves, as três maiores ordens frugívoras são Passeriformes, Columbiformes e Psittaciformes. A ordem Columbiformes possui uma única família, Columbidae, e esta contém 369 espécies espalhadas por praticamente todo o globo, e destas 315 espécies possuem frutos em sua dieta. Embora estudos de frugivoria em pombos sejam mais comuns nas regiões Indo-Malaia e Australásia, nos Neotrópicos pouco se sabe sobre a dieta dos Columbidae e como estas afetam a dispersão de sementes. Esses estudos se mostram cada vez mais necessários quando levamos em consideração a fragmentação de habitats, que afeta principalmente aves frugívoras de grande porte. Nossos objetivos foram discutir os fatores que determinam o centro de diversidade das pombas frugívoras, as principais características morfo-funcionais das pombas frugívoras, o grau de ameaça das espécies frugívoras e granívoras e avaliar a frugivoria nas espécies neotropicais, com ênfase em *Patagioenas picazuro* como possível dispersora de sementes em áreas de fragmentação ambiental. Dados sobre alimentação, estado de conservação e área de ocorrência das espécies de Columbidae foram coletados realizando extensa revisão na bibliografia. Para *P. picazuro*, experimentos de germinação em laboratório foram realizados com sementes provenientes de fezes coletadas em cativeiro e campo, com a finalidade de analisar o sucesso germinativo. Pombos frugívoros são mais comuns nas regiões Indo-Malaia e Australásia, muito provavelmente por conta da história evolutiva da família e por conta da ausência de primatas competidores. Pombas frugívoras possuem colorações muito vivas justamente por consumirem muitos frutos, conseguindo assim uma quantidade suficiente de carotenóides. Essa coloroção é usada para reconhecimento intraespecífico principalmente quando diversas espécies possuem áreas de vida comum. Além disso, pombas frugívoras se encontram em uma situação de conservação pior que pombas granívoras, muito provavelmente pelo fato de a grande parte das espécies serem insulares, estando assim mais suscetíveis a perturbações. Nos Neotrópicos, 67,6% das espécies de Columbidae incluem frutos como um item alimentar em sua dieta e interagem com 39 famílias de plantas, sendo *Patagioenas picazuro*, *P. caynensis* e *P. plumbea* as que mais possuem interações. Considerando os hábitos dessas espécies, é possível

verificar que *P. picazuro* é o primeiro columbídeo frugívoro estreitamente associado a ambientes urbanizados, podendo ser considerado um frugívoro eventual, capaz de dispersar legitimamente sementes de frutos carnosos nativos e exóticos com até 12,5mm de diâmetro, sendo que as porcentagens de sementes destruídas e as taxas de germinação variam dependendo da espécie vegetal. Essas características lhe conferem uma função ecológica secundária importante na comunidade de aves frugívoras generalistas em ambientes semi-abertos antropizados do sudeste e sul do Brasil.

Palavras-chaves: Columbiformes, dispersão de sementes, região neotropical, pomba-asa-branca, frugivoria, defaunação.

ABSTRACT

Frugivory is defined as an interaction between plant and animal, where the animal consumes the plant's fruit. The three most frugivorous bird's orders are Passeriformes, Columbiformes e Psittaciformes. Columbiformes has only one family – Columbidae – that contains 369 species, of which 315 have fruit on their diet and are spread practically throughout the globe. Even though frugivory studies are more or less common in the Indo-Malaian and Australasian region, they are very scarce in the Neotropics. These studies are gaining importance when considering habitat fragmentation, a process that mainly affects large avian frugivores. Our objectives were to discuss the factors that determine the diversity center for frugivorous pigeons, the main morphological and functional characteristics of frugivorous pigeons, the conservation status of the frugivorous and granivorous pigeons and assess frugivory among the Neotropical pigeons, with emphasis in *Patagioenas picazuro* as a potential seed disperser in fragmented areas. Data on Columbidae species diet, state of conservation and area of occurrence were collected by an extensive literature review. For *P. picazuro*, laboratory germination experiments with seeds collected in capitivity and in the field were done to analyze germination success. Frugivorous pigeons are more common in the Indo-Malaian and Australasian regions, most likely because of the family evolution history and because of a lack of primate competition. The vivid colors of frugivorous pigeons are generally attributed to the carotenoids obtained along with their high fruit ingestion. The color pattern is important for intraspecific recognition, especially when several pigeon species live sintopically. Frugivorous pigeons are found to be at worst conservation situation than granivorous pigeons, most likely because a high number of them live in islands, being more susceptible to disturbances. The Neotropics have 67.6% of Columbidae species that include fruit in their diets, which interact with 39 plant species. *Patagioenas picazuro*, *P. caynensis* and *P. plumbea* are the three species with most interactions. Considering their habits, it is possible to verify that *P. picazuro* is the first frugivorous pigeon species closely associated to urban environments. It can be considered a potential frugivore, capable of dispersing seeds of fleshy fruits with up to 12.5mm in diameter. The percentage of destroyed seeds and germination rate vary between plant species. This set of characteristics give *P.*

picazuro an important function in the generalized avian community of anthropized semi-open environments in southeastern and southern Brazil.

Palavras-chaves: Columbiformes, seed dispersal, Neotropical region, Picazuro Pigeon, frugivory, defaunation.

SUMÁRIO

Capítulo Geral **12**
Introdução 12
Referências 15
Capítulo 1: Uma revisão sobre a frugivoria em Columbidaee sua situação nos Neotrópicos **19**
Resumo 19
Introdução 20
Material e Métodos 21
Resultados 22
Discussão 29
Conclusão 36
Referências 38
Capítulo 2: *Patagioenas picazuro* (Aves, Columbidae) e seu papel na dispersão de sementes. **47**
Resumo 47
Introdução 48
Material e Métodos 49
Resultados 55
Discussão 62
Conclusão 66
Referências 67
Anexos 77
Considerações Finais **81**
Referências 82
Anexo I: Declaração de bioética e biosseguraça **83**
Anexo II : Declaração de direitos autorais **84**

CAPÍTULO GERAL

1.Introdução Geral

A frugivoria, definida como uma interação entre planta e animal, na qual o animal consome os frutos da planta, é uma função ecossistêmica de grande importância para a manutenção e funcionamento dos ecossistemas, pois viabiliza a dispersão de sementes (Machado et al., 2006). Os benefícios para as plantas de tal interação mutualística são muitos, como diminuição da predação pós-dispersão das sementes (Galetti *et al*., 2006), colonização de novas áreas favoráveis ao desenvolvimento, fuga de agentes que causam mortalidade incremento direto do *fitness* da espécie dispersada (Wang & Smith, 2002) e aumento de fluxo gênico (Carvalho *et al*., 2016; Godoy & Jordano, 2001). Os três maiores grupos de frugívoros são aves, morcegos e primatas (Jordano 2017) e, dentre as aves, as três maiores ordens frugívoras são Passeriformes, Columbiformes e Psittaciformes (Kissiling *et al.* 2009).

A ordem Columbiformes possui uma única família, Columbidae, e esta contém 369 espécies (IUCN, 2019) espalhadas por praticamente todo o globo, habitando desde áreas de floresta até áreas abertas como savanas, desertos e penhascos, podendo ser aborícolas, terrestres ou ambos, variando de totalmente associais para totalmente sociais gregários e marcadamente sociais (Batista *et al*., 1997; Gibbs *et al*., 2001). Normalmente divididos entre granívoros e frugívoros, podem complementar a dieta com folhas, flores, botões florais e até insetos, como larvas e pequenas lesmas, principalmente em épocas de escassez de alimentos e reprodutiva (Batista *et al*., 1997; Gibbs *et al*., 2001). Das 369 espécies, 315 possuem frutos na composição de sua dieta, deixando a ordem com 85,6% de espécies frugívoras (Wenny *et al.,* 2016; Batista *et al*., 2019; Gibbs *et al.,* 2001; Bello *et al*., 2017).

Entretanto, atualmente, esse serviço ecossistêmico pode estar em risco por conta da destruição e degradação de ambientes naturais, que resulta na fragmentação florestal (Crooks *et al*., 2001; Haddad *et al*., 2015). Esse processo tem provocado perda de biomassa, riqueza e diversidade de fauna, especialmente entre aves e mamíferos de

médio e grande porte (Redford,1992; Galetti *et al.*,1997; Fa & Peres, 2001; Wright *et al.*, 2007; Dirzo, *et al.* 2014; Young *et al.*, 2016), e resulta em implicações genéticas e ecológicas, que podem levar à extinção populações inteiras de plantas, por meio da perda de vetores de propágulo e de polinizadores, além da depressão endogâmica (Tewksbury *et al.*, 2002). Em comunidades neotropicais essa situação é ainda mais crítica, onde estima-se que 75% das plantas são zoocóricas (Galindo-González *et al.*, 2000). Assim, a extinção de espécies causada pela fragmentação florestal reduz a diversidade de interações (Tylianakis *et al.*, 2010) e pode levar à perda de outras espécies e suas interações bióticas (Galetti *et al.*, 2013).

Populações de aves frugívoras de médio e grande porte, por requererem extensas áreas de floresta, são suscetíveis à extinção local em fragmentos florestais pequenos (Sodhi *et al.*, 2004). Essas aves dispersam várias espécies de plantas por quilômetros e comem sementes grandes, que aves menores, as quais normalmente são mais resilientes a perturbações de larga escala, não conseguem engolir e dispersar com sucesso (Holbrook & Loiselle, 2009). A extinção de grandes frugívoros, seja por extinção local ou funcional, pode afetar a dispersão de sementes, interromper recrutamento, reduzir a variabilidade genética de plantas com frutos carnosos e sementes grandes (Guimarães Jr *et al.*, 2008) e conduzir à redução evolutiva rápida no tamanho das sementes, afetando a sobrevivência de sementes (Galetti *et al.*, 2013).

Considerando o atual cenário de fragmentação e defaunação, são de extrema importância estudos sobre as aves frugívoras remanescentes – as quais geralmente são mais generalistas – para um melhor entendimento da ecologia de dispersão de sementes (Wenny *et al.*, 2016). Nos Neotrópicos, as espécies de Columbidae são normalmente conhecidas pela sua dieta mais granívora (Gibbs *et al.*, 2001), mas pouco se sabe sobre o papel dessas espécies na frugivoria e dispersão de sementes. Sendo assim, é de grande interesse estudos sobre a frugivoria nos pombos do Neotrópico, em especial estudos sobre *Patagioenas picazuro*, espécie de médio porte que não só expandiu seu território com o desmatamento e tornou-se um habitante frequente de áreas urbanas (Willis & Oniki, 1987; Alvarenga, 1990; Sick, 1997), como também começou a incluir frutos

mais regurlamente em sua dieta (Athiê & Dias, 2012; Pascotto *et al*., 2012; Zaiden *et al*., 2015).

2. Referências

Alvarenga, H. M. F. (1990). Novos registros e expansões geográficas de aves no leste do estado de São Paulo. *Ararajuba, 1*: 113-114.

Athiê, S., & Dias, M. M. (2012). Frugivoria por aves em um mosaico de Floresta Estacional Semidecidual e reflorestamento misto em Rio Claro, São Paulo, Brasil. Acta Botanica Brasílica, 26(1), 84-93.

Baptista, L. F., Trail, P. W. & Horblit, H. M. (1997). Family Columbidae (pigeons and doves). Pages 60–243 in Handbook of the Birds of the World, Vol. 4. Sandgrouse to Cuckoos. J. del Hoyo, A. Elliott, and J. Sargatal, eds. Lynx Editions, Barcelona.

Bello, C., Galetti, M., Montan, D., Pizo, M. A., Mariguela, T. C., Culot, L.,Bufalo, F., Labecca, F., Pedrosa, F., Constantini, R.,Emer, C, Silva, W. R., da Silva, F. R., Ovaskainen, O. & Jordano, J. (2017). Data Papers. Ecology, 98(6), 1729.

Carvalho, C. S., Galetti, M., Colevatti, R. G., & Jordano, P. (2016). Defaunation leads to microevolutionary changes in a tropical palm. *Scientific reports*, *6*.

Crooks, K. R., Suarez, A. V., Bolger, D. T., & Soulé, M. E. (2001). Extinction and colonization of birds on habitat islands. *Conservation Biology*, *15*(1), 159-172.

Dirzo, R., Young, H. S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N. J., & Collen, B. (2014). Defaunation in the Anthropocene. *Science*, *345*(6195), 401-406

Fa, J. E., & Peres, C. A. (2001). Game vertebrate extraction in African and Neotropical forests: an intercontinental comparison.Conservation Biology Series, Cambrigde, 203-241.

Galetti, M., Donatti, C. I., Pires, A. S., Guimarães, P. R., & Jordano, P. (2006). Seed survival and dispersal of an endemic Atlantic forest palm: the combined effects of defaunation and forest fragmentation. Botanical Journal of the Linnean Society, 151(1), 141-149.

Galetti, M., Guevara, R., Côrtes, M. C., Fadini, R., Von Matter, S., Leite, A. B., Labecca, F., Ribeiro, T., Carvalho, C. S., Collevatti, R. G., Pires, M. M., Guimarães Jr., P. R., Brancalion, P. H., Ribeiro, M. C., Jordano, P. (2013). Functional extinction of birds drives rapid evolutionary changes in seed size. Science, 340(6136), 1086-1090.

Galetti, M., Martuscelli, P., Olmos, F., & Aleixo, A. (1997). Ecology and conservation of the jacutinga (*Pipile jacutinga*) in the Atlantic forest of Brazil. Biological Conservation, 82(1), 31-39.

Galindo-González, J., Guevara, S., & Sosa, V. J. (2000). Bat-and bird-generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conservation biology*, *14*(6), 1693-1703.

Gibbs, D., Barnes, E., & Cox, J. 2001. Pigeons and doves: a guide to the pigeons and doves of the world (Vol. 13). A&C Black.

Godoy, J. A., & Jordano, P. (2001). Seed dispersal by animals: exact identification of source trees with endocarp DNA microsatellites. Molecular Ecology, 10(9), 2275-2283.

Guimarães Jr, P. R., Galetti, M., & Jordano, P. (2008). Seed dispersal anachronisms: rethinking the fruits extinct megafauna ate. PloS one, 3(3), e1745.

Haddad, N. M., Brudvig, L. A., Clobert, J., Davies, K. F., Gonzalez, A., Holt, R. D., Lovejoy, T. E., Sexton, J. O., Austin, M. P., Collins, C. D., Cook, W. M., Damschen, E. I., Ewers, R. M., Foster, B. L., Jenkins, C. N., King, A. J., Laurance, W. F., Levey, D. J., Margules, C. R., Melbourne, B. A.,Nicholls, A. O., Orrock, J. L., Song, D. & Townshend, J. R.(2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science advances*, *1*(2), e1500052.

Holbrook, K. M., & Loiselle, B. A. (2009). Dispersal in a Neotropical tree, *Virola flexuosa* (Myristicaceae): does hunting of large vertebrates limit seed removal? Ecology, 90(6), 1449-1455.

IUCN 2019. *The IUCN Red List of Threatened Species.Version 2019-2*. http://www.iucnredlist.org. Downloaded on 18 July 2019.

Jordano, P. (2017). Fruits and frugivory. Seeds: The ecology of regeneration in Plant Communities 125–165. Doi: 10.1079/9780851994321.0125

Kissling, D., Böhning–Gaese, K. W. &Jetz, W. (2009). The global distribution of frugivory in birds. *Global Ecology and Biogeography*, *18*(2), 150-162.

Machado, E. L. M., Gonzaga, A. P. D., Macedo, R. L. G., Venturin, N., & Gomes, J. E. (2006). Importância da avifauna em programas de recuperação de áreas degradadas. Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal, 4(7), 3-9.

Pascotto, M. C., Caten, H. T., & d Oliveira, J. P. F. (2012). Birds as potential seed dispersers of *Curatella americana* L.(Dilleniaceae) in the Brazilian Cerrado. Ornitologia Neotropical. 23, 585-595.

Redford, K. H. (1992). The empty forest. BioScience, 42(6), 412-422.

Seddon, P. J., Griffiths, C. J., Soorae, P. S., & Armstrong, D. P. (2014). Reversing defaunation: restoring species in a changing world. Science, 345(6195), 406-412.

Sick, H. (1997). Ornitologia brasileira. Rio de Janeiro, Nova Fronteira.

Sodhi, N. S., Liow, L. H., &Bazzaz, F. A. (2004). Avian extinctions from tropical and subtropical forests. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 323-345.

Tewksbury, J. J., Levey, D. J., Haddad, N. M., Sargent, S., Orrock, J. L., Weldon, A.,Danielson, B. J., Brinkerhoff, J., Damschen, E. I. & Townsend, P. (2002). Corridors affect plants, animals, and their interactions in fragmented landscapes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *99*(20), 12923-12926.

Tylianakis, J.M., Laliberté, E., Nielsen, A. &Bascompte, J. (2010). Conservation of species interaction networks. Biological Conservation, 143(10), 2270-2279.

Wang, B. C., & Smith, T. B. (2002). Closing the seed dispersal loop. *Trends in Ecology & Evolution*, 17(8), 379-386.

Wenny, D.G., Sekercioglu, C.H., Cordeiro, N., Rogers, H.S., Kelly, D. and Whelan, C.J. (2016). Seed dispersal by fruit-eating birds" in Why birds matter: Ecosystem services provided by birds. University of California Press. Ch.5.

Willis, E. O. & Oniki, Y. (1987). Invasion of deforested regions of São Paulo State by the Picazuro Pigeon, *Columba picazuro*Temminck, 1813. Ciência e Cultura, 39: 1.064-1.065.

Wright, S. J., Stoner, K. E., Beckman, N., Corlett, R. T., Dirzo, R., Muller-Landau, H. C,Nuñez-lturri, G., Peres, C. A.& Wang, B. C. (2007). The plight of large animals in tropical forests and the consequences for plant regeneration. Biotropica, 39(3), 289-291.

Young, H. S., McCauley, D. J., Galetti, M., & Dirzo, R. (2016). Patterns, causes, and consequences of anthropocene defaunation. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 47, 333-358.

Zaiden, T., Marques, F. C., Medeiros, H. R., & Anjos, L. D. (2015). Decadal persistence of frugivorous birds in tropical forest fragments of northern Paraná. Biota Neotropica, 15(2).

CAPÍTULO 1 - Uma revisão sobre a frugivoria em Columbidae e sua situação nos Neotrópicos

RESUMO

Definimos frugivoria como uma interação entre planta e animal, na qual o animal consome os frutos da planta. Os três maiores grupos de frugívoros são aves, morcegos e primatas e, dentre as aves, as três maiores ordens frugívoras são Passeriformes, Columbiformes e Psittaciformes. A ordem Columbiformes possui uma única família, Columbidae, e esta contém 369 espécies espalhadas por praticamente todo o globo, e destas, 315 espécies possuem frutos em sua dieta. Embora estudos de frugivoria em pombos sejam mais comuns nas regiões Indo-Malaia e Australásia, nos Neotrópicos pouco se sabe sobre a dieta dos Columbidae e como estas afetam a dispersão de sementes. Nossos objetivos foram determinar qual é o centro de diversidade das pombas frugívoras, quais são as principais características morfo-funcionais das pombas frugívoras, se o grau de ameaça é igual entre pombas frugívoras e granívoras e verificar quem são os pombos frugívoros nos neotrópicos e suas características. Dados sobre alimentação, estado de conservação e área de ocorrência das espécies de Columbidae foram coletados realizando extensa revisão na bibliografia. Pombos frugívoros são mais comuns nas regiões Indo-Malaia e Australásia, muito provavelmente por conta da história evolutiva da família e devido à ausência de primatas competidores. Pombas frugívoras possuem colorações muito vivas justamente por consumirem muitos frutos, conseguindo assim uma quantidade suficiente de carotenóides. Essa coloroção é usada para reconhecimento intraespecífico, principalmente quando diversas espécies de pombo possuem área de vida comum. Além disso, pombas frugívoras se encontram em uma situação de conservação pior que pombas granívoras, muito provavelmente pelo fato da grande parte das espécies serem insulares, estando assim mais suscetíveis a perturbações. Nos Neotrópicos, 67,6% das espécies de Columbidae possuem frutos como um item alimentar em sua dieta, e possuem relação de frugivoria com 39 famílias de plantas, sendo *Patagioenas picazuro*, *P. caynensis* e *P. plumbea* as três que mais possuem relações. Considerando os hábitos de cada uma dessas, é possível verificar que *P. picazuro* é a primeira espécie de Columbidae a praticar frugivoria em ambientes urbanizados, podendo ter grande

importância no serviço dispersão de sementes desses locais que se encontram depauperados de grandes e médios dispersores.

Palavras-chave: Columbiformes, dispersão de sementes, neotropical, *patagioneas*.

1. Introdução

Animais frugívoros usualmente podem ser divididos em três categorias (Kissiling *et al.* 2009): 1 - Frugívoro obrigatório: alimentam-se exclusivamente de frutos; 2 - Frugívoro parcial: alimentam-se de mais de dois itens alimentares, com frutos ainda sendo o principal; 3 - Frugívoro ocasional: alimentam-se de outros itens, sendo frutos apenas complementos. As aves representam um dos três maiores grupos de animais frugívoros (Jordano 2017) e dentre elas, uma das três maiores ordens frugívoras são os Columbiformes (Kissiling *et al.* 2009).

A ordem Columbiformes possui uma grande capacidade de voo, reflexo de seus músculos de voo que tendem a ser maiores que em outros grupos de aves, possibilitando sua grande área de ocorrência (Batista *et al*., 1997). O pombo típico possui bico curto, cabeça pequena, corpo compacto, pernas curtas e olhos cercados por um espaço com apenas pele (Batista *et al*., 1997). Suas penas, que possuem grande variedade de padrões de coloração, são repostas anualmente por causa de desgastes ou danos por ácaros, e a muda normalmente ocorre depois da época reprodutiva (Batista *et al*., 1997). Os filhotes, principalmente nos primeiros dias, se alimentam de leite de pombo, produzido no papo (Batista *et al*., 1997). Essa secreção é rica em proteína e evita a necessidade de suplementar a dieta dos filhotes com invertebrados (Gibbs *et al*., 2001). Após alguns dias de vida, os pais começam a introduzir frutos ou sementes na dieta dos filhotes (Batista *et al*., 1997).

Embora a família Columbidae tenha uma grande quantidade de espécies frugívoras, ainda são poucos os estudos sobre a dieta dessa família (Rodríguez, 2009). Normalmente, estudos sobre dieta de Columbiformes ocorrem nas regiões Indo-Malaia e Australásia, onde há uma maior abundância de espécies muito frugívoras (Kissiling *et al*., 2009). Entretanto, nos Neotrópicos pouco se sabe sobre a dieta dos Columbiformes e

como os pombos frugívoros ali existentes colaboram com o serviço de dispersão de sementes.

Considerando que existem diferenças marcantes entre pombas frugívoras e granívoras, e poucas informações sobre pombos frugívoros neotropicais, nessa revisão pretendemos analisar quatro perguntas: 1) Que fatores determinam maior diversidade das pombas frugívoras no Velho Mundo? 2) Quais são as principais características morfo-funcionais das pombas frugívoras? 3) Qual o status de conservação das pombas frugívoras e granívoras? 4) Quais são os pombos frugívoros nos neotrópicos e suas características?

Hipotetizamos que o hábito alimentar mude aspectos morfo-funcionais, mas que não vá influenciar o grau de ameaça das espécies. As espécies neotropicais serão espécies mais generalistas (que consomem tanto frutos quanto sementes), mas que irão possuir relações importantes com diversas plantas zoocóricas.

2. Material e Métodos

Para coletar os dados sobre a família Columbidae foi feita uma extensa revisão na bibliografia, consultando livros, artigos, o site da IUCN e a literatura cinza. Nessa revisão foram coletados dados sobre a alimentação, estado de conservação e área de ocorrência de todas as 369 espécies de Columbidae. Além disso, para *Patagioenas picazuro*, foram também utilizados dados da alimentação obtidos durante o experimento, descrito no Capítulo 2 – Tabela 1.

Para os neotrópicos, utilizou-se a literatura para conhecer quais espécies de frutos são consumidos pelas espécies de pombas. A partir dessas informações, construiu-se uma rede de interações mostrando a relação entre as espécies de pombas neotropicais e as famílias de plantas zoocóricas. Além disso, as três espécies de pombas com mais interações na rede foram comparadas entre si quanto ao diâmetro, coloração e deiscência das espécies de frutos consumidas para verificar se a frugivoria em pombas no neotrópicos segue padrões e, se segue, quais seriam esses. Os diâmetros dos frutos foram comparados utilizando ANOVA.

Todas as análises foram feitas com o auxílio do Software R na versão 3.3.0 (R Developmental Core Team 2016).

3. Resultados

3.1. Aspectos geográficos

Das 369 espécies de Columbidae, 315 possuem frutos na composição de sua dieta, sendo que a maior parte das espécies frugívoras se encontra na região Indo-Malaia e Australásia (Kissiling *et al.,* 2009), na qual possuem respectivamente 32,8% e 35,1% de todas as espécies de pombas frugívoras (Figura 1). Essas regiões possuem diversas ilhas com espécies endêmicas de pombos frugívoros (Rodríguez, 2009).

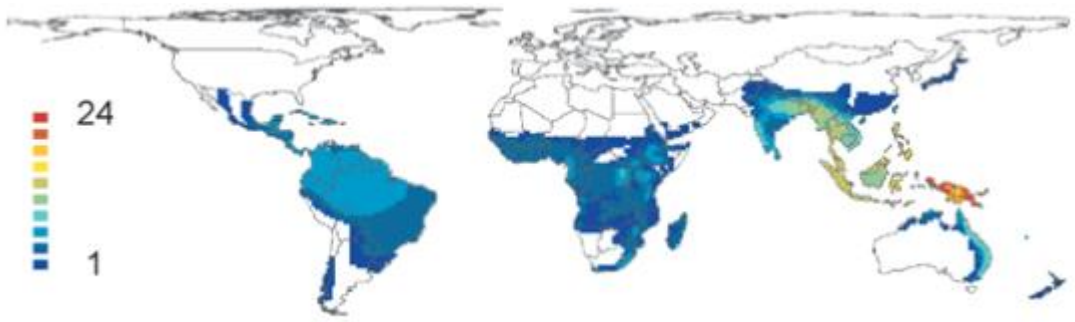


Figura 1: Porcentagem de espécies frugívoras de Columbidae presentes em cada região. Cores mais quentes significam mais espécies na região. Figura extraída de Kissiling *et al*., 2009.

3.2. Aspectos morfo-funcionais

Além de sua distribuição geográfica, os pombos frugívoros também possuem diferenças morfo-funcionais quando comparados aos pombos granívoros. Uma delas seria a coloração, que em pombos frugívoros tende a ser muito mais viva e em granívoros prevalecem os tons de marrom e cinza (Batista *et al.,* 1997, Batista *et al.,* 2019).

O modo de forragear também muda conforme o hábito alimentar. As espécies frugívoras, em grande maioria, forrageiam tirando o fruto diretamente da árvore, pegando-o com o bico e retirando-o do galho com um movimento de torção da cabeça. Por possuírem hábito arbórícola, os pombos frugívoros desenvolveram as habilidades de

segurar, pendurar e escalar galhos. Suas bocas têm largura distensível (*gape*), o que os possibilita engolir alimentos volumosos. Já os granívoros pegam as sementes do chão e as engolem por inteiro, podendo procurar comida usando varredura de bico (*bill-sweeping*) para expor sementes e pequenos invertebrados (Batista *et al*., 1997). Muitas espécies em áreas abertas e florestas se tornaram terrestres particularmente pela falta de competidores galináceos (Gibbs *et al*., 2001). Em diferentes partes do ano, pombos podem exibir mudanças na dieta por conta da disponibilidade de recursos (Batista *et al*., 1997, Gibbs *et al*., 2001).

O sistema digestório dos pombos é parecido com o de outras aves. Possuem esôfago, papo, estômago, moela, intestino delgado e grosso e cloaca (Batista *et al*. 1997). Entretanto, a moela das espécies granívoras possui paredes bem grossas e intestinos mais longos (Batista *et al*. 1997). Já a moela das frugívoras possui paredes finas e com intestinos mais curtos (Batista *et al*. 1997). Além disso, alguns gêneros frugívoros possuem especializações extras, como por exemplo o gênero *Ptilinopus*, em que a moela é dotada de duros cumes e nódulos, e o gênero *Trenon*, que possui ainda um conjunto especial de músculos e tecido conjuntivo (Batista *et al*. 1997).

O tamanho da ninhada e o cuidado dos filhotes também mudam conforme o hábito alimentar. Pombos granívoros costumam colocar em média dois ovos por ninhada, enquanto pombos frugívoros tendem a colocar apenas um (Batista *et al*. 1997). Em relação ao cuidado dos filhotes, granívoros os alimentam apenas com leite de pombo durante os 4-5 primeiros dias, introduzindo sementes após esse período. No nono dia, os filhotes já deixaram de consumir leite de pombo. Nos frugívoros, filhotes com 15 dias ainda tem sua dieta composta por até 35% de leite de pombo (Batista *et al*. 1997).

3.3. Conservação

Das 369 espécies da família Columbidae, 16 estão extintas (E), uma está extinta na natureza (EW), 12 criticamente ameaçadas (CR), 20 ameaçadas (E), 39 vulneráveis (VU) e 47 quase ameaçadas (NT) (IUCN, Batista *et al.,* 2019). De todas as grandes famílias de aves do mundo, poucas possuem tamanha proporção de espécies ameaçadas, e mesmo assim a família Columbidae recebe pouca atenção em planos de

conservação (Walker, 2007). A introdução de espécies invasoras (como gatos e ratos), a caça e a destruição de habitat são os principais responsáveis pela ameaça (Batista *et al.*, 1997; Gibbs *et al.*, 2001; Walker, 2007). Considerando as duas dietas básicas – granívoros e frugívoros – a situação de conservação dos frugívoros é muito mais precária (Figura 2). Dentre as 315 espécies que consomem frutos, 81 se encontram “quase ameaçadas” e “vulneráveis” (25,7%), 26 estão “ameaçadas” ou “criticamente ameaçadas” (8,3%), 14 já foram extintas e uma outra está extinta na natureza (4,7%).

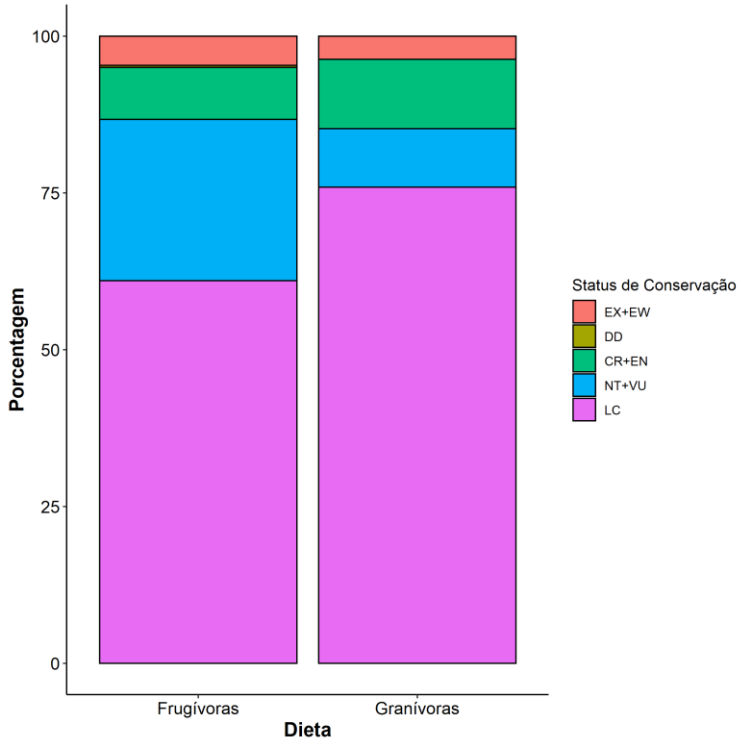


Figura 2: Proporção de espécies e respectivos status de conservação nos grupos de pombas frugívoras (n=315 espécies) e granívoras (n=54 espécies). LC = Não preocupante, NT = quase ameaçadas, VU = Vulneráveis, EN = ameaçadas, CR = criticalmente ameaçadas, DD = sem dados suficientes, EW = extinta na natureza e EX = extintas.

3.4. Neotrópicos

Nos Neotrópicos ocorrem 75 espécies de pombos e, destes, 50 (67,6%) possuem frutos como um item alimentar em sua dieta (Tabela 1). Apesar desse número de espécies frugívoras não ser tão expressivo quanto das regiões Indo-Malaia e Australásia (94,5% e 89,9% respectivamente), essas espécies possuem relações importantes com

um grande número de plantas zoocóricas. Dessas 50 espécies que consomem frutos, em 27 espécies foram encontrados registros de espécies de frutos consumidos e estes foram agrupados por família (Figura 3). Como observado na rede, 39 famílias de plantas que produzem frutos interagem com 27 espécies de pombas frugívoras neotropicais. Como *Patagioenas picazuro*, *P. caynensis* e *P. plumbea* são as três pombas neotropicais que possuem mais interações na rede, estas foram comparadas entre si quanto ao diâmetro (Figura 4) e coloração dos frutos (Figura 5) (Valente, 2001; Imatomi *et al.*, 2009; Pedroni, Sanchez & Santos, 2002; Bruniera & Groppo, 2010; Lorenzi, 1992, 2002, 2009; Pineschi, 1990; Teixeira, Fiaschi, & Amorim, 2013; Kuhlmann, 2020; Pellis, 2019; Bauer *et al.*,2014; Staggemeier, Sobral, & Morellato, 2011; Kawasaki & Pizo, 2000; Caires, 2017; Sousa, Bautista & Jardim, 2013; de Jesus & dos Santos Filho, 2011; Parrotta, 1997; Secco & Giulietti, 2004; Souto & Oliveira, 2005; Paoli, 2010; Cáceres, 2003; Hummel *et al.*, 2014; Montaldo, 1993; Rabello, Ramos & Hasui, 2010; observação pessoal).

Tabela 1: Espécies de pombos do Neotrópico que possuem frutos em sua dieta.

Gênero	**Espécie**	**Fonte**
Claravis	pretiosa	Wenny *et al.*, 2016.
Claravis	mondetoura	Wenny *et al.*, 2016.
Claravis	godefrida	Wenny *et al.*, 2016.
Columbina	talpacoti	Wenny *et al.*, 2016.
Columbina	inca	Wenny *et al.*, 2016.
Columbina	passerina	Wenny *et al.*, 2016.
Geotrygon	versicolor	Wenny *et al.*, 2016.
Geotrygon	chrysia	Wenny *et al.*, 2016.
Geotrygon	violacea	Wenny *et al.*, 2016.
Geotrygon	montana	Wenny *et al.*, 2016.
Leptotila	verreauxi	Wenny *et al.*, 2016.
Leptotila	rufaxilla	Wenny *et al.*, 2016.
Leptotila	ochraceiventris	Wenny *et al.*, 2016.
Leptotrygon	veraguensis	Wenny *et al.*, 2016.
Metriopelia	melanoptera	Wenny *et al.*, 2016.
Metriopelia	aymara	Wenny *et al.*, 2016.
Metriopelia	ceciliae	Wenny *et al.*, 2016.
Metriopelia	morenoi	Wenny *et al.*, 2016.
Patagioenas	picazuro	Wenny *et al.*, 2016.
Patagioenas	speciosa	Wenny *et al.*, 2016.
Patagioenas	squamosa	Wenny *et al.*, 2016.

Patagioenas	corensis	Wenny *et al.*, 2016.
Patagioenas	albipennis	Wenny *et al.*, 2016.
Patagioenas	albilinea	Wenny *et al.*, 2016.
Patagioenas	caribaea	Wenny *et al.*, 2016.
Patagioenas	cayennensis	Wenny *et al.*, 2016.
Patagioenas	flavirostris	Wenny *et al.*, 2016.
Patagioenas	oenops	Wenny *et al.*, 2016.
Patagioenas	inornata	Wenny *et al.*, 2016.
Patagioenas	plumbea	Wenny *et al.*, 2016.
Patagioenas	subvinacea	Wenny *et al.*, 2016.
Patagioenas	nigrirostris	Wenny *et al.*, 2016.
Patagioenas	goodsoni	Wenny *et al.*, 2016.
Patagioenas	maculosa	Wenny *et al.*, 2016.
Patagioenas	araucana	Wenny *et al.*, 2016.
Patagioenas	leucocephala	Wenny *et al.*, 2016.
Starnoenas	cyanocephala	Wenny *et al.*, 2016.
Zenaida	graysoni	Wenny *et al.*, 2016.
Zenaida	auriculata	Bello *et al.*, 2017
Zenaida	aurita	Wenny *et al.*, 2016.
Zenaida	meloda	Wenny *et al.*, 2016.
Zenaida	asiatica	Wenny *et al.*, 2016.
Zenaida	macroura	Wenny *et al.*, 2016.
Zentrygon	lawrencii	Wenny *et al.*, 2016.
Zentrygon	carrikeri	Wenny *et al.*, 2016.
Zentrygon	costaricensis	Wenny *et al.*, 2016.
Zentrygon	albifacies	Wenny *et al.*, 2016.
Zentrygon	chiriquensis	Wenny *et al.*, 2016.
Zentrygon	linearis	Wenny *et al.*, 2016.
Zentrygon	frenata	Wenny *et al.*, 2016.

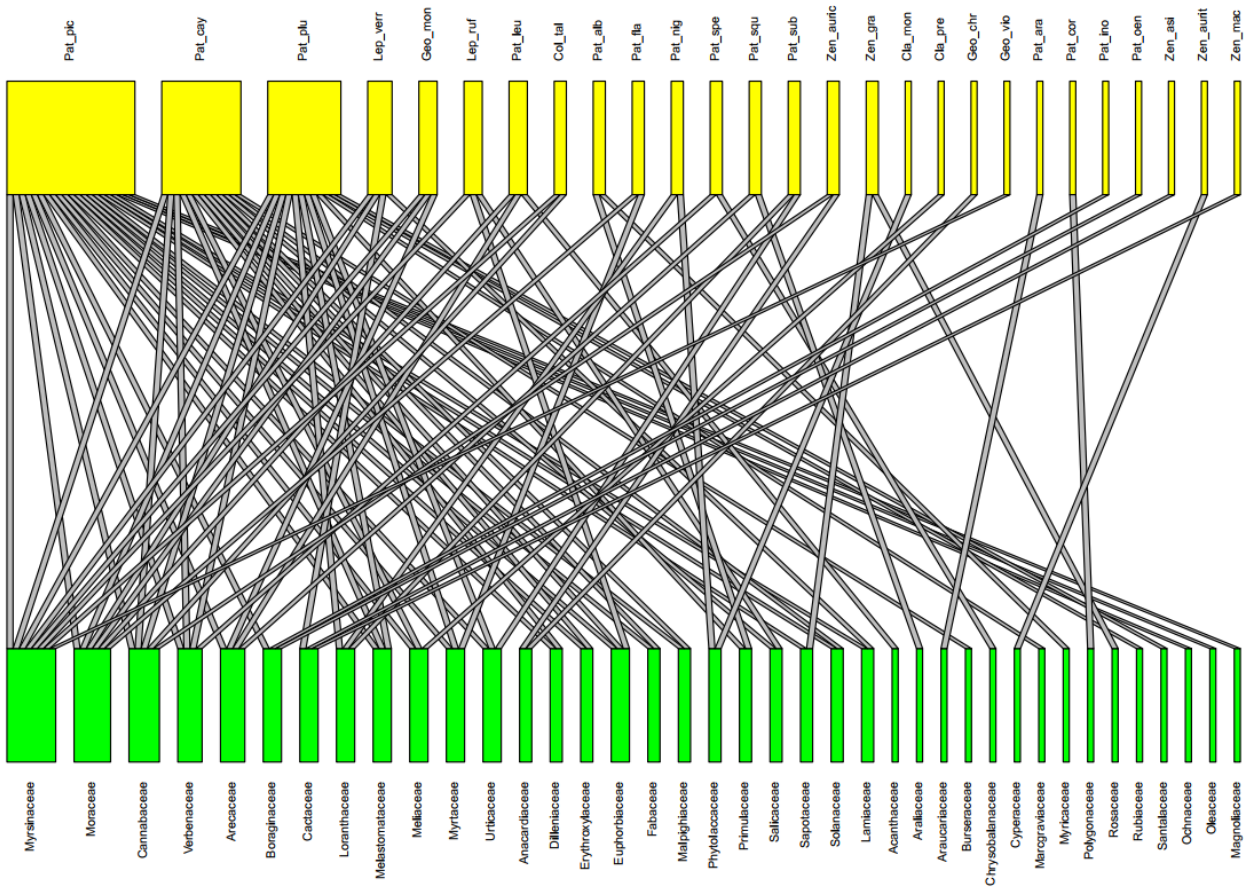


Figura 3: Rede de interações entre 27 pombas neotropicais e 39 famílias de planta. Fonte: Bello *et al*., 2017; Baptista *et al*., 2019; Gibbs *et al*., 2001; Tabela 1 Capítulo 2 desta tese.

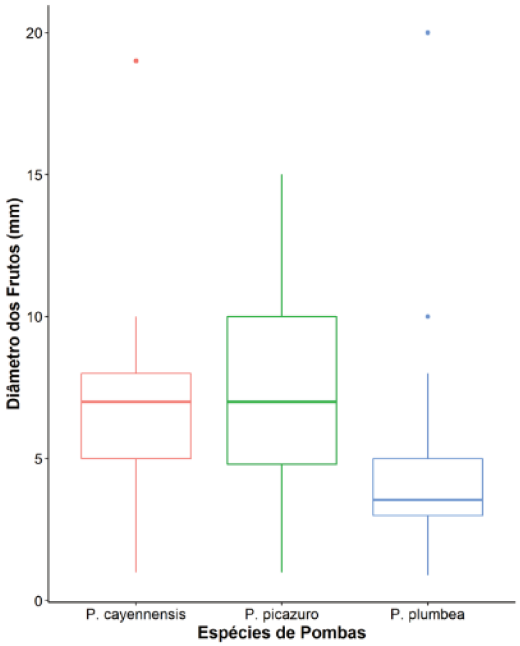


Figura 4: Diâmetro médio dos frutos consumidos pelas espécies de pombas frugívoras neotropicais. p = 0.12. r^2 = 0.07. F = 2.16.

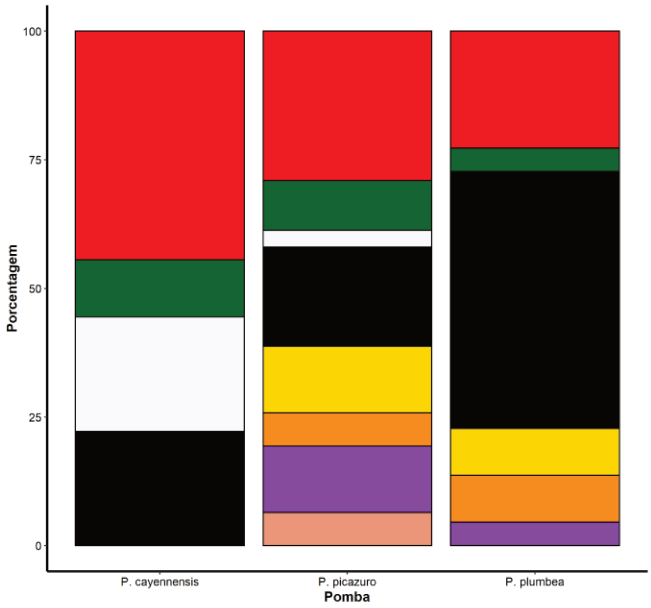


Figura 5: Porcentagem de cores de frutos que compõe a dieta de cada uma das três pombas. Quantidade de espécies de frutos: *P. picazuro* = 27; *P. plumbea* = 23 e *P. caynensis* = 12. As cores das barras representam as cores dos frutos.

Tendo em vista que as espécies neotropicais tendem a ter uma coloração mais típica de pombos granívoros (tons de marrom e cinza), diferentemente das pombas da Australásia e Indo-Malaia, também foi feito um levantamento no tipo de tratamento que esses pombos dão para as sementes (Figura 6). Observando o tratamento dado às sementes, é possível perceber que pombos neotropicais se alimentam tanto de sementes como da polpa dos frutos, possuindo assim uma dieta mais generalista, ao passo que nas regiões da Australásia e Indo-Malaia grande parte dos pombos se alimenta retirando a polpa dos frutos, possuindo assim uma dieta mais frugívora.

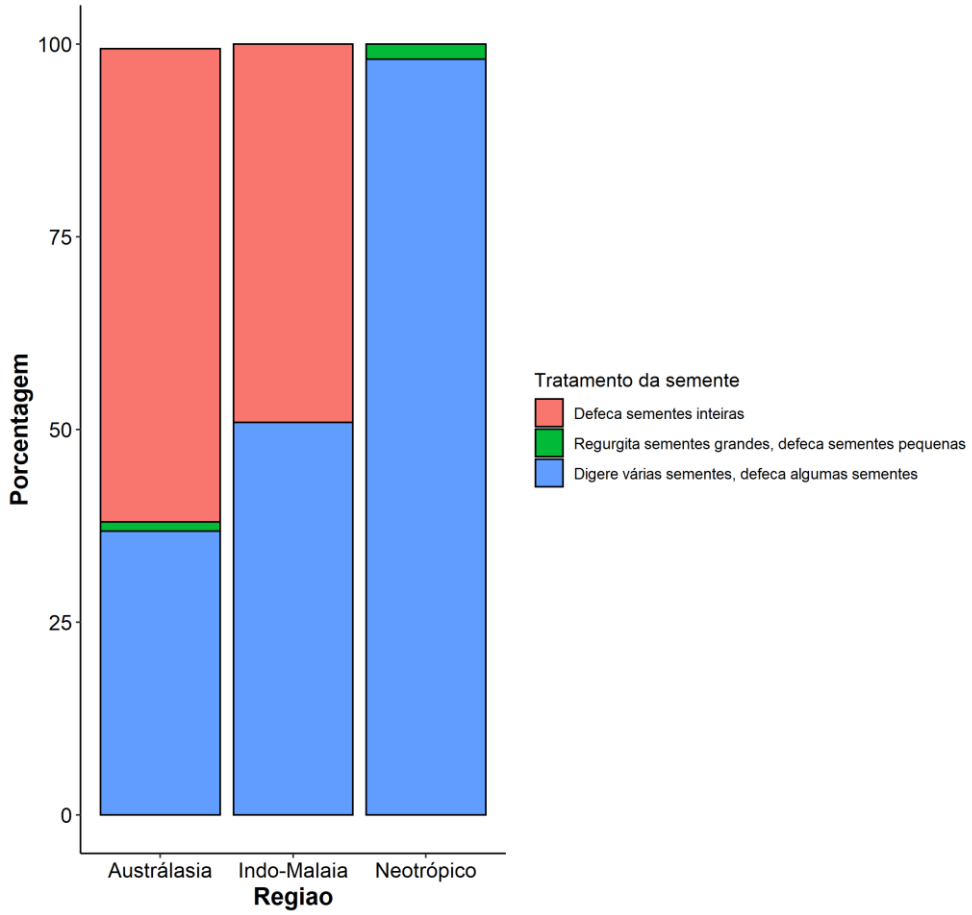


Figura 7: Tratamento dados às sementes pelas espécies de pomba nas regiões. Australásia n=116 espécies; Indo-Malaia n=124 espécies e Neotrópico n=50 espécies.Fonte: Wenny *et. al.* (2016).

4. Discussão

4.1. Aspectos geográficos

A alta concentração de espécies de pombos frugívoros nas regiões Indo-Malaia e Australásia pode ser explicada primeiramente pela história evolutiva da família. Utilizando sequências de DNA e DNA mitocondrial para testar hipóteses sobre a origem dos primeiros Columbidae e como teriam se dispersado para a distribuição atual, Pereira *et al.* (2007) indicam que o mais provável é que os Columbidae surgiram ainda em Gondwana (provavelmente na parte neotrópica) e, com a separação deste continente, a população se dividiu primeiramente por vicariância, e posteriormente os grupos se dispersaram para as outras áreas do mundo, algo também verificado posteriormente por

Bruxaux (2018). A separação por vicariância poderia explicar a ocorrência de mais espécies frugívoras na parte oriental, já que as pressões ambientais e ecológicas de ambas as populações foram diferentes (ausência de competidores, poucos predadores, fatores ambientais). Isso pode ser corroborado pelo artigo de Cibois (2014), no qual foram analisados somente pombos frugívoros do gênero *Ptilinopus*. Seus resultados mostram que a origem dos pombos frugívoros é a região da Nova Guiné, e que se dispersaram e diferenciaram a partir desse ponto. A competição poderia ser uma das pressões ambientais e ecológicas importantes para o surgimento e concentração da frugivoria em Columbidae. Nas regiões da Indo-Malaia e Australásia há uma notável ausência de competição com primatas (Kissling, Böhning–Gaese & Jetz, 2009), ao contrário do que ocorre nas regiões Neotropical e Afrotropical, onde os primatas dependem de frutos para uma parte expressiva de sua dieta (Stevenson,2001; Estrada *et at.*, 2017). Além disso, naquela área há uma baixa competição entre aves de diferentes grupos. De fato, as seis ordens mais numerosas de aves frugívoras nos Neotrópicos incluem um grande número de espécies frugívoras de Passeriformes, Psittaciformes, Piciformes e Craciformes (Kissiling *et al.* 2009), ao passo que esses números são bem mais baixos na região Indo-Malaia. Um segundo aspecto é o recurso alimentar, ou seja, árvores que produzem frutos. Na região Indo-Malaia existe uma alta diversidade de espécies do gênero *Ficus* (Moraceae), que, além de ser um recurso-chave para frugívoros nos trópicos (Harrison & Shanahan, 2005), também é um recurso muito importante para columbídeos. Innis (1989) relata que, das seis espécies de pombos frugívoros na região de Queensland (Austrália), para cinco os figos compunham a maior parte da dieta. Este autor também observou que todas as copas das figueiras possuíam frutos infestados por insetos, os quais podem beneficiar o frugívoro com proteína extra. A riqueza de espécies de pombos frugívoros na região Indo-Malaia ainda surpreende, pois seria esperada alguma competição com outras ordens frugívoras abundantes naquela região, como Passeriformes e Bucerotiformes (Kissiling et al. 2009). Entretanto, essa presumível competição poderia ser atenuada pela diferença de tamanho, tanto entre os pombos como entre as outras ordens, pois o porte corporal se reflete em preferências de dieta, permitindo a repartição de recursos de dois modos: 1) aves grandes – que poderiam ser Bucerotiformes ou pombas maiores – consumindo frutos grandes e provavelmente ignorando frutos

menores, sendo estes menos vantajosos energeticamente; 2) aves pequenas – que poderiam ser Passeriformes ou pombas menores – conseguindo pousar em galhos finos, o que lhes dá acesso a frutos que não estão acessíveis para aves maiores e mais pesadas (Batista *et al.* 1997).

4.2. Aspectos morfo-funcionais

A coloração diferenciada dos frugívoros muito provavelmente se deve à alta concentração de pombos do mesmo gênero no mesmo local, funcionando assim como um sinal para conhecimento intraespecífico (Forshaw 2005). Goodwin (1960) já havia relatado que pombos do gênero *Ducula* que habitavam locais onde apenas uma outra pomba do mesmo gênero habitava, tinham pouca variação nas cores da plumagem. Além disso, como pombos são aves incapazes de produzir pigmentos carotenóides – responsáveis por produzir as cores vermelha, laranja, amarela e roxa (Fox 1976, Bush 1978, Olson and Owens 1998) – precisam adquirí-los por meio de dieta (Goodwin 1984). Mahler *et al.* (2003) descobriram a coloração baseada em carotenóides ao menos três vezes em Columbidae, e todas elas em linhagens frugívoras. Além disso, como frutos possuem uma maior quantidade de carotenóides que sementes e grãos, para que pombos expressem a coloração provinda dos carotenóides, é necessária uma alta ingestão destes (Mahler *et al.*, 2003), já que ele também é essencial para funções de imunocompetência e desintoxicação (Lozano 1994, Moller et al. 2000). Assim, pombos que possuem frutos como grande parte de sua dieta, teriam meios para produzir suas colorações sem prejudicar um funcionamento essencial de seu organismo.

Com relação ao sistema digestório, a moela das espécies granívoras possui paredes bem grossas e intestinos mais longos (Batista *et al*. 1997), o que facilita a quebra e digestão de sementes, de onde retiram seus nutrientes. Já as frugívoras possuem moelas com paredes finas e intestinos mais curtos (Batista *et al*. 1997). As especializações encontradas em certos gêneros de pombos frugívoros, como *Ptilinopus*, que possui a moela dotada de duros cumes e nódulos e *Trenon*, que possui um conjunto especial de músculos e tecido conjuntivo no esôfago, ajudam no hábito frugívoro da ave, auxiliando na retirada da pele e polpa do fruto e aumentando o diâmetro do esôfago, permitindo a passagem de frutos grandes, respectivamente (Batista *et al*. 1997).

A diferença entre o tamanho da ninhada e o cuidado dos filhotes de pombos frugívoros e granívoros se deve principalmente pelo baixo valor protéico de uma dieta composta principalmente por frutos. Frutos em geral são um alimento pobre em proteína, enquanto sementes são mais ricas nesse nutriente (Schleucher 2002). Assim, colocar mais ovos e deixar de alimentar os filhotes com leite de pombo (rico em proteína) é menos custoso para granívoros que para frugívoros. Algumas exceções existem, como por exemplo, frugívoros que também consomem sementes, como os gêneros *Trenon* e *Phapitreron*. Nesse caso, com a quebra das sementes, o valor protéico ingerido é maior e o casal pode colocar mais de um ovo no ninho (Batista *et al.* 1997).

Dietas exclusivamente frugívoras, por serem nutricionalmente desbalanceadas (Izhakiand Safriel, 1989, 1990; Mack, 1990; Witmer, 1999), são raras entre as aves (Snow, 1971, 1981; Morton, 1973). Nos Columbidae, espécies dos gêneros *Pitinopus*, *Ducula* e *Drepanopitila* são classificadas como obrigatoriamente frugívoras (Crome, 1975; Frith et al., 1976; Pratt and Stiles, 1983; Schleucher, 1999). Esse tipo de dieta pode levar a uma baixa taxa metabólica basal (TMB), em torno de 20-38% mais baixa que a predita para todas as demais aves, incluindo espécies de pombas granívoras (Schleucher 2002). Segundo esse autor, este fato, mesmo quando comparado a outras espécies de pombas, mostra fortemente que essa diferença é dada pela ecologia, e não pela taxonomia dessas espécies. Uma das explicações para uma TMB tão baixa em pombas exclusivamente frugívoras seria a composição da dieta, pois frutos são notoriamente conhecidos por serem pobres em proteínas e gorduras, e ricos em carboidratos, algo que pode resultar em uma TMB baixa (Schleucher 2002). Para suprir essa baixa quantidade proteica, os pombos possivelmente forrageiam seletivamente por frutos com insetos, embora estudos que analisaram conteúdos estomacais não tenham encontrado insetos (Crome, 1975; Frith et al., 1976). Innis (1989) observou que vários frutos de figos estavam infestados, levantando-se à suposição de uma “ingestão acidental”, ao invés de uma ingestão seletiva. No entanto, faltam dados sobre a composição da dieta de muitos pombos frugívoros para determinar se esse tipo de comportamento realmente estaria presente ou não. Além da composição da dieta, podem explicar a baixa TMB em pombos frugívoros os seguintes fatores: a) comportamento calmo e sedentário, sendo dificilmente detectados (Slater et al., 1986); b) permanência por longos períodos nas árvores de

forrageio, até mesmo após terem terminado de comer (Pratt and Stiles, 1983); c) comportamentos que demandam menor gasto energético, como por exemplo a formação de casais monogâmicos, o que reduz o gasto com cortes e o uso do leite de pombo, que reduz a energia de forrageamento em busca de complementos alimentares (Pratt and Stiles, 1983; Eggel, 1991).

4.3. Conservação

Os altos índices de ameaça das espécies de pombos frugívoros (Figura 2) se devem, muito provavelmente, ao fato de muitas pombas frugívoras serem insulares (Rodríguez, 2009). Nas regiões Indo-Malaia e Australásia, que possuem muitas ilhas com espécies endêmicas, por exemplo, pombos frugívoros compõem 79% das espécies "quase ameaçadas" e "vulneráveis", 76,9% das "ameaçadas" ou "criticamente ameaçadas" e 33,3% das que já foram extintas, e uma espécie extinta na natureza.

Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Walker (2007), que verificou que grande parte das espécies ameaçadas de Columbidae estavam nos trópicos, dependentes de florestas, predominantemente insulares e com área de vida restrita. Nas regiões da Australásia e Indo-Malaia o principal fator de risco para as espécies de Columbidae é a caça, que pode ter como objetivo a obtenção de carne – já que os columbídeos da região tendem a ser bem grandes – ou então para o comércio de animais (Walker, 2007). Os efeitos adversos que podem levar uma espécie à extinção, como caça, animais invasores e destruição de habitat, são acentuados quando ocorrem em ilhas, pois com áreas e populações reduzidas em relação aos continentes, esses habitats se tornam mais suscetíveis a perturbações (Cox & Elmqvist, 2000).

4.4. Neotrópicos

A coloração mais semelhante à de pombos granívoros (tons de marrom e cinza) das espécies de pombas neotropicais, como já discutido, pode ter duas razões. A primeira seria a baixa concentração de espécies de pombos habitando o mesmo local. O Neotrópico possui 75 espécies de pombos pertencentes a 11 gêneros, ao passo que nas regiões da Australásia e Indo-Malaia há 219 espécies pertencentes a 30 gêneros. Por não haver tantas espécies do mesmo gênero que dividem uma mesma área nos

Neotrópicos, o gasto energético para se ter uma coloração viva que facilite o reconhecimento intraespecífico (Forshaw 2005) seria muito alto para um baixo benefício. Além disso, como também já discutido, por serem incapazes de produzir pigmentos carotenóides (Fox 1976, Bush 1978, Olsonand Owens 1998) precisam adquirí-los por meio de dieta (Goodwin 1984), e como também é um pigmento essencial para funções de imunocompetência e desintoxicação (Lozano 1994, Moller et al. 2000), é necessária uma alta ingestão de frutos para que pombos expressem a coloração provinda destes (Mahler *et al.*, 2003). Assim, a alta quantidade de frutos contida na dieta das pombas da Australásia e Indo-Malaia caracteriza um recurso suficiente para a expressão de uma coloração provinda de carotenóides, ao contrário das pombas do Neotrópico, onde grande parte das espécies possui uma dieta mais onívora, tendo não somente a polpa do fruto como alimento, mas também sua semente.

Nos Neotrópicos, a espécie que mais interage com espécies de fruto (21 interações) é pomba-asa-branca (*Patagioenas picazuro*), uma ave de 34 cm, usualmente considerada granívora (Batista *et al.*, 1997; Gibbs *et al.*, 2001). A segunda, com 13 interações, é a pomba-galega (*Patagioenas cayennensis*), uma ave de 25–26 cm, que possui grande parte da dieta composta por frutos (Gibbs *et al.*, 2001), e a terceira, com 12 interações, é a pomba-amargosa (*Patagioenas plumbea*) uma ave de 34 cm, que também possui grande parte de sua dieta composta por frutos (Gibbs *et al.*, 2001).

A pomba-asa-branca (*P. picazuro*) é o maior columbídeo do Brasil (Sick, 1997) e depois de invadir diversas áreas por conta do desmatamento e urbanização (Willis & Oniki, 1987; Nacinovic & Luigi, 1988; Alvarenga, 1990), tornou-se uma das aves mais comuns no leste brasileiro (Oniki & Willis 2000). Está distribuída pela Argentina, Bolívia, Brasil e Paraguai (IUCN 2019). Embora possa ser encontrada alimentando-se em áreas abertas, *P. picazuro* necessita de cobertura vegetal para cantar, fazer ninhos e se esconder de predadores, sendo assim mais abundante em áreas mais abertas, mas que também possuem uma cobertura vegetal mínima (Oniki & Willis 2000; Leveau & Leveau, 2005). São usualmente encontradas em áreas urbanas e periurbanas com árvores, em fragmentos de matas e em áreas em processo de regeneração,

alimentando-se igualmente em árvores e arbustos ou no chão (Gibbs *et al.*, 2001). Além disso, com sua recente expansão de território, acrescentou à sua dieta o consumo de frutos, sendo até classificada como frugívora em muitos estudos mais recentes (Pereira & de Melo, 2008; Franchin & Júnior 2004; Cavarzere et al., 2009; Cavarzere et al., 2012; Zaiden et al., 2015).

A pomba-galega (*P. cayennensis*) é uma ave de médio porte que ocupa florestas primárias e secundárias, com preferência por habitats sucessionais, tornando-a a mais adaptável dos columbídeos amazônicos (Gibbs *et al.*, 2001). Está distribuída pela Argentina, Belize, Bolívia, Brasil; Colômbia, Costa Rica, Equador, Guiana Francesa, Guatemala, Guiana, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, Suriname, Trinidade Tobago e Venezuela (IUCN 2019). Alimentando-se principalmente em árvores, e raramente no chão, é facilmente encontrada em bordas de floresta, clareiras, habitats abertos (Gibbs *et al.*, 2001) e também em fragmentos próximos às áreas urbanizadas (Oliveira & Köhler, 2010; Contreras, 2017).

A pomba-amargosa (*P. plumbea*) é uma ave que se alimenta em árvores, estando sempre em pares ou em grupos pequenos (Gibbs *et al.*, 2001). Está distribuída pela Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana Francesa, Guiana, Panamá, Peru, Suriname e Venezuela (IUCN 2019). Habita florestas primárias úmidas e habitats adjacentes secundários avançados, com altitude aparentemente variando regionalmente (Gibbs *et al.*, 2001).

Considerando que essas três espécies de pombas são as que mais possuem interações com famílias de plantas, é possível fazer certas comparações. Como observado na figura 3, não houve diferença significativa no diâmetro médio dos frutos ingeridos pelas três espécies, o que indica um consumo de frutos com tamanho similar, apesar de tamanhos corporais diferentes. Isso muito provavelmente se deve ao fato de suas bocas terem uma largura distensível (Batista *et al.*, 1997), o que possibilita a *P. cayennensis* engolir alimentos mais volumosos que seu tamanho possa sugerir, igualando-se assim às outras duas espécies maiores. Com relação à coloração, podemos observar que os frutos de cores vermelha e preta são bastante frequentes na dieta destas três espécies. *Patagioenas picazuro* difere das outras por possuir uma dieta composta

de frutos mais coloridos, entretanto isso pode estar relacionado tanto com o hábito mais generalista de *P. picazuro* como também com a falta de dados da dieta das outras espécies de pomba. Além disso, podemos também comparar os hábitos e habitats dessas pombas. Todas essas espécies possuem hábitos arborícolas e frequentam florestas primárias e secundárias e apenas duas (*P. picazuro* e *P. caynenensis*) também possuem hábitos terrestres – muito mais frequentes em *P. picazuro* – e preferem áreas mais abertas (Gibbs *et al.*, 2001). Entretanto, aparentemente, apenas *P. picazuro* desenvolveu hábitos frugívoros associados a áreas urbanas e fragmentos próximos a essas áreas (Gibbs *et al.*, 2001). Assim, *P. picazuro* seria a primeira espécie de Columbidae neotropical a desenvolver frugivoria em áreas mais urbanas. Sua dieta frugívora e sua recente expansão territorial nos Neotrópicos, encontrada principalmente em áreas depauperadas de dispersores de grande porte, podem estar conferindo a esta espécie um papel importante na prestação do serviço ecossistêmico da dispersão de sementes (Machado et al., 2006). No próximo capítulo serão apresentadas as espécies consumidas por *P. picazuro* e discutido seu potencial na dispersão das sementes, com considerações sobre uma possível mudança de seu hábito predominantemente granívoro para predominantemente frugívoro.

5. Conclusão

A família Columbidae, sendo uma das maiores famílias de aves, se mostra extremamente importante com sua grande porcentagem de espécies que consomem frutos para o serviço ecossistêmico de dispersão de sementes. Pombas estritamente frugívoras são mais comuns em locais sem primatas – evitando assim a competição por recursos – e muitas ocorrem em ilhas. Pombas frugívoras estão mais ameaçadas que as pombas granívoras justamente por ocorrerem em ilhas, e estarem mais sujeitas a perturbações e, portanto, mais ações de conservação devem ser pensadas para reverter esse quadro de ameaça. A alta densidade de pombos na região Indo-Malaia e a grande quantidade de frutos ingeridos por esses pombos, possivelmente levaram à evolução de uma plumagem mais vívida e diversa, facilitando, como consequência, o reconhecimento intraespecífico.

Na região neotropical a grande maioria das pombas não é estritamente frugívora, consumindo somente a polpa e defecando e/ou regurgitando a semente inteira.Uma dieta predominantemente granívora, juntamente com uma baixa densidade de espécies simpátricas, possivelmente impediram a seleção para colorações vívidas mesmo entre as espécies mais frugívoras, produzindo colorações tendendo para os tons marrom e cinza. Das três espécies que consomem mais famílias de plantas, apenas *P. picazuro*, uma ave com porte médio/grande, pratica frugivoria em áreas urbanas e fragmentos próximos a essas áreas, podendo ser uma boa dispersora de sementes nessas áreas que perderam dispersores de grande porte.

Considerando que informações sobre dieta, tratamento de sementes e qualidade da dispersão de sementes são a chave para planos mais eficazes de conservação (Wenny *et al*., 2016), mais estudos sobre dieta e frugivoria na família Columbidae seriam de grande importância, já que estudos sobre seus impactos na dispersão de sementes são escassos até mesmo na região Oriental – local com grande variedade de pombos frugívoros e que possuem papel ecológico importante na dispersão de sementes (Corlett, 2017). Nos Neotrópicos esses estudos também se mostram muito importantes, já que pouco se sabe sobre a dieta de espécies de pombos e menos ainda da sua importância na dispersão de sementes.

6. Referências

Alvarenga, H.M.F. 1990. Novos registros e expansões geográficas de aves no Leste do Estado de São Paulo. Ararajuba, Rio de Janeiro 1 (1): 115-117.

Baptista, L. F., Trail, P. W. & Horblit, H. M. (1997). Family Columbidae (pigeons and doves). Pages 60–243 in Handbook of the Birds of the World, Vol. 4. Sandgrouse to Cuckoos. J. del Hoyo, A. Elliott, and J. Sargatal, eds. Lynx Editions, Barcelona.

Baptista, L.F., Trail, P.W. & Horblit, H.M. (2019). Pigeons, Doves (*Columbidae*). In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona. (retrieved from https://www.hbw.com/node/52254 on 9 May 2019).

Bauer, D., Müller, A., Goetz, M. N. B., & Schmitt, J. L. (2014). Fenologia de *Ocotea pulchella, Myrcia brasiliensis* e *Psidium cattleyanum*, em floresta semidecídua do Sul do Brasil. Floresta, 44(4), 657-668.

Bello, C., Galetti, M., Montan, D., Pizo, M. A., Mariguela, T. C., Culot, L., Bufalo, F., Labecca, F., Pedrosa, F., Constantini, R., Emer, C, Silva, W. R., da Silva, F. R., Ovaskainen, O. & Jordano, J. (2017). Data Papers. Ecology, 98(6), 1729.

Bruniera, C. P., & Groppo, M. (2010). Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Dilleniaceae. Boletim de Botânica, 28(1), 59-67.

Brush, A. H. 1978. Avian pigmentation, p. 141–164. In A. H. Brush [ED.], Chemical zoology. Vol. 10. Aves. Academic Press, New York.

Bruxaux, J. (2018). *Phylogeny and evolution of pigeons and doves (Columbidae) at different space and time scales* (Doctoral dissertation, Toulouse, INSA).

Cáceres, J. M. S. De L. (c2003). LAS ESPECIES DEL GÉNERO FICUS CULTIVADAS EN ESPAÑA. *F. benjamina* L. (Matapalo, árbol benjamín). Disponível em: http://www.arbolesornamentales.es/Ficus.htm. Acesso em: 15 de julho de 2020.

Caires, C. S. (2017). Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Santalaceae. *Rodriguésia*, *68*(3SPE), 1139-1149.

Cavarzere, Vagner et al. (2012). Comparação quantitativa da comunidade de aves de um fragmento de floresta semidecidual do interior do Estado de São Paulo em intervalo de 30 anos. Iheringia. Série Zoologia. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, v. 102, n. 4, p. 384-393. Available at: <http://hdl.handle.net/11449/8178>.

Cavarzere, V., Moraes, G. P., & Donatelli, R. J. (2009). Diversidade de aves em uma mata estacional da região centro-oeste de São Paulo, Brasil. Revista brasileira de Biociências, 7(4):364-367.

Cibois, A., Thibault, J. C., Bonillo, C., Filardi, C. E., Watling, D., & Pasquet, E. (2014). Phylogeny and biogeography of the fruit doves (Aves: Columbidae). Molecular Phylogenetics and Evolution, 70, 442-453.

Contreras, M. (2017). Avistamiento de *Patagioenas cayennensis* (Columbidae) en bosque urbano, Centro Regional Universitario de Colon. Orbis Cognita, 1(1), 81-88.

Coradin, L., Siminski, A., & Reis, A. (2011). Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 478-493.

Corlett, R. T. (2017). Frugivory and seed dispersal by vertebrates in tropical and subtropical Asia: an update. *Global Ecology and Conservation*, *11*, 1-22.

Cox, P. A., & Elmqvist, T. (2000). Pollinator extinction in the Pacific Islands. *Conservation Biology*, *14*(5), 1237-1239.

Crome, F.H.J., 1975. The ecology of fruit pigeons in tropical Northern Queensland. Aust. Wildl. Res. 2, 155–185.

de Jesus, S., & dos Santos Filho, J. F. (2011). Observações sobre a frugivoria *Struthanthus vulgaris* (Loranthaceae). Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Shayana_De_Jesus2/publication/283076457_Observacoes_sobre_a_frugivoria_*Struthanthus_vulgaris*_Loranthaceae_por_aves

_na_erva-de-passarinho_em_area_urbana/links/5628d63f08ae22b1702ed5f8.pdf. Acesso em: 15 de Julho de 2020.

Eggel, W., (1991). Ernährungsphysiologische Adaptationen extremer Nahrungsspezialisten, der Fruchttauben (Aves, Columbidae). University of Zurich, Switzerland, PhD thesis.

Espinoza, D. G., da Silva Leite, M. Z., Aizawa, I. M. N., Branco, I. G., do Nascimento, V. M., & de Andrade, T. G. C. S. (2015). Jambolão: uma fruta de peso. Aprendendo Ciência (ISSN 2237-8766), 5(1), 23-27.

Estrada, A., Garber, P. A., Rylands, A. B., Roos, C., Fernandez-Duque, E., Di Fiore, A., ... &Rovero, F. (2017). Impending extinction crisis of the world's primates: Why primates matter. *Science advances*, *3*(1), e1600946.

Forshaw, J. (2015). *Pigeons and doves in Australia*. CSIRO PUBLISHING.

Fox, D. L. 1976. Animal biochromes and structural colors. University of California Press, Berkeley, CA.

Franchin, A. G., & Júnior, O. M. (2004). A riqueza da avifauna no Parque Municipal do Sabiá, zona urbana de Uberlândia (MG). Biotemas, 17(1), 179-202.

Freitas, M. D. F., & Kinoshita, L. S. (2015). Myrsine (Myrsinoideae-Primulaceae) in Southeastern and Southern Brazil. Rodriguésia, 66(1), 167-189.

Frith, H.J., Crome, F.H.J., Wolfe, T.O., 1976. Food of fruit pigeons in New Guinea. Emu 76, 49–58.

Gibbs, D., Barnes, E., & Cox, J. 2001. Pigeons and doves: a guide to the pigeons and doves of the world (Vol. 13). A&C Black.

Goodwin, T. W. 1984. The biochemistry of carotenoids, Vol. 2, Animals. 2nd ed. Chapman and Hall, New York.

Harrison, R. D., & Shanahan, M. (2005). Seventy-seven ways to be a fig: Overview of a diverse plant assemblage. In Pollination ecology and the rain forest (pp. 111-127). Springer, New York, NY.

Hummel, R. B., Coghetto, F., Piazza, E. M., Toso, L. D., Dick, G., Felker, R. M., & Rovedder, A. P. M. (2014). Análise preliminar da invasão biológica por *Ligustrum lucidum* WT Aiton em unidade de conservação no Rio Grande do Sul. Caderno de Pesquisa, 26(3), 14-26.

Imatomi, M., Perez, S. C. D. A., & Ferreira, A. G. (2009). Caracterização e comportamento germinativo de sementes de *Casearia sylvestris* Swartz (Salicaceae). *Revista brasileira de sementes*, 31(2), 36-47.

Innis, G. J. (1989). Feeding ecology of fruit pigeons in subtropical rainforests of southeastern Queensland. *Wildlife Research*, *16*(4), 365-394.

IUCN 2019. *The IUCN Red List of Threatened Species.Version 2019-2*. http://www.iucnredlist.org. Downloaded on 18 July 2019.

Izhaki, I., Safriel, U.N., 1989. Why are there so few exclusively frugivorous birds? Experiments on fruit digestibility. Oikos 54, 23–32.

Izhaki, I., Safriel, U.N., 1990. Weight losses due to exclusive fruit diet — interpretation and evolutionary implications: a reply to Mack and Sedinger. Oikos 57, 140–142.

Jordano, P. (2017). Fruits and frugivory. Seeds: The ecology of regeneration in Plant Communities 125–165. Doi: 10.1079/9780851994321.0125

Kawasaki, M. L. & Pizo, M. A. (2000). MYRTACEAE FRUITS and SEEDS. Base Saibadela, Parque Estadual Intervales, Sete Barras. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/239604543_MYRTACEAE_FRUITS_and_SEEDS. Acesso em: 15 de julho de 2020.

Kissling, D., Böhning–Gaese, K. W. &Jetz, W. (2009). The global distribution of frugivory in birds. *Global Ecology and Biogeography*, *18*(2), 150-162.

Kuhlmann, M. (c2020). Frutos Atrativos do Cerrado. CHAVE PARA FRUTOS E SEMENTES DO CERRADO. Disponível em: http://frutosatrativosdocerrado.bio.br/chave-interativa. Acesso em 15 de julho de 2020.

Leveau, C. M., &Leveau, L. M. (2005). Avian community response to urbanization in the Pampean region, Argentina. Ornitol. Neotrop, 16(4), 503-510.

Lozano, G. A. 1994. Carotenoids, parasites, and sexual selection. Oikos 70:309–311.

Lorenzi H. 1992. Árvores Brasileiras. Vol. 1. Editora Plantarum, Nova Odessa.

Lorenzi H. 2002. Árvores Brasileiras. Vol. 2. Editora Plantarum, Nova Odessa.

Lorenzi H. 2009. Árvores Brasileiras. Vol. 3. Editora Plantarum, Nova Odessa.

Machado, E. L. M., Gonzaga, A. P. D., Macedo, R. L. G., Venturin, N., & Gomes, J. E. (2006). Importância da avifauna em programas de recuperação de áreas degradadas. Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal, 4(7), 3-9.

Mack, A.L., 1990. Is frugivory limited by secondary compounds in fruits? Oikos 57, 135–138.

Mahler, B., Araujo, L. S., & Tubaro, P. L. (2003). Dietary and sexual correlates of carotenoid pigment expression in dove plumage. The Condor, 105(2), 258-267.

Moller, A. P., Biard, C., Blount, J. D., Houston, D. C., Ninni, P., Saino, N., &Surai, P. F. (2000). Carotenoid-dependent signals: indicators of foraging efficiency, immunocompetence or detoxification ability? Poultry and Avian Biology Reviews, 11(3), 137-160.

Montaldo, N. H. (1993). Dispersión por aves y éxito reproductivo de dos especies de Ligustrum (Oleaceae) en un relicto de selva subtropical en la Argentina. Revista Chilena de Historia Natural, 66, 75-85.

Morton, E.S., 1973. On the evolutionary advantages and disadvantages of fruit eating in tropical birds. Am. Nat. 107, 8–22.

Motta-Junior, J. C., & de Figueiredo, R. A. (1995). A influencia do peso corporal e da largura do bico de aves sobre a taxa de consumo de sementes de *Michelia Champaca* (Magnoliaceae). Biotemas, 8(2), 110-118.

Nacinovic, J. B., & Luigi, G. (1988). Notes on some birds of northeastern Brazil (3). *Bull. Brit. Ornithol. Club*, *108*, 75-79

Oliveira, S. L., & Köhler, A. (2010). Avifauna da RPPN da UNISC, Sinimbu, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biotemas*, *23*(3), 93-103.

Olson, V. A., AND I. P. F. OWENS. 1998. Costly sexual signals: are carotenoids rare, risky or required? Trends in Ecology and Evolution 13:510–514.

Oniki, Y., & Willis, E. O. (2000). Nesting behavior of the picazuro pigeon, *Columba picazuro* (Columbidae, Aves). Revista Brasileira de Biologia, 60(4), 663-666.

Paoli, A. A. S. (2010). Caracterização morfológica do diásporo e plântulas de *Cordia ecalyculata* Vell. e de *Cordia abyssinica* R. BR.(Boraginaceae). Naturalia, (33), 20-33.

Parrotta, J. A. (1997). Acacia auriculiformis A. Cunn. ex Benth. Northern black wattle. Leguminosae (Mimosoideae). Legume family. Rio Piedras, Puerto Rico: USDA Forest Service, International Institute of Tropical Forestry;. 4 p.(IITF-SM; 86).

Pedroni, F., Sanchez, M., & Santos, F. A. (2002). Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.--Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. Brazilian Journal of Botany, 25(2), 183-194.

Pellis, V. F. (2019). A família Myrtaceae Juss. no Parque Municipal da Lagoa do Peri, Santa Catarina, Brasil. TCC (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Biológicas. Biologia.

Pereira, M. P., & de Melo, C. (2008). Composição e reprodução da avifauna na Reserva Ecológica do Clube Caça e Pesca Itororó/Uberlândia/MG. Horizonte Científico, 8. Disponível em: http://www. horizontecientifico.propp.ufu.br/.

Pereira, S. L., Johnson, K. P., Clayton, D. H., & Baker, A. J. (2007). Mitochondrial and nuclear DNA sequences support a Cretaceous origin of Columbiformes and a dispersal-driven radiation in the Paleogene. *Systematic Biology*, *56*(4), 656-672.

Pineschi, R. B. (1990). Aves como dispersores de sete espécies de *Rapanea* (Myrsinaceae) no maciço do Itatiaia, estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais. Ararajuba, 1(1), 73-78.

Prado, M.E.T. (1998). Secagem de tâmaras (*Phoenix dactilyfera* L.) para obtençao de tâmara passa. *Doctorate Thesis*. UNICAMP - Campinas State University, Brasil, 151p.

Pratt, T.K., Stiles, E.W. (1983). How long fruit-eating birds stay in the plants where they feed: implications for seed dispersal. Am. Nat. 122, 797–805.

Rabello, A., Ramos, F. N., & Hasui, É. (2010). Efeito do tamanho do fragmento na dispersão de sementes de Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Delf.). Biota Neotropica, 10(1), 47-54.

Rodríguez, J. P. M. (2009). Ecología trófica de las palomas endémicas de las Islas Canarias. Doctoral dissertation, Universidad de La Laguna.

Schleucher, E. (1999). Energetics and body temperature regulation in pigeons and doves of extreme habitats. Ornis Fennica 76, 199–210.

Schleucher, E. (2002). Metabolism, body temperature and thermal conductance of fruit-doves (Aves: Columbidae, Treroninae). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, *131*(2), 417-428.

Secco, R. De S. & Giulietti, A. M. (2004). Sinopse das espécies de *Alchornea* (Euphorbiaceae, Acalyphoideae) na Argentina. Darwiniana, 315-331.

Silva, P. D. (2005). Predação de sementes pelo maracanã-nobre (*Diopsittaca nobilis*, Psittacidae) em uma planta exótica (*Melia azedarach*, Meliaceae) no oeste do Estado de São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Ornitologia, 13(2), 183-185.

Slater, P., Slater, P., Slater, R.(1986). The Slater Field Guide to Australian Birds. Rigby Publishers, Dee Why West, Australia.

Snow, D.W. (1971). Evolutionary aspects of fruit eating by birds. Ibis 113, 194–202.

Snow, D.W. (1981). Tropical frugivorous birds and their food plants: a world survey. Biotropica 13, 1–14.

Sousa, L. A., Bautista, H. P., & Jardim, J. G. (2013). Diversidade florística de Rubiaceae na Serra da Fumaça–complexo de Serras da Jacobina, Bahia, Brasil. Biota Neotropica, 13(3), 289-314.

Souto, L. S., & Oliveira, D. M. T. (2005). Morfoanatomia e ontogênese do fruto e semente de *Byrsonima intermedia* A. Juss. (Malpighiaceae). Brazilian Journal of Botany, 697-712.

Staggemeier, V. G., Sobral, M. E. G., & Morellato, P. C. (2011). *Myrteae* (Myrtaceae) of Ilha do Cardoso, Brasil. Field Museum-Rapid color guides, 441, 1-5.

Stevenson, P. R. (2001). The relationship between fruit production and primate abundance in Neotropical communities, *Biological Journal of the Linnean Society*, Volume 72, Issue 1, Pages 161–178.

Teixeira, M. D. R., Fiaschi, P., & Amorim, A. M. (2013). Flora of Bahia: Marcgraviaceae. Sitientibus série Ciências Biológicas, 13.

Valente, R. M. (2001) Comportamento alimentar de aves em *Alchornea glandulosa* (Euphorbiaceae) em Rio Claro, São Paulo. Iheringia, sér. Zool. 91:61-66.

Walker, J. S. (2007). Geographical patterns of threat among pigeons and doves (Columbidae). Oryx, 41(3), 289-299.

Wenny, D.G., Sekercioglu, C.H., Cordeiro, N., Rogers, H.S., Kelly, D. and Whelan, C.J. (2016). “Seed Dispersal by Fruit-eating Birds” in Why Birds Matter: Ecosystem Services Provided by Birds. University of California Press. Ch.5.

Willis, E. O., & Oniki, Y. (1987). Invasion of deforested regions of São Paulo state by the picazuro pigeon, *Columba picazuro* Temminck, 1813. Ciênc. Cult., 39(11), 1064-1065.

Witmer, M.C., 1999. Do avian frugivores absorb fruit sugars inefficiently? How dietary nutrient concentration can affect coefficients of digestive efficiency. J. Avian Biol. 30, 159–164.

Zaiden, T., Marques, F. C., Medeiros, H. R., & Anjos, L. D. (2015). Decadal persistence of frugivorous birds in tropical forest fragments of northern Paraná. Biota Neotropica, 15(2).

CAPÍTULO 2: *Patagioenas picazuro* (Aves, Columbidae) e seu papel na dispersão de sementes.

RESUMO

A defaunação antropocênica causa o declínio de riqueza, biomassa e diversidade de fauna, principalmente de mamíferos e aves de médio e grande porte. Consequentemente, processos importantes para o funcionamento e manutenção dos ecossistemas, como a dispersão de sementes, são afetados. A perda dessa função ecológica acarreta efeitos negativos para os biomas e ecossistemas e também traz prejuízos econômicos diversos. A fragmentação de matas afeta mais fortemente populações de aves frugívoras de grande porte, com consequências danosas para o processo de dispersão de sementes. Nesse cenário, observações recentes de frugivoria da pomba-asa-branca (*Patagioenas picazuro*), uma espécie nativa invasora e classificada anteriormente como granívora, indicam que sua dieta pode incluir frutos regularmente. Como espécie frugívora de porte médio, *P. picazuro* pode estar assumindo uma maior importância entre as comunidades depauperadas de frugívoros, principalmente nos ambientes florestais fragmentados do sudeste do Brasil, onde a perda de espécies é crescente. Nosso objetivo é avaliar o potencial da espécie invasora *P. picazuro* como possível dispersora de sementes em áreas de fragmentação ambiental. Dados de frugivoria na família Columbidae foram obtidos na literatura. Experimentos de germinação em laboratório foram realizados com sementes provenientes de fezes coletadas em cativeiro e campo, com a finalidade de analisar o sucesso germinativo. Os resultados obtidos mostram que *Patagionenas picazuro* pode ser considerada uma frugívora eventual, capaz de dispersar legitimamente espécies de frutos carnosos nativos e exóticos com até 12,5 mm de diâmetro, sendo particularmente importante por sua capacidade de dispersar sementes em longas distâncias dentro de ambientes urbanizados.

Palavras-chaves: pomba-asa-branca, frugivoria, dispersão de sementes, espécie invasora, defaunação.

1. INTRODUÇÃO

Espécies frugívoras desempenham uma função ecossistêmica de grande importância para a manutenção e funcionamento dos ecossistemas: a dispersão de sementes (Machado et al., 2006). Considerando o declínio da biodiversidade causado principalmente pela destruição e degração de ambientes naturais (Crooks *et al.*, 2001; Haddad *et al.*, 2015), as aves frugívoras de médio e grande porte - que tendem a realizar uma dispersão de maior qualidade (Holbrook & Loiselle, 2009) - são as mais sucetíveis a essas pertubações (Sodhi *et al.*, 2004).

Dentro desse cenário, temos a pomba-asa-branca (*Patagioenas picazuro*), pertencente à família Columbidae e classificada como pouco preocupante pela IUCN (2016). É uma espécie com ampla distribuição pelas regiões semi-áridas ou abertas do Brasil (Sick 1997), e sua invasão no sudeste brasileiro, mais especificamente no estado de São Paulo, deveu-se principalmente ao processo generalizado de desmatamento, já a partir do final da década de 60 (Willis & Oniki, 1987; Alvarenga, 1990), tornando a espécie um habitante frequente inclusive de áreas urbanas (Sick, 1997). Sua alimentação consiste de sementes, brotos, frutos, folhas jovens e insetos, e pode ocorrer tanto no topo de árvores como no chão (Del Hoyo *et al.*, 1997).

Enquanto estudos mais antigos reportavam a espécie como granívora, seguindo a tendência da família Columbidae (Schubart, 1965), observações recentes de frugivoria nesta espécie indicam que sua dieta pode incluir frutos regularmente (Athiê & Dias, 2012; Pascotto *et al.*, 2012; Zaiden *et al.*, 2015), embora pouco se saiba sobre seu papel como dispersor efetivo das sementes dos frutos que consome.

Como espécie frugívora de porte médio, *P. picazuro* pode estar assumindo uma maior importância entre as comunidades depauperadas de frugívoros, principalmente nos ambientes florestais fragmentados do sudeste do Brasil, onde a perda de espécies é crescente. Assim, apesar do *status* de invasora regional, poderia estar contribuindo para a dispersão de muitas espécies de plantas que dependem de dispersores de médio e grande porte, tornando-se assim uma importante dispersora de sementes destas espécies (Seddon *et al.*, 2014).

Como dispersores de grande porte são essenciais para a manutenção da integridade de um ambiente florestal, pois são os únicos que conseguem engolir e dispersar com sucesso plantas que possuem sementes grandes (Holbrook &Loiselle, 2009), e sendo *Patagioenas picazuro* uma ave com tamanho relativamente grande, cuja dieta inclui frutos, pretendemos neste estudo responder às seguintes questões:1) Qual é a dieta frugívora de *P. picazuro* em ambientes florestais fragmentados no sudeste do Brasil? 2) Qual o efeito da ingestão dos frutos que consome sobre a viabilidade das sementes? 3) Qual seria o papel desta espécie na dispersão de sementes na comunidade generalista remanescente nas áreas afetadas pela degradação ambiental?

Hipotetizamos que a dieta de frutos por por *P. picazuro* será composta de uma grande gama de espécies e gêneros, dada a sua natureza mais generalista. A ingestão de frutos por *P. picazuro* irá destruir algumas sementes (principalmente aquelas mais frágeis), entretanto algumas sementes devem passar intactas e ainda serem viáveis para germinação e, consequentemente, *P. picazuro* terá uma importância dentro da comunidade de aves generalistas remanescentes na dispersão de sementes.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Áreas de estudo

Amostras de fezes de *P.picazuro* foram coletadas no Campus na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, São Paulo (22°49’ S e 47°04’ W), entre 15 de setembro de 2018 e 28 de abril de 2019. A coleta de fezes em cativeiro foi realizada em dois Centros de Recuperação de Animais Silvestres (CRAS) do estado de São Paulo – sendo eles o Instituto Floravida – Centro Fauna de Botucatu-SP (22°57'30.5"S 48°31'24.1"W) e o Depave (Cemacas) de São Paulo-SP (23°24'45.9"S 46°47'29.2"W).

2.2. Coleta de dados

2.2.1. Composição da dieta

Para determinar a composição da dieta frugívora de *Patagioenas picazuro* foram identificadas as sementes encontradas nas fezes coletadas em campo utilizando os guias de LORENZI (1992, 1998 e 2002) e também consultada a literatura – artigos, teses,

resumos de congresso e literatura cinza. O tamanho médio da largura do bico de algumas espécies frugívoras generalistas, de ocorrência comum nos ambientes frequentados por *P. picazuro*, foi obtido na coleção de aves do Museu de Zoologia da Unicamp. A dieta frugívora destas espécies foi obtida da literatura em aritgos de rede de interações mutualísticas.. O tamanho do menor diâmetro do fruto (mm) foi utilizado como base nos tamanhos de frutos. Para *P. picazuro*, apenas as espécies de frutos coletadas em campo foram utilizadas nessa análise, para equiparar com os artigos de rede que foram utilizados para as outras espécies de ave. Com essas informações, foi feita uma comparação entre essas espécies e *Patagioenas picazuro* utilizando um teste ANOVA, realizado no R (R Developmental Core Team, 2016).

2.2.2. Sementes coletadas em campo

As coletas tiveram uma duração de seis meses (setembro/2018 a abril/2019), geralmente sendo realizadas uma vez por semana. Para a localização das dejeções, percorreu-se um trajeto pré-estabelecido (Figura 1) e foram marcadas as áreas onde os indivíduos da espécie aparentemente mantém poleiros fixos. Esses locais compreendem as seguintes regiões do campus da Unicamp: Área da Saúde, Reitoria, Praça da Paz, Instituto de Biologia, Restaurante Universitário, Ciclo Básico, Instituto de Física, Instituto de Economia, Instituto de Artes, Vigilância do Campus, Área de Preservação, Banco do Brasil, Banco Santander e o Instituto de Geologia.

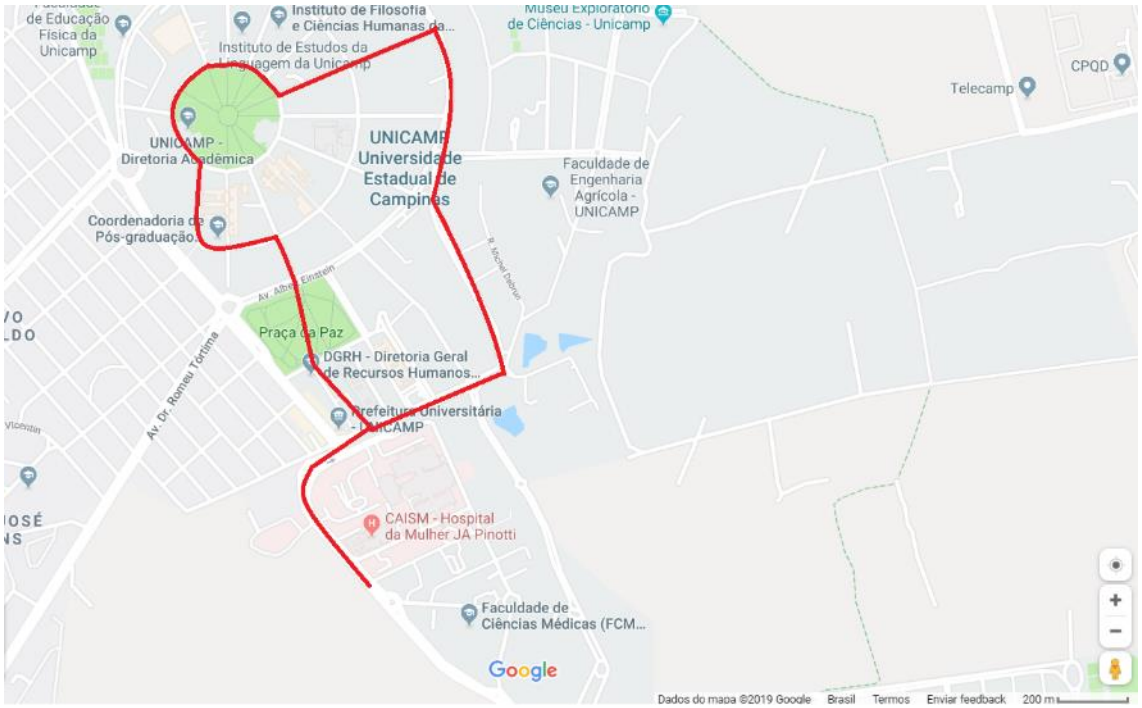


Figura 1: Mapa do trajeto percorrido no campus da Unicamp para coleta de amostras fecais de *Patagioenas picazuro* (Fonte: Google Earth, 2019).

O caminho demarcado no mapa era percorrido a pé em busca de manchas de fezes, que são formadas pelas dejeções múltiplas de vários indivíduos e podem se acumular sob os poleiros. Quando encontradas, o ponto de coleta era georreferenciado e as fezes e sementes eram armazenadas em sacos de papel.

Posteriormente, em laboratório, todo o material coletado era lavado em peneiras e triado em lupa com auxílio de pinças. As sementes encontradas em cada amostra eram contadas e separadas de acordo com a integridade, podendo estar inteiras ou quebradas.

Quando o número de sementes inteiras de determinada espécie era maior que 100, eram realizados testes de germinação, sendo as sementes quebradas descartadas. As sementes inteiras eram lavadas em água corrente e detergente, para remover ao máximo os resíduos de fezes aderidos a elas. Em seguida, eram colocadas em uma solução antifúngica por 5 minutos, novamente lavadas e distribuídas em uma Placa de Petri com papel filtro. As placas foram colocadas para germinar em casa de vegetação sob Sombrite® de 70%, à temperatura ambiente e umedecidas com água destilada em

dias alternados.Semanalmente era anotado o número de sementes germinadas e, depois de 60 dias após a última germinação, o experimento era dado como encerrado.

2.2.3. Sementes coletadas em cativeiro

De janeiro a junho de 2019 foram realizadas sessões de oferta de sementes a indivíduos em cativeiro, durante três ou quatro dias por quinzena, totalizando 152 horas, sendo que cada sessão tinha início em torno das 08:30h e se encerrava em torno das 16:30h. Cada sessão consistia na oferta de aprox. 500 sementes de duas espécies de embaúba (*Cecropia hololeuca e C. pachystachya*, Urticaceae). Essas espécies foram escolhidas para o teste em cativeiro por possuírem sementes com dureza e tamanho diferentes às sementes mais frequentemente encontradas nas amostras de fezes no campo. Durante as sessões, nenhum outro tipo de alimento estava disponível e as pombas permaneceram separadas de outras aves (Figura 2) para facilitar a coleta das fezes com sementes.

O recinto utilizado para o experimento no Depave (Cemacas) de São Paulo-SP era um canil de metal de 1,19 x 0,60 x 1,42 m, no qual as pombas só eram colocadas para a realização do experimento. O recinto do Instituto Floravida possuía grades de metal com medidas de 3,2 x 3,15 x 2,5 m, e as pombas permaneciam nesse recinto mesmo fora do experimento. Também foi instalada uma *cameratrap* (Bushnell, modelo 119436) nos recintos, sempre direcionada para o comedouro, programada para gravar 30 segundos de vídeo e ter 15 segundos de intervalo entre vídeos, durante 10 dias para confirmar que houve o consumo das sementes – confirmado quando, ao assistir ao vídeo, a pomba bicava as sementes presentes no comedouro - (Figura 3) e no caso do recinto do Instituto Floravida, foram colocados sacos plásticos sob os locais de repouso das pombas para auxiliar na coleta das fezes (Figura 4).

Figura 2: Local onde os indivíduos de *Patagioenas picazuro* ficaram durante os experimentos. A: Cemacas; B: Instituto Floravida.

Figura 3: Posicionamento da *cameratrap* utilizada para registro do consumo de sementes por *P. picazuro* em cativeiro.

Figura 4: Sacos plásticos utilizados para coleta de fezes com as sementes oferecidas a *P. picazuro* em cativeiro.

As sementes coletadas em cativeiro obtiveram os mesmo tratamento das coletadas em campo, sendo todas as inteiras colocadas em uma Placa de Petri com papel filtro (Figura 5) e mantidas nas mesmas condições e tratamentos das sementes de campo. No grupo controle, nas mesmas condições, sementes de *Cecropia pachystachya* que não passaram pelo tubo digestório de *P. picazuro* foram testadas para germinação.

Figura 5: Sementes inteiras coletadas das fezes de *Patagioenas picazuro* em placas de Petri na casa de vegetação.

2.2. Análise dos dados

Para testar o efeito da passagem das sementes de *C. pachystachia* pelo sistema digestório de *P. picazuro* na germinação foi utilizado o teste Qui-quadrado. Além disso, o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) foi submetido à análise de variância. Foi utilizado o teste de Tukey, com nível de significância 5% para comparar as médias. No cálculo do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) foi empregada a seguinte fórmula de Esechie (1994):

IVG = G1/N1 + G2/N2 + ... + Gn/Nn;

onde:

IVG = índice de velocidade de germinação;

G1, G2, Gn = porcentagem de sementes germinadas computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem;

N1, N2, Nn = número de dias de semeadura à primeira, segunda e última contagem.

As análises foram desenvolvidas na versão 3.3.0 do Software R (R Developmental Core Team 2016).

3. Resultados

3.1. Composição da dieta

Um total de 32 espécies pertencentes a 21 famílias de plantas é consumido por *Patagioenas picazuro*, baseando-se em dados de campo e literatura (Tabela 1). Além disso, foi comparado o tamanho médio (mm) dos frutos ingeridos e a largura média do bico entre *P. picazuro* (Pat_pic ou Pp) e as seguintes espécies de aves frugívoras generalistas: *Tangara sayaca* (Tan_say), *Turdus rufiventris* (Tur_ruf), *Pitangus sulphuratus* (Pit_sul), *Cyanocorax cristatellus* (Cya_cri) e *Ramphastos toco* (Ram_toc) (Figura 6). As espécies de frutos utilizados, assim como quais aves as consomem e o tamanho do menor diâmetro do fruto (mm) estão na tabela do Anexo I.

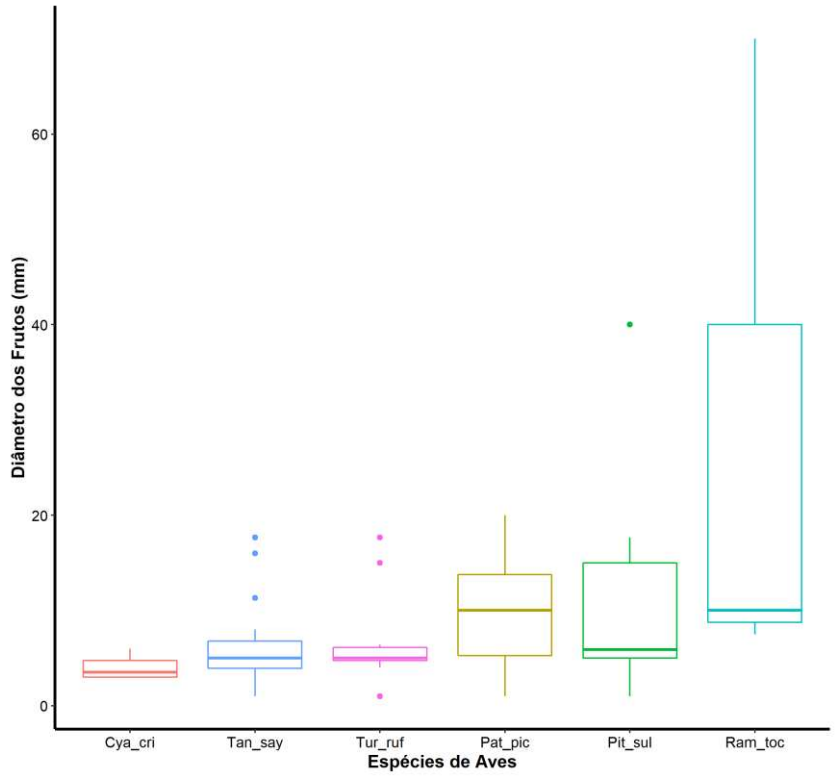


Figura 6: Diâmetro dos frutos (mm) consumidos por aves frugívoras generalistas com diferentes larguras de bico. Letras diferentes indicam diferença significativa ($p<0.05$). Largura média do bico (mm): Cya_cri 17,77, Tan_say 8,96, Tur_ruf 13,25, Pat_pic 11,50, Pit_sul 13,95, Ram_toc 36,29.

Tabela 1: Famílias e espécies consumidas por *Patagioenas picazuro* encontradas durante o levantamento bibliográfico e durante a coleta de fezes no campo.

Família	**Espécie**	**Fonte**
Arecacea	*Phoenix canariensis*	Coleta de fezes (Campo)
Boraginaceae	*Cordia africana*	Ribeiro da Silva et al., 2015
	Cordia mixa	J. Vasconcellos Neto (obs. pes.)
		Coleta de fezes (Campo)
Cannabaceae	*Trema micrantha*	Bello et al., 2017
Dilleniaceae	*Curatella americana*	Pascotto, Caten e de Oliveira, 2012
		Andrade, Mota e Carvalho, 2011
Euphorbiaceae	*Alchornea sidifolia*	Santos e Nunes, 2014
	Sebastiania brasiliensis	Coleta de fezes (Campo)
Erythroxylaceae	*Erythroxylum deciduum*	Bello et al., 2017
Fabaceae	*Acacia auriculiformis*	Silva, 2011
	Peltophorum dubium	Coleta de fezes (Campo)
Lamiaceae	*Callicarpa nudiflora*	Observação Pessoal
Magnoliaceae	*Michelia champaca*	Oliveira, Franchin e Marçal-Júnior, 2013
Malpighiaceae	*Byrsonima intermedia*	da Silva e de Melo, 2013
Melastomataceae	*Miconia albicans*	Allenspach e Dias, 2012
	Miconia chamissois	Amâncio, 2008
Meliaceae	*Melia azedarach*	Athiê e Dias, 2012
		Bello et al., 2017
Moraceae	*Ficus benjamina*	Silva, 2011
Myrsinaceae	*Myrsine laetevirens*	Montaldo, 2005
	Myrsine lessertiana	Pineschi, 1990
Myrtaceae	*Syzygium cumini*	Bello et al., 2017
Ochnaceae	*Ouratea hexasperma*	da Silva e de Melo, 2013
	Ouratea spectabilis	Malacco da Silva e Pedroni, 2014
Oleaceae	*Ligustrum lucidum*	Montaldo, 2005
	Ligustrum sinense	Montaldo, 2005
Sapotaceae	*Chrysophyllum marginatum*	Oliveira, 2009
Solanaceae	*Solanum scuticum*	J. Vasconcellos Neto (obs. pes.)
	Solanum granulosoleprosum	Coleta de fezes (Campo)
		Bello et al., 2017
	Solanum americanum	Coleta de fezes (Campo)
	Solanum mauritianum	Bello et al., 2017
Urticaceae	*Cecropia pachystachya*	Castro, 2011
Verbenaceae	*Citharexylum myrianthum*	Coleta de fezes (Campo)
		Ribeiro da Silva et al., 2015
		do Amaral, Antiqueira e Horbach, 2013
	Citharexylum montevidense	Montaldo, 2005

3.2. Sementes coletadas em campo

Durante as coletas foram georreferenciadas 211 manchas de fezes (Figura 7), das quais 153 (72,5%) continham sementes, totalizando 6191 sementes encontradas, e possivelmente 47 espécies vegetais diferentes. Dessas, foi possível identificar sete espécies (*Cordia myxa*, *Solanum americanum*, *Solanum granuloso-leprosum*, *Phoenix canariensis*, *Sebastiania brasiliensis*, *Cytharexyllum myrianthum* e *Peltophorum dubium*), e dez famílias (Boraginaceae, Verbenaceae, Solanaceae, Annonaceae, Moraceae, Poaceae, Euphorbiaceae, Urticaceae, Arecaceae e Fabaceae). A Tabela 2 apresenta as espécies vegetais encontradas nas fezes coletadas em campo e o anexo II as fotografias de todas espécies e morfoespécies. As quatro espécies vegetais com número suficiente de sementes (>100) para serem colocadas para germinar foram: *Cordia myxa* (Boraginaceae), *Solanum americanum* e *Solanum granuloso-leprosum* (Solanaceae) e *Cytharexyllum myrianthum* (Verbenaceae).

Tabela 2: Espécies de sementes encontradas nas fezes de *Patagioenas picazuro* no campus da Unicamp, entre setembro/2018 e abril/2019, com informações sobre os meses de ocorrência, número de sementes inteiras nas fezes (NI), número de sementes quebradas nas fezes (NQ).

		Meses									
Espécie	***Família***	***S***	***O***	***N***	***D***	***J***	***F***	***M***	***A***	***NI***	***NQ***
Solanum granuloso-leprosum	Solanaceae			■	■	■	■	■		163	51
Solanum americanum	Solanaceae	■	■		■					208	55
Cordia myxa	Boraginaceae				■	■	■	■	■	3595	25
Citharexylum myrianthum	Verbenaceae					■	■	■		332	335
Solanum spp. I	Solanaceae		■			■	■	■		852	160
Solanum ssp. II	Solanaceae					■				1	0
Solanum ssp. III	Solanaceae					■				2	0
Morfoespécie I	-			■						0	2
Morfoespécie II	-			■						1	0
Morfoespécie III	-				■					1	0
Morfoespécie IV	-				■					1	0
Morfoespécie V	-				■					1	0
Morfoespécie VI	-				■					1	0
Morfoespécie VII	-				■					0	1
Morfoespécie VIII	-				■					1	0
Xylopia sp.	Annonaceae				■					1	0
Ficus sp. II	Moraceae				■					3	0
Poaceae ssp. I	Poaceae				■	■				78	17
Morfoespécie XII	-				■					1	0
Morfoespécie XIII	-				■					5	0
Morfoespécie XIV	-				■	■	■			3	0
Sebastiana brasiliensis	Euphorbiaceae					■				2	0
Morfoespécie XVI	-					■				1	0
Morfoespécie XVII	-					■				-	-
Morfoespécie XVIII	-					■				1	1
Poaceae ssp. II	Poaceae					■				1	0
Morfoespécie XX	-					■				1	0
Morfoespécie XXI	-					■				0	1

Figura 7: Localização dos pontos de coleta das amostras fecais no campus da Unicamp.

Aproximadamente 67% do total das amostras fecais encontradas continham sementes. Tanto as amostras fecais (Figura 8) quanto as sementes nelas contidas (Figura 9) foram mais abundantes durante o período de dezembro a março.

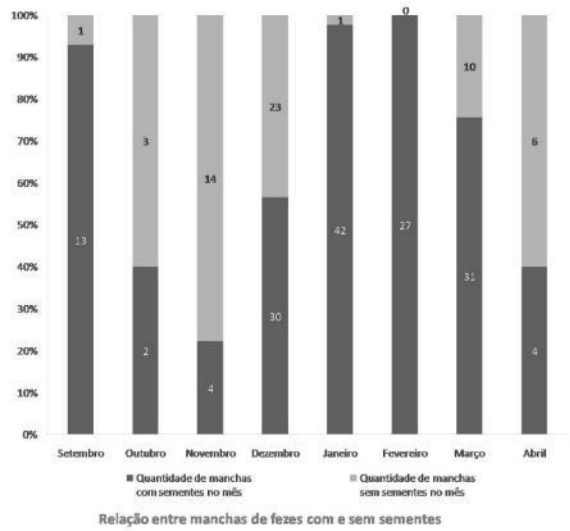


Figura 8: Proporção de amostras fecais de *P. picazuro* com e sem sementes durante o período de estudo.

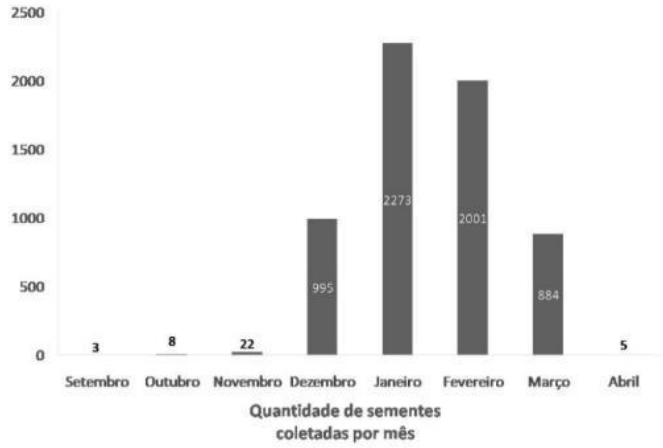


Figura 9: Número de sementes coletadas mensalmente nas fezes de *P. picazuro* ao longo do período de estudo.

Dentre as quatro espécies (*Cordia myxa*, *Cytharexyllum myrianthum*, *Solanum americanum* e *Solanum granuloso-leprosum*) mais abundantes encontradas nas fezes, *Cordia myxa* corresponde a aproximadamente 58% do total de sementes. Considerando essas quatro espécies, metade ou mais das sementes permaneceu íntegra após a passagem pelo trato digestório da pomba-asa-branca (Figura 10). Para estas espécies, contudo, a germinação das sementes foi relativamente reduzida, quando comparadas à literatura (Figura 11).

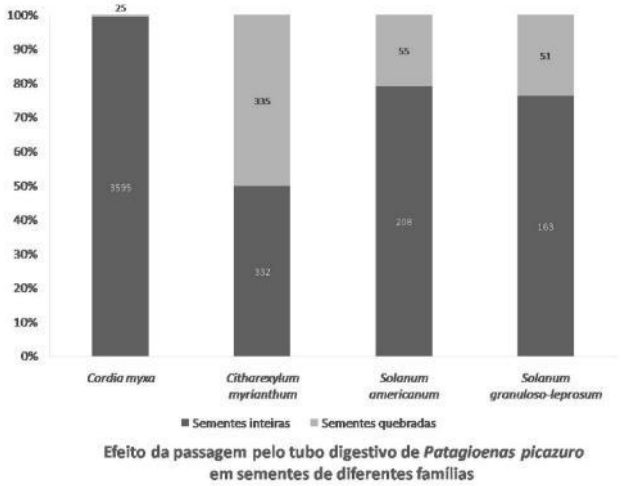


Figura 10: Efeito da passagem pelo tubo digestório de *Patagioenas picazuro* sobre as espécies mais abundantes na amostra.

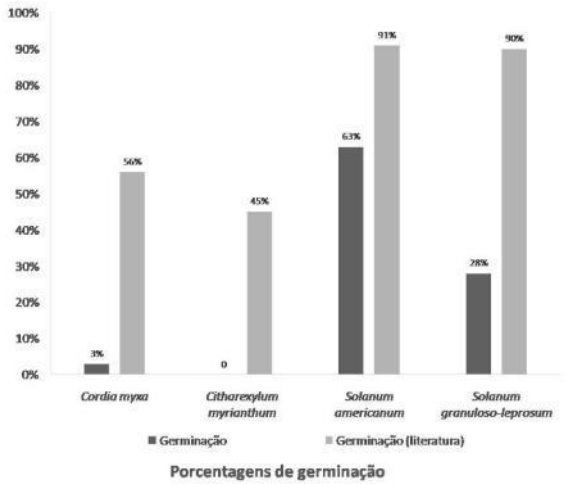


Figura 11: Porcentagens de germinação das espécies mais abundantes na amostra comparadas com dados da literatura (Barroso, 2009; Amaral, 2013; Rossaneis, 2015; Castellani, 2009).

3.3. Sementes coletadas em cativeiro

De um total de 300 sequências de vídeo registradas em cativeiro, em 37 foi possível verificar a ingestão de sementes de *Cecropia* pela pomba-asa-branca. As pombas cativas costumavam comer entre o final da manhã e o início da tarde, aproximadamente das 11h às 14:30h, e no final da tarde, aproximadamente das 15:30 às 17h. As pombas forrageavam no chão por cerca de 30 minutos, e em seguida descansavam pousadas em galhos por aproximadamente 15 minutos antes de retornar ao forrageio. Para forragear, costumam usar a varredura de bico – ave movimenta o bico rapidamente de um lado para outro, em contato com o solo, para localizar um item alimentar – tanto na terra para localizar itens alimentares, como no comedouro que continha as sementes de *Cecropia*. Após o pico de forrageio, as pombas sempre ficavam

em locais altos do recinto, normalmente repousando ou passando o bico nas penas. Foram recuperadas nas fezes em cativeiro (Figura 12a) um total de nove sementes de *Cecropia hololeuca* e 65 sementes de *Cecropia pachystachya*. Destas, 56% de sementes de *C. hololeuca* e 95% de sementes de *C. pachystachya* estavam inteiras. Além dessas espécies oferecidas, foram encontradas também sementes de algumas espécies de gramínea (grande maioria destruída, apenas três inteiras), seis sementes inteiras de *Psidium* e uma semente inteira de *Trema micrantha*. Todas as sementes encontradas íntegras foram colocadas para germinar.

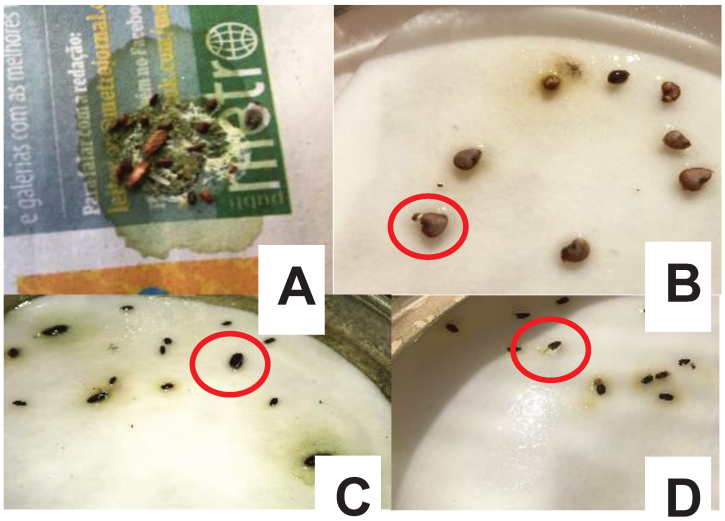


Figura 12: A – Sementes de *C. hololeuca* e *C. pachystachia*nas fezes de *P. picazuro*; B – Sementes de *Psidum* defecadas por *P. picazuro*; C – Sementes de *C. hololeuca* e *C. pachystachia* defecadas por *P. picazuro*; D - Sementes de *C. pachystachia* defecadas por *P. picazuro*. As circuladas em vermelho são as sementes germinadas (em C uma semente de *C. hololeuca*).

Com relação às germinações, as sementes de gramínea e *Trema micrantha* não germinaram, as sementes de *Psidium* tiveram uma taxa de germinação de 50% (Figura 12b), as sementes de *Cecropia hololeuca* uma taxa de 20% (Firgura 12c), e as sementes de *Cecropia pachystachya* uma taxa de 19,35% (Figura 12d). O grupo controle – que continha sementes de *Cecropia pachystachya* da mesma origem das oferecidas para as pombas – teve uma taxa de germinação de 13,3%. Embora a taxa de germinação e o IVG tenham sido maiores para o tratamento da pomba, não houve diferença significativa entre os dois tratamentos (Figura13 e Tabela 3).

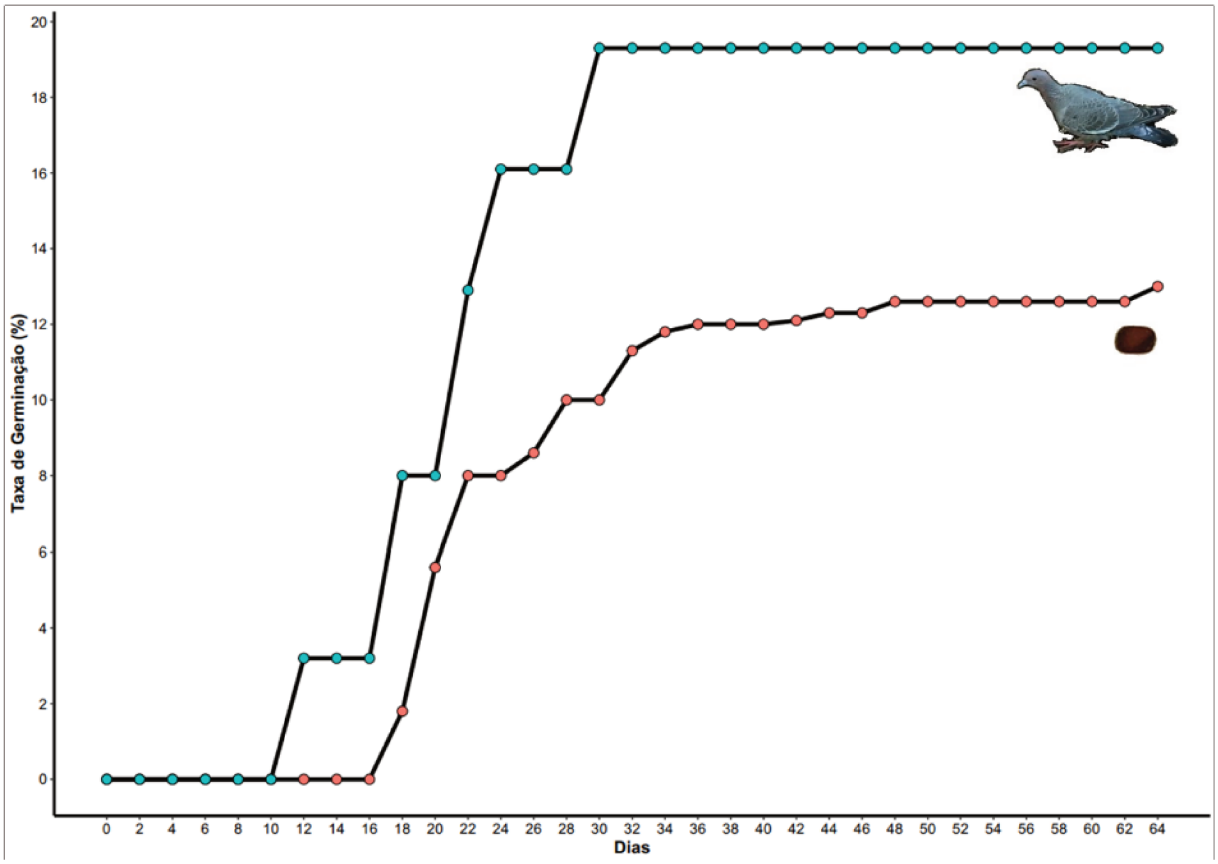


Figura 13: Taxa de germinação cumulativa das sementes que passaram pelo tubo digestório de *Patagioenas picazuro* (azul) e das sementes do grupo controle (rosa). O teste de X^2 não foi significativo, sendo $X^2 = 1.33$, $p = 0.24$.

Tabela 3: Porcentagem de germinação e Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *C. pachystachya*. Letras iguais representam diferenças não significativas. GRI: $p = 0.27$.

Tratamento	Porcentagem de germinação	IVG
Controle	13a	0.55a
P. picazuro	19a	1.00a

4. Discussão

Para nosso conhecimento, esse é o primeiro estudo que compilou a composição da dieta frugívora de *Patagioenas picazuro*. Embora a frugivoria de *P. picazuro* não tenha sido observada em campo, grande parte das espécies de frutos listadas se encontra em áreas antrópicas. Isso, muito provavelmente, se deve ao fato de que, ao invadir essas áreas fragmentadas e/ou urbanizadas, a pomba utilize os alimentos em função da sua maior disponibilidade. Ou ainda pelo fato de que, por ser uma ave de médio porte, a

observação da frugivoria e a coleta de fezes são facilitados em ambientes mais abertos – como o urbano.

Ao compararmos o diâmetro (mm) de frutos ou diásporos engolidos inteiros por outras cinco espécies frugívoras generalistas, simpátricas e sintópicas com *P. picazuro* (Figura 7), verifica-se que a pomba-asa-branca pode dispersar frutos equivalentes aos dispersos por frugívoros com bicos de largura entre 13 e 17 mm, mesmo tendo, em média, um bico com largura menor que 12 mm. O fato de possuir um tamanho de 34 cm, voar longas distâncias (Ramos *et al.*, 2020) e conseguir ingerir frutos grandes, quando comparados à fauna frugívora remanescente dos locais urbanizados e fragmentados, pode conferir a esta espécie certa importância na dispersão de sementes, não só consumindo frutos grandes como também levando-os a distâncias maiores que as aves menores, entre a comunidade de frugívoros generalistas.

Este estudo também é o primeiro a realizar testes comparados de germinação com as sementes ingeridas pela pomba-asa-branca. Apenas o estudo de Montaldo (2005) fez testes de passagem de sementes pelo intestino de *Patagioenas picazuro*, mas sem realizar testes comparados de germinação. No atual estudo, fizemos testes de germinação com seis espécies diferentes (*Cecropia pachystachia, Cecropia hololeuca, Cordia myxa, Solanum americanum, Solanum granuloso-leprosum* e *Cytharexyllum myrianthum*), onde as diferentes características das sementes (dureza, tamanho) permitem inferir sobre as chances de sobrevivência à passagem do trato digestório da pomba-asa-branca. Além disso, o presente estudo mostra que boa parte das sementes continua viável para a germinação após a passagem pelo trato digestório da pomba.

A variação no número de sementes encontradas durante a coleta no campo (Figuras 9 e 10) pode estar refletindo as diferenças fenológicas na produção de frutos de cada espécie, bem como as preferências na dieta da pomba. *Cordia myxa* predominou na dieta obtida a partir das amostras fecais coletadas no campus da Unicamp. Trata-se de uma espécie exótica, comumente encontrada em áreas urbanas. Seu porte varia desde arbustos até pequenas árvores e possui frutos relativamente grandes (1-3 cm de diâmetro) com até duas sementes que levam de 40 a 60 dias para germinar (Burkill, 1985; Oudhia, 2007; Bouby, 2011). A predominância das sementes de *C. myxa* nas fezes da

pomba pode refletir a fenologia dessa espécie, sendo esta uma planta comum nas localidades com várias árvores frutificando entre o período de dezembro a fevereiro – meses com alta quantidade de sementes encontradas nas fezes (Silva & Ferreira, 2015). *Solanum americanum* é um arbusto cujos frutos têm de 5 a 10 mm de diâmetro, contendo numerosas pequenas sementes (Edmonds, 1977). *Solanum granuloso-leprosum* é uma árvore pioneira de pequeno porte, cujos frutos apresentam aproximadamente 15 mm de diâmetro, contendo muitas sementes pequenas (Jacomassa, 2016), levando cerca de 23 dias para germinar (Jacomassa & Pizo, 2010). *Cytharexyllum myrianthum* é uma árvore de médio porte cujos frutos têm cerca de 1 cm (contendo duas sementes), cuja germinação leva de 20 a 40 dias e a frutificação ocorre entre os meses de janeiro e março (Lorenzi, 1992; Machado, 2005).

Sementes grandes e duras, como *Cordia myxa*, têm altas chances de passarem intactas pelo sistema digestório da pomba-asa-branca, ao passo que sementes grandes e mais frágeis, como *Cytharexyllum myrianthum*, têm 50% de chance de serem danificadas. Esses resultados são parcialmente corroborados pelo estudo de Montaldo (2005), no qual quatro espécies de plantas (*Citharexylum montevidense, Myrsine laetevirens, Ligustrum lucidum* e *Ligustrum sinense*) foram consumidas pela pomba-asa-branca, mas apenas a mais dura delas (*Citharexylum montevidense*) conseguiu ter 16% de sobrevivência após a passagem pelo trato digestório da pomba. As sementes pequenas de *Solanum americanum* e *S. granuloso-leprosum* também conseguem passar, em sua grande parte, ilesas pelo sistema digestório da pomba. Em cativeiro podemos observar resultados similares. *Cecropia pachystachia*, espécie arbórea, pioneira, heliófila, perenifólia, atingindo até 25 metros de altura e 45 centímetros de diâmetro (Putini, 2013), com sementes pequenas, teve grande parte das sementes intactas, ao passo que *Cecropia hololeuca*, espécie arbórea, pioneira, perenifólia, com altura de 6 m a 12 m e diâmetro de 20 a 30 cm (Lorenzi, 1992), com sementes médias, teve cerca de 44% de chances de ser danificada. Isso significa que, para certas espécies vegetais – principalmente aquelas que possuam sementes médias ou grandes e frágeis – a pomba-asa-branca pode realmente ser considerada uma predadora de sementes (embora ainda disperse algumas), ao passo que para outras espécies vegetais –

principalmente aquelas que possuam sementes bem duras ou pequenas – o número de sementes íntegras tende a superar as destruídas.

Embora as taxas de germinação das sementes defecadas pela pomba-asa-branca estejam abaixo daquelas citadas na literatura (Figura 11), muitas sementes ainda possuem chances de germinar após esse tratamento, um fato surpreendente para uma espécie que era classificada como granívora há poucos anos atrás (Vogel, Campos & Bechara, 2015; Volpato, Prado & dos Anjos, 2010; Bocchese *et al.*, 2008; Bocchese, de Oliveira & Laura 2008; Christianini & Galetti, 2007; Scherer, Maraschin-Silva & Baptista, 2007; Chatellenaz, 2004; Marini, 2001). Ademais, no caso de *Cecropia pachystachia*, tanto a taxa de germinação quanto o IVG das sementes que atravessaram o trato digestório da pomba não diferiram significativamente em relação ao grupo controle, mostrando que, embora a pomba não melhore a germinação das sementes dessa espécie, também não a prejudica. A possível dispersão de *Cecropia pachystachia* pela pomba-asa-branca é muito relevante quando levamos em conta os habitats onde as duas espécies coexistem (áreas urbanas, fragmentos de mata, florestas degradadas), pois *C. pachystachia* é uma espécie pioneira com boa capacidade para atração e manutenção da fauna frugívora (Bello *et al.*, 2017; Gonçalves e Vitorino, 2014; Nascimento, 2010; Sato, Passos e Nogueira, 2008; Passos e Passamani, 2003).

Embora a pomba-asa-branca consuma *Cordia myxa* em quantidade e suas sementes atravessem íntegras o tubo digestório, somente 3% das sementes germinaram (Figura 11), o que pode ser um fato positivo considerando que se trata de uma espécie exótica. Muitas espécies exóticas com potencial para tornarem-se invasoras mantém relações mutualísticas com a fauna local (Richardson *et al.*, 2000) dificultando assim o seu controle e manejo. Portanto, nessa interação particular com *Cordia myxa*, *Patagioenas picazuro* não estaria favorecendo nem facilitando a germinação dessa espécie e eventualmente contribuindo para impedir sua possível invasão. Por outro lado, essa interação pode fornecer subsídios para o planejamento e manejo do paisagismo urbano, principalmente nas situações onde se pretende evitar a disseminação de espécies exóticas pela fauna frugívora dos ambientes urbanos para os naturais (Gosper,

Stansbury& Vivian-Smith, 2005) ou nos locais onde a presença da pomba-asa-branca pode ser uma fonte de incômodo ou sujeira (observação pessoal).

Por fim, estudos sobre dispersão de sementes em aves normalmente estão focados em espécies frugívoras mais especializadas, sendo pouco relatados estudos com espécies frugívoras mais generalistas, em que frutos não são o item predominante na dieta (Wenny *et al.*, 2016). Consequentemente, nosso entendimento sobre os processos ecológicos da dispersão de sementes está incompleto (Wenny *et al.*, 2016). Melhorar nosso entendimento sobre esses processos ecológicos é crucial para aprimorar planos de conservação (Wenny *et al.*, 2016), principalmente na região Sudeste do Brasil, onde a grande maioria das áreas de conservação está separada e fragmentada em pequenas áreas (Ribeiro *et al.*, 2009), e a fauna resiliente normalmente é composta por espécies generalistas de frugívoros (Galetti, Bovendorp & Guevara, 2015).

5. Conclusão

Patagionenas picazuro pode ser considerada uma frugívora eventual, capaz de dispersar legitimamente espécies de frutos carnosos nativos e exóticos com até 12,5 mm de diâmetro, sendo que as porcentagens de sementes destruídas e as taxas de germinação variam dependendo da espécie vegetal. Essas características lhe conferem uma função ecológica secundária, porém não menos importante na comunidade de aves frugívoras generalistas em ambientes semi-abertos e antropizados do sudeste e sul do Brasil.

6. REFERÊNCIAS

Abreu, D. C. A. (2002). Caracterização morfológica de frutos e sementes e germinação de *Allophylus edulis* (St.Hil.) Radlk e *Drymis brasiliensis* Miers. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

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(2), 407-413.

Alvarenga, H. M. F. (1990). Novos registros e expansões geográficas de aves no leste do estado de São Paulo. *Ararajuba, 1*: 113-114.

Amâncio, S. (2008). Frugivoria por aves em bordas de fragmentos florestais, Uberlândia-MG. Horizonte Científico, 2(1).

do Amaral, W. A. N., Antiqueira, L. M. R., & Horbach, M. A. (2013). Frutificação e ecologia da germinação de *Citharexylum myrianthum* Cham (Verbenaceae). Journal of Biotechnology and Biodiversity, 4(3) falta paginação.

Andrade, P. C., Mota, J. V. L. & Carvalho, A. A. F. (2011). Interações mutualísticas entre aves frugívoras e plantas em um fragmento urbano de Mata Atlântica, Salvador, BA. Revista Brasileira de Ornitologia. 19(1): 63-73.

Athiê, S., & Dias, M. M. (2012). Frugivoria por aves em um mosaico de Floresta Estacional Semidecidual e reflorestamento misto em Rio Claro, São Paulo, Brasil. Acta Botanica Brasílica, 26(1), 84-93.

Battilani, J. L., Santiago, E. F. &Souza, A. L. T. de. (2007). Aspectos morfológicos de frutos, sementes e desenvolvimento de plântulas e plantas jovens de *Unonopsis lindmanii* Fries (Annonaceae). Acta Botanica Brasilica. São Paulo, v. 21, n. 4, p. 897-907.

Bello, C., Galetti, M., Montan, D., Pizo, M. A., Mariguela, T. C., Culot, L.,Bufalo, F., Labecca, F., Pedrosa, F., Constantini, R.,Emer, C, Silva, W. R., da Silva, F. R., Ovaskainen, O. & Jordano, J. (2017). Data Papers. Ecology, 98(6), 1729.

Bouby L., Bouchette A. & Figueiral I. (2011). Sebesten fruits (*Cordia myxa* L.) in Gallia narbonensis (Southern France): a trade item from the Eastern Mediterranean? Vegetation History and Archaeobotany 20: 397-404.

Bocchese, R. A., Oliveira, A. D., Favero, S., Garnés, S. D. S., & Laura, V. A. (2008). Chuva de sementes e estabelecimento de plântulas a partir da utilização de árvores isoladas e poleiros artificiais por aves dispersoras de sementes, em área de Cerrado, Mato Grosso do Sul, Brasil. Revista Brasileira de Ornitologia, 16(3), 207-213.

Bocchese, R. A., de Oliveira Kleber Morbeck, A., & Laura, V. (2008). Germinação de sementes de *Cecropia pachystachya* Trécul (Cecropiaceae) em padrões anteriores e posteriores à passagem pelo trato digestório de aves dispersoras de sementes. Revista de Biologia e Ciências da Terra, 8(2). Falta paginação

Burkill, H.M. (1985). The useful plants of West Tropical Africa. Royal Botanical Gardens. Kew.

Caliari, C. P. (2013). Estudos em Myrtaceae do estado de São Paulo: *Myrcia* seção *Gomidesia*. Dissertação de Mestrado, USP, São Paulo.

Castro, S. L. R. de. (2011). Rede de interações aves-plantas arbóreas em fragmentos de floresta ripária na região noroeste do Paraná. Dissertação de doutorado, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

Cazetta, E.; Galetti, M. (2007). Frugivoria e especificidade por hospedeiros na erva-de-passarinho *Phoradendron rubrum* (L.) Griseb. (Viscaceae). Revista Brasileira de Botânica. São Paulo, v. 30, n. 2, p. 345-351.

Cazetta, E., Rubim, P., Lunardi, V. O., Francisco, M. R. e Galetti, M.(2002). Frugivoria e dispersão de sementes de *Talauma ovata* (Magnoliaceae) no sudeste brasileiro. Ararajuba 10: 199-206.

Chatellenaz, M. L. (2004). Avifauna del bosque de Quebracho colorado y Urunday del noroeste de Corrientes, Argentina. Facena, 20(1). Falta paginação

Christianini, A. V., & Galetti, M. (2007). Toward reliable estimates of seed removal by small mammals and birds in the Neotropics. Brazilian Journal of Biology, 67(2), 203-208.

Correia, J. L. A., Leão, R. C., Florentino, E. R., Santos, K. M. A. Dos, Pires, V. C. F., Marques, O. M.& Florêncio, I. M. (2015). Aproveitamento do fruto jambolão (*Syzygium cumini*) para elaboração de vinho. p. 3066-3073. In: Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química - COBEQ 2014 [= Blucher Chemical Engineering Proceedings, v.1, n.2]. São Paulo: Blucher.

Cosmo, N. L., Gogosz, A. M., Nogueira, A. C., Bona, C., & Kuniyoshi, Y. S. (2009). Morfologia do fruto, da semente e morfo-anatomia da plântula de *Vitex megapotamica* (Spreng.) Moldenke (Lamiaceae). Acta Botanica Brasilica, 23(2), 389-397.

Crooks, K. R., Suarez, A. V., Bolger, D. T., & Soulé, M. E. (2001). Extinction and colonization of birds on habitat islands. *Conservation Biology*, *15*(1), 159-172.

Del Hoyo, J.; A. Elliott & Sargatal, J. (1997) Handbook of the birds of the world. Sandgrouse to Cuckoos. Barcelona, Lynx Edicions, vol. 4, 60p.

Edmonds, J. M. & Chweya, J. A. (1977). Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crop; Black Night Shades (*Solanum nigrum* L) and related species. Rome: International Plant Genetic Resources Institute.

Esechie, H., 1994. Interaction of salinity and temperature on the germination of sorghum. Journal of Agronomy and Crop Science,172,194–199.

França, L. F., Ragusa-Netto, J.& Paiva, L, V, de. (2009). Consumo de frutos e abundância de Tucano Toco (*Ramphastos toco*) em dois hábitats do Pantanal Sul. Biota Neotropica. Campinas, v. 9, n. 2, p. 125-130.

Francisco, M. R. & Galetti, M. (2001). Frugivoria e dispersão de sementes de *Rapanea lancifolia* (Myrsinaceae) por aves numa área de cerrado do Estado de São Paulo, sudeste do Brasil, Estado de São Paulo. Ararajuba 10 (2): 193-198.

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. Revista Brasileira de Botânica. São Paulo, v. 25, n. 1, p. 11-17.

Francisco, M. R.& Galetti, M. (2002). Consumo dos frutos de *Davilla rugosa* (Dilleniaceae) por aves numa área de cerrado em São Carlos, Estado de São Paulo. Ararajuba 10 (2): 193-198.

Freitas, M. de F.& Kinoshita, L. S. (2015). *Myrsine* (Myrsinoideae- Primulaceae) no sudeste e sul do Brasil. Rodriguésia, Rio de Janeiro, v. 66, n. 1, p. 167-189.

Galetti, M., Bovendorp, R. S., & Guevara, R. (2015). Defaunation of large mammals leads to an increase in seed predation in the Atlantic forests. Global Ecology and Conservation, 3, 824-830.

Galetti, M. & Pizo, M.A. (1996). Fruit eating by birds in a forest fragment in southeastern Brazil. Ararajuba 4: 71-79.

Gomes, C. M. (2013). Interações entre aves e plantas: frugivoria, amplitude de nicho e relações morfológicas em três diferentes ambientes. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

Gonçalves, G. L.& 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, v.4, p.100-105.

Gosper, C.R., Stansbury, C.D. & Vivian-Smith, G. (2005). Seed dispersal of fleshy-fruited invasive plants by birds: contributing factors and management options. Diversity and Distributions, 11, 549–558.

Haddad, N. M., Brudvig, L. A., Clobert, J., Davies, K. F., Gonzalez, A., Holt, R. D., Lovejoy, T. E., Sexton, J. O., Austin, M. P., Collins, C. D., Cook, W. M., Damschen, E. I., Ewers, R. M., Foster, B. L., Jenkins, C. N., King, A. J., Laurance, W. F., Levey, D. J., Margules, C. R., Melbourne, B. A., Nicholls, A. O., Orrock, J. L., Song, D. &

Townshend, J. R.(2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*, *1*(2), e1500052.

Holbrook, K. M., & Loiselle, B. A. (2009). Dispersal in a Neotropical tree, *Virola flexuosa* (Myristicaceae): does hunting of large vertebrates limit seed removal? Ecology, 90(6), 1449-1455.

IUCN. (2016). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-3. Available at: www.iucnredlist.org. (Accessed: 21 July 2020).

Jacomassa, F. A. F. (2016). Frugivory and seed dispersal of *Solanum granuloso-leprosum* Dunal (Solanaceae) by birds in deciduous seasonal forest. *Brazilian Journal of Biology*, *76*(4), 818-823.

Jacomassa, F.A.F. and Pizo, M.A., 2010. Birds and bats diverge in the qualitative and quantitative components of seed dispersal of a pioneer tree. Acta Oecologica, vol. 36, no. 5, pp. 493-496.

Jorge, M. H. A., Urbanetz, C., Costa, E.& Salis, S. M. (2014). Água corrente acelera a germinação de sementes de carandá (*Copernicia alba*). Corumbá: Embrapa Pantanal. 4 p. (Embrapa Pantanal. Circular Técnica, 110). Disponível em: <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/CT110.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2018.

José, A. C. (2007). Physiological and molecular responses of *Talauma ovata* seeds to drying and imbibition. 2007. 83 f. Tese (Doutorado em Engenharia florestal/Manejo ambiental) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Lorenzi, H. (1992). Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. V. 1. Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA, São Paulo.

Lorenzi, H. (1998). Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. V. 2. Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA, São Paulo.

Lorenzi, H. (2002). Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. 2v., il. ISBN 8586714143 (enc.) v.2.

Lorenzi, H. (2009). Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. V. 3. Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA, São Paulo.

Machado, L. O. M. & da Rosa, G. A. B. (2005). Frugivoria por aves em *Cytharexyllum myrianthum* Cham (Verbenaceae) em áreas de pastagens de Campinas, SP. Ararajuba, 13(1): 113-115.

Machado, E. L. M., Gonzaga, A. P. D., Macedo, R. L. G., Venturin, N., & Gomes, J. E. (2006). Importância da avifauna em programas de recuperação de áreas degradadas. Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal, 4(7), 3-9.

Malacco da Silva, G. B. & Pedroni, F. (2014). Frugivoria por aves em área de cerrado no município de Uberlândia, Minas Gerais. Revista Árvore, 38(3).

Marini, M. A. (2001). Effects of forest fragmentation on birds of the cerrado region, Brazil. Bird Conservation International, 11(1), 13-25.

Mendonça-Souza, L.R. 2006. *Ficus* (Moraceae) no estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado. Instituto de Botânica de São Paulo, São Paulo. 140p.

Montaldo, N. H. (2005). Aves frugívoras de un relicto de selva subtropical ribereña en Argentina: manipulación de frutos y destino de las semillas. El Hornero, 20(2), 163-172.

Nascimento, C. J. (2010). Dados preliminares do comportamento alimentar de aves em *Cecropia* sp., área urbana, Resende RJ. Páginas 117 a 119 (Centro Universitário de Barra Mansa, RJ). in: I Simpósio de pesquisa em mata atlântica, Engenheiro Paulo de Frontin – RJ,p.117-119.

Oliveira, A. P. (2009). Frutificação e frugivoria por aves em remanescente de cerrado, Mato Grosso do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 66 p.

Oliveira, D. S. F. (2010) Availability and consumption of fruits of *Michelia champaca* L. (Magnoliaceae) in the urban area of Uberlândia, MG: a bird exotic plant interaction. 36 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

Oliveira, D. S. F., Franchin, A. G., & Marçal-Júnior, O. (2013). Disponibilidade de frutos de *Michelia champaca* L. (Magnoliaceae) e seu consumo por aves na área urbana de Uberlândia, MG. Journal of Biosciences, 29, 2053-2065.

Oliveira, D. S., Franchin, A. G.& Marçal-Júnior, O. (2015). Rede de interações ave-planta: um estudo sobre frugivoria em áreas urbanas do Brasil. Biotemas (UFSC), v. 28, n.4,p.83.

Oudhia, P. (2007). *Cordia myxa* L. [Internet] Record from PROTA4U. Schmelzer, G.H. & Gurib-Fakim, A. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands. <http://www.prota4u.org/search.asp>. Accessed 27 January 2019.

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.

Pascotto, M. C., Caten, H. T., & d Oliveira, J. P. F. (2012). Birds as potential seed dispersers of *Curatella americana* L. (Dilleniaceae) in the Brazilian Cerrado. Ornitologia Neotropical. 23, 585-595.

Passos, J. G.& Passamani, M. (2003). *Artibeus lituratus* (Chiroptera, Phyllostomidae): biologia e dispersão de sementes no Parque do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão, Santa Teresa(ES). Natureza online, v.1, n.1, p.1-6.

Putini, F. A. (2013). Fenologia, produtividade e caracterização físico-química de frutos de *Myrsine coriacea* (Sw.) R. Br. Ex Roen; Schult. (Capororoca) e *Cecropia pachystachya* Trec. (Embaúba). 2013. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Centro Oeste/UNICENTRO, PR.

R Developmental Core Team. (2016). R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL http://www.R-project.org.

Ramos, D. L., Pizo, M. A., Ribeiro, M. C., Cruz, R. S., Morales, J. M., & Ovaskainen, O. (2020). Forest and connectivity loss drive changes in movement behavior of bird species. Ecography.

Ribeiro, M. C., Metzger, J. P., Martensen, A. C., Ponzoni, F. J., & Hirota, M. M. (2009). The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. Biological Conservation, 142(6), 1141-1153.

Ribeiro da Silva, F., Montoya, D., Furtado, R., Memmott, J., Pizo, M. A., & Rodrigues, R. R. (2015). The restoration of tropical seed dispersal networks. Restoration Ecology, 23(6), 852-860.

Richardson, D.M., Allsopp, N., D'Antonio, C.M., Milton, S.J. & Rejmanek, M. (2000). Plant invasions: the role of mutualisms. *Biological Reviews*, 75, 65–93.

Santana, W. M. S., Silva-Mann, R., Ferreira R. A., Arrigoni-Blank, M. F., Blank, A., Poderoso, J. C. M. (2009). Morfologia de flores, frutos e sementes de pau-pombo (*Tapirira guianensis* Aublet. - Anacardiaceae) na região de São Cristóvão, SE, Brasil. Scientia Forestalis 37: 47-54.

Santos, J. A. (2010). Análise de populações de *Sterculia apetala* em diferentes cenários de manejo da paisagem e sua influência no oferecimento futuro de habitat reprodutivo para *Anodorhynchus hyacintinus* no Pantanal. Tese Doutorado em Ecologia. Universidade de Brasília, Brasília.

Santos, H. F. & Nunes, A. F. (2014). Avifauna consumidora dos frutos de *Alchornia sidifolia* Euphorbiaceae. III Simpósio de Pesquisa em Mata Atlântica. Engenherio Paulo de Frontin – RJ. Livro de Resumos, 17.

Sato, T. M., Passos, F. C.& Nogueira, A. C. (2008). Frugivoria de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em *Cecropia pachystachya* (Urticaceae) e seus efeitos na germinação das sementes. Papéis Avulsos de Zoologia, v.48, n.3, p.19-26.

Scherer, A., Maraschin-Silva, F., Baptista, L. R. de M. (2007). Padrões de interações mutualísticas entre espécies arbóreas e aves frugívoras em uma comunidade de Restinga no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil. Acta Botanica Brasilica. São Paulo, v. 21, n. 1, p. 203-212.

Schubart, O., Aguirre, Á. C., & Sick, H. (1965). Contribuição para o conhecimento da alimentação das aves brasileiras. Arquivos de Zoologia 12: 95-249.

Seddon, P. J., Griffiths, C. J., Soorae, P. S., & Armstrong, D. P. (2014). Reversing defaunation: restoring species in a changing world. Science, 345(6195), 406-412.

Sick, H. (1997). Ornitologia brasileira. Rio de Janeiro, Nova Fronteira.

da Silva, A. M., & de Melo, C. (2013). Overlap and resource sharing in coteries of fruit-eating birds. Journal of Tropical Ecology, 29(5), 409-416.

Silva, A. P., Lima, C. L. C.& Vieites, R. L. (1998). Caracterização química e física do jenipapo (*Genipa americana* L) armazenado. Scientia Agrícola, Piracicaba, v. 55,n. 1, p. 29-34.

Silva, R. F. de M. (2011). Interações entre plantas e aves frugívoras no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 33p.

Silva, W. R. & Ferreira, J. O. V. 2015. Avaliação da disponibilidade de frutos para aves frugívoras no campus da Unicamp. In: Anais do Congresso de Iniciação Científica da Unicamp. **Anais eletrônicos.** Campinas, Galoá. Disponível em: <https://proceedings.science/unicamp-pibic/pibic-2015/papers/avaliacao-da-

disponibilidade-de-frutos-para-aves-frugivoras-no-campus-da-unicamp>. Acesso em: 03 ago. 2020.

Sodhi, N. S., Liow, L. H., & Bazzaz, F. A. (2004). Avian extinctions from tropical and subtropical forests. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 325: 323-345.

Vieira, F. de A. & Carvalho, D. de. (2009). Maturação e morfometria dos frutos de *Miconia albicans* (Swartz) Triana (Melastomataceae) em um remanescente de floresta estacional semidecídua montana em Lavras, MG. Revista Árvore, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1015-1023.

Villalobos, M. P., & Bagno, M. A. (2013). Avian frugivores feeding on *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) fruits in Central Brazil. Brazilian Journal of Ornithology, 20, 26– 29.

Vogel, H. F., Campos, J. B., & Bechara, F. C. (2015). Early bird assemblages under different subtropical forest restoration strategies in Brazil: passive, nucleation and high diversity plantation. Tropical Conservation Science, 8(4), 912-939.

Volpato, G. H., Prado, V. M., & dos Anjos, L. (2010). What can tree plantations do for forest birds in fragmented forest landscapes? A case study in southern Brazil. Forest Ecology and Management, 260(7), 1156-1163.

Wenny, D. G., Sekercioglu, C. H., Cordeiro, N. J., Rogers, H. S., Kelly, D. (2016). “Seed dispersal by fruit-eating birds” in Why birds matter: Ecosystem services provided by birds. University of California Press. Ch.5

Willis, E. O. & Oniki, Y., 1987. Invasion of deforested regions of São Paulo State by the Picazuro Pigeon, *Columba picazur*o Temminck, 1813. Ciência e Cultura, 39: 1.064-1.065.

Zaiden, T., Marques, F. C., Medeiros, H. R., & Anjos, L. D. (2015). Decadal persistence of frugivorous birds in tropical forest fragments of northern Paraná. Biota Neotropica, 15(2).

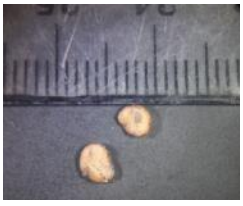
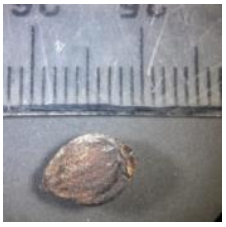
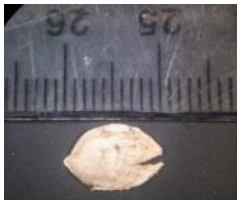
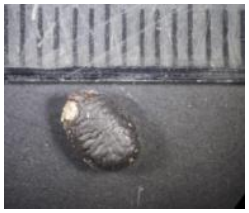
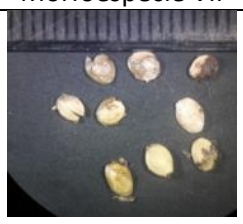
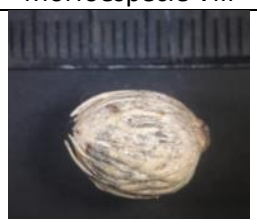
7. ANEXOS

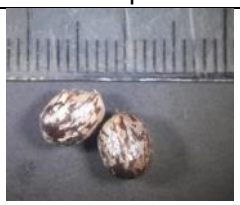
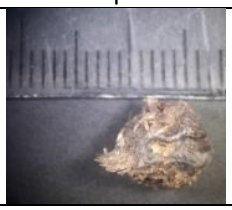
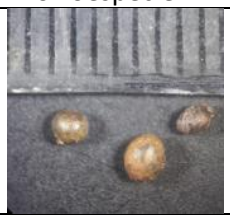
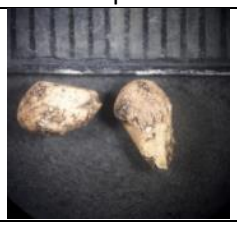
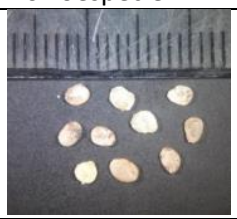
Anexo I

Espécie vegetal	Menor diâmetro do fruto (mm)	*Tangara sayaca*	*Patagioenas picazuro*	*Turdus rufiventris*	*Pitangus sulphuratus*	*Cyanocorax cristatellus*	*Ramphastos toco*
Alchornea glandulosa	5.9	■		■	■		
Alchornea triplinervia	5	■		■	■		
Allophylus edulis	8	■					
Citharexylum myrianthum	10		■				
Copernicia alba	10						■
Cordia myxa	20		■				
Davilla rugosa	4	■					
Erythroxylum argentinum	1			■			
Eugenia florida	40				■		
Eugenia uruguayensis	15			■	■		
Ficus organensis	1	■		■	■		
Genipa americana	70						■
Guapira opposita	5			■			
Ligustrum japonicum	5	■		■	■		
Ligustrum lucidum	4	■		■	■		
Michelia champaca	6.4	■		■	■		
Miconia albicans	5	■			■	■	
Muntingia calabura	16	■			■		
Myrcia palustris	4				■		
Myrciaria cuspidata	6			■			
Phoenix canariensis	10		■				
Phoradendron rubrum	5	■		■	■		
Rapanea lancifolia	1.7	■					
Sebastiania brasiliensis	15		■				
Solanum granulosoleprosum	3.7	■	■				
Solanum americanum	1		■				
Sterculia apetala	1.5	■					
Syzygium cumini	15				■		
Tapirira guianensis	11.31	■			■		
Unonopsis lindmanii	7.5						■
Vitex megapotamica	17.66	■		■	■		
Myrsine lancifolia	3					■	
Rapanea ferruginea	3					■	
Talauma Ovata	5.99					■	
Copaifera Langsdorffii	3					■	
Mauritia flexuosa	4					■	

Tabela mostrando as famílias e espécies de plantas, tamanho do menor diâmetro do fruto e quem as consome, usada na Figura 6. Fontes: Scherer, 2007; Oliveira, 2015; França, 2009; Castro, 2011; Pascotto, 2006; Abreu, 2002; Jorge, 2014; Francisco, 2002; Lorenzi, 2002; Mendonça-Souza, 2006; Silva, 1998; Viera, 2009; Caliari, 2013; Francisco, 2002; Cazetta, 2007; Francisco, 2001; Santos,2010; Correia, 2015; Santana, 2009; Battilani, 2007; Cosmo, 2009; Oliveira, 2010; Cazetta, 2002; Gosmes,2013; Galetti, 1996; Freitas, 2015; Pascotto, 2007; José, 2007; Villalobos, 2013.

Anexo II

Solanum granuloso-leprosum	*Solanum americanum*	*Cordia myxa*	*Citharexylum myrianthum*
			
Solanum spp. I	*Solanumssp. II*	*Solanum ssp. III*	Morfoespécie I
Semimagem			
Morfoespécie II	Morfoespécie III	Morfoespécie IV	Morfoespécie V
Semimagem			
Morfoespécie VI	Morfoespécie VII	Morfoespécie VIII	*Xylopia sp.*
			

Morfoespécie X	Morfoespécie XI	Morfoespécie XII	Morfoespécie XIII
			Semimagem
Morfoespécie XIV	Morfoespécie XV	Morfoespécie XVI	Morfoespécie XVII
			
Morfoespécie XVIII	Morfoespécie XIX	Morfoespécie XX	Morfoespécie XXI
			
Morfoespécie XXII	Morfoespécie XXIII	Morfoespécie XXIV	Morfoespécie XXV
		Sem imagem	
Morfoespécie XXVI	*Ficus sp. I*	Morfoespécie XXVIII	Morfoespécie XXIX
Morfoespécie XXX	Morfoespécie XXXI	*Cecropia sp.*	Morfoespécie XXXIII
			
Phoenix canariensis	*Peltophorum dubium*	Morfoespécie XXXVI	Morfoespécie XXXVII

			Sem imagem
Morfoespécie XXXVIII	Morfoespécie XXXIX	Morfoespécie 40	*Sebastiania brasiliensis*

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo a família Columbidae possuindo diversas espécies que participam de relações ecológicas importantes, como a dispersão de sementes, são poucos os estudos sobre a dieta de espécies de Columbidae (Rodríguez, 2009; Corlett, 2017). A dificuldade de localizar e acompanhar a frugivoria em pombos que, diferente de outras aves frugívoras, são muito discretos e tendem a ficar na mesma árvore por longos períodos de tempo (Slater *et al.*, 1986; Pratt and Stiles, 1983) pode ser uma razão de existirem tão poucos estudos sobre frugivoria em Columbidae. Informações sobre a dieta de aves junto com informações sobre tratamento e qualidade de dispersão de sementes são a chave para planos mais eficazes de conservação (Wenny *et al.*, 2016). Assim, estudos sobre frugivoria em Columbidae, especialmente nos Neotrópicos, onde há uma grande quantidade de plantas zoocóricas (Galindo-González *et al.*, 2000) e poucos estudos sobre frugivoria em pombos, são de extrema importância para um melhor entendimento da ecologia da frugivoria e da dispersão de sementes.

Além disso, mesmo pombas consideradas mais granívoras podem ter sua importância na dispersão de sementes (Corlett, 1998), principalmente no atual cenário de defaunação e fragmentação, como demonstrado para *Patagioenas picazuro*. Embora não seja uma dispersora de sementes muito eficiente, *P. picazuro* se mostra relevante no cenário que atua – áreas urbanas e fragmentadas que perderam grandes aves dispersoras e, com isso, dispersores de grande distância. Essa espécie consegue consumir frutos equivalentes a aves com 17mm de abertura de bico – mesmo só tendo 11mm – e consegue voar longas distâncias (Ramos *et al.*, 2020), tendo potencial para realizar dispersões de boa qualidade nessas áreas. Esse potencial de dispersão é importante tanto para planos de conservação e reflorestamento, como também para paisagismo urbano, considerando que pode haver risco de dispersão de espécies exóticas, como *Cordia myxa* (Boraginaceae).

Referências

Corlett, R. T. (1998). Frugivory and seed dispersal by vertebrates in the Oriental (Indomalayan) Region. *Biological reviews*, *73*(4), 413-448.

Corlett, R. T. (2017). Frugivory and seed dispersal by vertebrates in tropical and subtropical Asia: an update. *Global Ecology and Conservation*, *11*, 1-22.

Galindo-González, J., S. Guevara, e V. J. Sosa. (2000). Bat- and bird-generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. Conservation Biology 14:1693 1703.

Ramos, D. L., Pizo, M. A., Ribeiro, M. C., Cruz, R. S., Morales, J. M., & Ovaskainen, O. (2020). Forest and connectivity loss drive changes in movement behavior of bird species. Ecography.

Rodríguez, J. P. M. (2009). *Ecología trófica de las palomas endémicas de las Islas Canarias* (Doctoral dissertation, Universidad de La Laguna).

Slater, P., Slater, P., Slater, R. (1986). The Slater Field Guide to Australian Birds. Rigby Publishers, Dee Why West, Australia.

Pratt, T.K., Stiles, E.W. (1983). How long fruit-eating birds stay in the plants where they feed: implications for seed dispersal. Am. Nat. 122, 797–805.

Wenny, D.G., Sekercioglu, C.H., Cordeiro, N., Rogers, H.S., Kelly, D. and Whelan, C.J. (2016). “Seed Dispersal by Fruit-eating Birds” in Why Birds Matter: Ecosystem Services Provided by Birds. University of California Press. Ch.5.

ANEXO I: Declaração de bioética e biossegurança

UNICAMP

CEUA/UNICAMP

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada **Frugivoria em Patagioenas picazuro (Aves, Columbidae) e seu papel na dispersão de sementes**, registrada com o nº **5049-1/2018**, sob a responsabilidade de **Prof. Dr. Wesley Rodrigues Silva** e **Cristiane Tibério Checon**, que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo *Chordata*, subfilo *Vertebrata* (exceto o homem) para fins de pesquisa científica (ou ensino), encontra-se de acordo com os preceitos da **LEI Nº 11.794, DE 8 DE OUTUBRO DE 2008**, que estabelece procedimentos para o uso científico de animais, do **DECRETO Nº 6.899, DE 15 DE JULHO DE 2009**, e com as normas editadas pelo **Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), tendo sido** aprovada pela **Comissão de Ética no Uso de Animais** da **Universidade Estadual de Campinas - CEUA/UNICAMP,** em **08 de janeiro de 2019**.

Finalidade:	( ) Ensino (X) Pesquisa Científica
Vigência do projeto:	02/02/2019-30/06/2019
Vigência da autorização para manipulação animal:	02/02/2019-30/06/2019
Espécie / linhagem/ raça:	Ave / Pomba de asa branca (Patagioenas picazuro)
No. de animais:	10
Idade/Peso:	02 anos / 402 g
Sexo:	05 machos / 05 fêmeas
Origem:	Cativeiro: CRAS, CETAS e Criadouro oficial
Biotério onde serão mantidos os animais:	Não se aplica

A aprovação pela CEUA/UNICAMP não dispensa autorização prévia junto ao **IBAMA**, **SISBIO** ou **CIBio** e é **restrita** a protocolos desenvolvidos em biotérios e laboratórios da Universidade Estadual de Campinas.

Campinas, 11 de janeiro de 2019.

Prof. Dr. Wagner José Favaro
Presidente

Rosangela dos Santos
Secretária Executiva

IMPORTANTE: Pedimos atenção ao prazo para envio do relatório final de atividades referente a este protocolo: até 30 dias após o encerramento de sua vigência. O formulário encontra-se disponível na página da CEUA/UNICAMP, área do pesquisador responsável. A não apresentação do relatório no prazo estabelecido impedirá que novos protocolos sejam submetidos.

ANEXO II: Declaração de direitos autorais

Declaração

As cópias de artigos de minha autoria ou de minha co-autoria, já publicados ou submetidos para publicação em revistas científicas ou anais de congressos sujeitos a arbitragem, que constam da minha Dissertação/Tese de Mestrado/Doutorado, intitulada **FRUGIVORIA EM PATAGIOENAS PICAZURO (AVES, COLUMBIDAE) E SEU PAPEL NA DISPERSÃO DE SEMENTES.**, não infringem os dispositivos da Lei n.° 9.610/98, nem o direito autoral de qualquer editora.

Campinas, 03 de Dezembro de 2020

Assinatura : _____
Nome do(a) autor(a): **Cristiane Tibério Checon**
RG n.° 34.149.043-x

Assinatura : _____
Nome do(a) orientador(a): **Prof.Dr.Wesley Rodrigues Silva**
RG n.° 7.690.326-6