

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E MANEJO DE RECURSOS  
NATURAIS

INTERAÇÃO AVE-PLANTA EM UM ENCLAVE DE CAMPINARANA NO  
SUDOESTE DA AMAZÔNIA

MAÍRA SANTOS SILVA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

RIO BRANCO-AC, BRASIL  
JULHO DE 2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E MANEJO DE RECURSOS  
NATURAIS

INTERAÇÃO AVE-PLANTA EM UM ENCLAVE DE CAMPINARANA NO  
SUDOESTE DA AMAZÔNIA

MAÍRA SANTOS SILVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais da Universidade Federal do Acre como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.  
Orientador: Prof. Dr. Edson Guilherme da Silva

RIO BRANCO-AC, BRASIL

JULHO DE 2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E MANEJO DE RECURSOS  
NATURAIS

INTERAÇÃO AVE-PLANTA EM UM ENCLAVE DE CAMPINARANA NO  
SUDOESTE DA AMAZÔNIA

MAÍRA SANTOS SILVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais da Universidade Federal do Acre como requisito parcial à obtenção do título de Mestra.

Aprovada em 02 de julho de 2020, pela banca examinadora:

---

Dr. Edson Guilherme da Silva  
Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza  
Orientador

---

Dr. Marcos Silveira  
Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza  
Examinador interno

---

Dr. Evandro José Linhares Ferreira  
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA  
Examinador externo

---

Dr. Elder Ferreira Morato  
Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza  
Examinador suplente

RIO BRANCO-AC, BRASIL

JULHO DE 2020

---

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

---

S586i Silva, Maíra Santos, 1994 -

Interação ave-plantas em um enclave de campinarana no sudoeste da Amazônia /  
Maíra Santos Silva; orientador: Prof. Dr. Edson Guilherme da Silva. Rio Branco, 2020.

70 f.: il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação  
em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais. Rio Branco, Acre, 2020.

Inclui referências e apêndice.

1. Vegetação de areia branca 2. Interação interespecífica 3. Ornitocoria 4. Rede de  
interação I. Silva, Edson Guilherme da (orientador) II. Título

CDD: 630

---

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Kezia Santos CRB-11/508

#### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, M. S. 2020. Interação ave-plantas em um enclave de campinarana no sudoeste da Amazônia. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais. Programa de Pós-graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Federal do Acre, Rio Branco-AC, [71] p.

#### CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Maíra Santos Silva

GRAU: Mestra

Concedo à Universidade Federal do Acre-UFAC permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestá-las somente para propósitos acadêmicos e científicos. Reservo outros direitos de publicação, de forma que nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem minha autorização por escrito.

---

Maíra Santos Silva

Endereço eletrônico: mairasantoscsz@hotmail.com

*“Aos amores da minha vida, minha  
mãe Luzia e meus avós, Antônio  
Elias e Terezinha, dedico.”*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida, por todas as bênçãos recebidas em campo, por ter me concedido saúde para concluir esta dissertação.

À minha mãe Luzia Santos, meu exemplo de mulher guerreira e minha fonte inesgotável de amor. Te agradeço por nunca desistir de nós e por sempre me apoiar independentemente da situação. Obrigada por inúmeras vezes contribuir financeiramente e também pelo apoio emocional, quando em meio ao cansaço eu pensava em desistir. Te amo, rainha. Você é meu braço direito! A minha família, principalmente aos meus avós maternos e minhas tias Lila e Neca, por todas orações em meu nome.

Ao meu querido orientador, Dr. Edson Guilherme, que mesmo sem me conhecer aceitou me orientar. Obrigada por toda paciência, humildade, dedicação e puxões de orelha quando necessário. Por ter confiado a mim, a responsabilidade de coletar a 600 Km de distância dos “seus olhos”. Te agradeço por me ensinar a amar e cuidar das aves, para que nenhuma sofresse no decorrer do anilhamento. O senhor me ensinou a ter empatia por este grupo. Minha eterna gratidão, professor.

Ao prof<sup>o</sup>. Dr. Marcus Athaydes Liesenfeld, por ter me encorajado a utilizar as redes de neblina como parte da metodologia deste trabalho, pela disponibilidade em me acompanhar no reconhecimento da trilha do PPBio e pela orientação.

A subprefeitura do *Campus* Floresta - Carlos Henrique e Eduardo, pela logística para que eu pudesse utilizar os carros da instituição. Aos motoristas, Fábio, Marcos e em especial, ao Jardesson “Matora”, que mesmo em greve, cumpriu agenda me levando a campo.

À tia Simone Chamarelli e tio Milton Chamarelli pelos conselhos ditos ao verem minha insegurança a nova fase que se iniciava. Amo vocês!

À Ademarcia, Max e Igor Gabriel, por terem me acolhido em Rio Branco. A eles, minha gratidão pelo apoio financeiro e emocional. A minha tia de coração, Ademarcia, pelas caronas à UFAC, para que eu não gastasse dinheiro com passagem de ônibus e por todas às vezes que acreditou em mim.

Aos meus parceiros de OrnitoLab, Jônatas Lima e David Guimarães, por me terem me ajudado com os afazeres do laboratório e por tornarem as minhas tardes mais leves. Ao Felipe Rocha, pelo tempo dedicado em me ajudar com a disciplina Ornitologia da Amazônia. À minha amiga Ednaira Santos, por pacientemente ter me ensinado a manusear as redes de neblina e também pelos ensinamentos repassados para que eu pudesse anilhar as aves.

À Luana Alencar, parceira de Ornitolab e amiga pessoal. Gratidão por ter me ajudado desde o esboço até a escrita deste. Obrigada pela ajuda com as redes de interação e por bater cabeça comigo quando o “R” não rodava. Por confiar e acreditar em mim, quando nem eu mesma acreditava. Por se deslocar 600km e acompanhar em minha primeira coleta. Obrigada por me ensinar a nunca negar conhecimento a outro colega de profissão. Valeu, “passarinha”.

Ao meu amigo Alex Oliveira, que desde a graduação me incentiva a seguir carreira científica. Com ele aprendi a dar o meu melhor e a ser mais confiante. Obrigada por me ajudar nas coletas das amostras botânicas em minha primeira ida as campinaranas, percorrendo 20km a pé - com direito a chuva - e pelo apoio para construir o mapa. Enfim, por permitir ser sua amiga pois sei o quanto isto é valioso.

Ao meu amigo Roni Zumba, por ter me incentivado a concorrer uma vaga no MECO e por acreditar em mim. Ao Tiago Jacó, por ter me ajudado a recuperar as amostras botânicas, quando pensei que iria perdê-las por conta dos fungos. Obrigada pela disponibilidade em me ajudar.

À Tiffany Maia, por ter indicado a família Uchôa.

Ao Sr. Antônio Uchôa, por me receber em sua casa, me abrigando no período das coletas. Ao meu mateiro, Antônio Uchôa Neto (Júnior), companheiro de trilha, professor, fotógrafo, “passarinheiro” e ouvinte. Obrigada por toda paciência e cuidado, certamente sem você teria sido difícil, meu amigo. À dona Lucilene Uchôa, que carinhosamente fazia nossas refeições, muitas vezes acordava às 3h para preparar nosso café. Ao Maurídio, vizinho da família Uchôa, que por várias vezes emprestou sua moto para que pudéssemos chegar à trilha.

Aos moradores da comunidade Santa Bárbara, pelo respeito que tiveram por mim.

Ao Laboratório de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia - LabMIP do *Campus* Floresta, pelos equipamentos cedidos. As técnicas, Conceição Melo e Jamiris Cruz, por me auxiliarem nos laboratórios. Gratidão!

Ao profº Dr. Reginaldo Assêncio Machado, pelos conselhos e preocupação com minha ida à campo. “Não use adornos, nem batom e vista roupas confortáveis”, “E se você passar mal, tem alguém para te levar ao hospital com urgência?”. Gratidão, professor!

Ao Profº Dr. Felipe Martello e ao Me. Francisco Salatiel por terem me ajudado com as análises estatísticas.

Ao Srº. Edilson por gentilmente ter identificado as minhas sementes.

Ao programa de Ecologia e Manejo de Recursos Naturais e aos professores deste, que muito contribuíram para minha formação. A secretária Mirza, por sua prestatividade. A banca de qualificação e defesa pelas dicas valiosas.

A minha turma, Mateus Gabriel, Maurício, Thalitta, Edelin e Guilherme, pelas lições aprendidas.

A toda população brasileira e ao CAPES, pelo apoio financeiro. Ao CEMAVE/ICMBio pelo fornecimento das anilhas metálicas.

As aves, minha paixão e minha gratidão por fazerem dos meus dias em campo mais felizes. Em meio às incertezas e medos, as melodias que ouvia pela manhã na imensa solidão da floresta, revigoravam as minhas forças. Estas vocalizações estão registradas para todo sempre em “meu coração”.

Carinhosamente, Maíra Santos.



# SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL .....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS .....	3
1   INTRODUÇÃO.....	8
2   MATERIAL E MÉTODOS.....	13
2.1   Área de estudo .....	13
2.2   Descrição da área de estudo.....	13
2.3   Sistema de amostragem e captura das aves .....	15
2.4   Análise de dados.....	18
3   RESULTADOS .....	21
4   DISCUSSÃO.....	34
5   CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	42

## INTRODUÇÃO GERAL

A ornitocoria é uma zoocoria na qual a dispersão de sementes é realizada pelas aves (Pijl, 1972). Neste caso, uma ave transporta os diásporos para longe da planta-mãe, influenciando positivamente na estrutura e dinâmica dos ecossistemas (Jordano et al., 2006), sobrevivência e distribuição espacial das espécies botânicas (Fadini & Marco-Jr, 2004; Christianini & Martins, 2015), contribuindo com parte do sucesso reprodutivo da espécie botânica (Talora & Morellato, 2000). A polpa carnosa dos frutos, arilo e carúncula são recursos primários para muitas espécies frugívoras (Christianini & Martins, 2015) em que fatores como a cor, exposição do fruto, interações com outros indivíduos e fenologia da planta, influenciam na escolha destes frutos e na dispersão das sementes pelas aves (Gondim, 2001).

As interações animal-plantas, representadas por frugívoro-fruto, nectarívoro-flores, formigas-plantas, formam redes complexas em que ambos os indivíduos são beneficiados. As redes de interação envolvendo a polinização e a dispersão de sementes são os processos mais estudados atualmente (Bascompte & Jordano, 2014), e a construção delas nos permite compreender melhor os processos ecológicos que regem as interações animal-plantas (Carlo & Yang, 2011), como o nível de organização entre espécies, determinar o papel destas na estruturação de assembleias (Bascompte & Jordano, 2007), além de fornecer padrões mutualísticos entre as espécies (Proulx et al., 2005).

Redes de interação ave-plantas baseadas na dispersão de sementes foram estudadas em diversos ecossistemas (desde savânicos e florestais - Purificação et. al., 2014) e em áreas urbanas (Oliveira et. al., 2015). Porém, no bioma Amazônia, este tipo de estudo ainda é pouco aprofundado (Baldiviezo et. al., 2019), havendo escassa literatura (Lima, 2017). Neste bioma heterogêneo, encontra-se um tipo de ecossistema *sui generis*, que cresce sobre solo de areia branca, chamado localmente (em território brasileiro) de campinas e campinaranas (Daly et. al., 2016). Esse é um tipo de ambiente aberto, circundado por florestas, que se constitui com “ilhas em meio a imensidão da hileia” (IBGE, 1992). Trata-se de um ambiente pouco conhecido do ponto de vista ecológico, paulatinamente sofre degradação, não faz parte de nenhuma área de conservação ambiental (Silveira, 2017) e cuja relação animal-plantas, baseada na dispersão de sementes, ainda não havia sido investigada.

A vegetação que ocorre sobre solo de areia branca, pontualmente distribuída na Amazônia, tem como principal característica, a baixa diversidade de espécies, sendo que algumas delas possuem forte associação com este ecossistema, ou ocorrem exclusivamente em manchas de campinaranas (Anderson, 1981). As campinas e campinaranas são contornadas por florestas com dossel fechado e árvores emergentes, e embora compartilhem a mesma zona climática, características como fertilidade (Jordan, 1985; Damasco et al., 2013) e textura do solo são fatores determinantes do contraste entre o complexo de areia branca e as florestas adjacentes (Silveira, 2003).

Este ecossistema singular, de acordo com IBGE (2012), é caracterizado pela presença de três fitofisionomias designadas como: campinarana arbórea, campinarana arbustiva e campinarana florestada. Conforme Daly et. al. (2016), no Acre a campinarana arbórea é constituída principalmente por árvores delgadas e de pequeno porte, com uma camada flexível de raízes na superfície do solo. Na campinarana arbustiva, a vegetação é densa, possuindo menor porte, e em muitos pontos dessa fitofisionomia, o solo é exposto a radiação solar. Já a campinarana florestada é caracterizada pela presença de árvores emergentes, vegetação de maior porte e menor incidência solar ao solo.

Apesar de ser um ambiente singular, poucos estudos voltados para a avifauna foram realizados em campinaranas. Em um breve levantamento no oeste do estado do Acre, Silva et. al., (2017) avaliaram a composição e a riqueza da assembleia de aves em formações vegetacionais de campinarana, além de investigar se havia diferença na composição das guildas tróficas de aves. Ainda no oeste do estado, Guilherme & Borges (2011) relataram registros de espécies endêmicas de aves de campinarana, pouco conhecidas para a região, mas de extrema importância ecológica para este ecossistema, como por exemplo, *Xenopipo atronintens*.

Diante da singularidade do complexo vegetacional ainda desprotegido e da importância de conhecer relações mutualísticas ave-plantas nesse ecossistema, este estudo investigou a rede de interação das espécies de aves frugívoras com as espécies botânicas das campinaranas do sudoeste da Amazônia. Deste modo, buscamos

- i) Quantificar as espécies tanto de ave, quanto botânica, que compõem as redes de interação do enclave de campinarana e das três fitofisionomias presentes neste.
- ii) Atribuir para cada espécie tanto de ave, quanto botânica, um valor de importância em relação a dispersão de sementes.
- iii) Avaliar a viabilidade das sementes

coletadas do material fecal das espécies de aves nas diferentes fitofisionomias. Nosso estudo, realizado de abril a setembro de 2019 mostrou diferentes redes de interação ave-planta dentro das fitofisionomias, das quais destacamos as espécies de aves, *Xenopipo atronitens* e *Elaenia parvirostris*, e também as espécies botânicas, *Geonoma* sp. 1 e *Psidium guajava* com mais interações da rede do enclave de campinarana.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

- Anderson, A. B. (1981). White-sand vegetation of Brazilian Amazonia. *Biotropica*, 13, 199-210. <https://doi.org/10.2307/2388125>.
- Baldiviezo, C. D.V., Passos, M. F. O., Azevedo C. S. (2019). Knowledge gaps regarding frugivorous ecological networks between birds and plants in Brazil. *Pap. Avulsos Zool.*, 59, e20195954. <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2019.59.54>.
- Bascompte, J., & Jordano, P. (2007). Plant–animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 38, 567–593. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.38.091206.095818>.
- Bascompte, J & Jordano, P (2014). *Mutualistic networks* (206 p) (Ed.). Princeton, USA: Princeton University Press.
- Carlo, T. A., & Yang, S. (2011). Network models of frugivory and seed dispersal: Challenges and opportunities. *Acta Oecologica*, 37, 619-624. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2011.08.001>.
- Christianini, AV & Martins, MM (2015). Ecologia reprodutiva e produção de sementes – Frugivoria e dispersão de sementes. Em: Piña-Rodrigues, F. C. M., Figliosa, M. B., Silva, A. (Ed.). *Sementes Florestais Tropicais: da Ecologia à produção* (p.83-101). Londrina: Paraná.
- Daly, D. C., Silveira, M., Medeiros, H., Castro, W., Obermüller, F. A. (2016). The White-sand Vegetation of Acre, Brazil. *Biotropica*, 48, 81-89. <https://doi.org/10.1111/btp.12307>.
- Damasco, G., Vicentini, A., Castilho, C. V., Pimentel, T. P., Nascimento, H. E. M. (2013). Disentangling the role of edaphic variability, flooding regime and topography of Amazonian white-sand vegetation. *Journal of Vegetation Science*, 24, 384–394. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2012.01464.x>.

- Gondim, M. J. C. (2001). Dispersão de sementes de *Trichilia* spp (Meliaceae) por aves em um fragmento de mata mesófila semidecídua. *Ararajuba*, 9, 101-112.
- Guilherme, E., & Borges, S. (2011). Ornithological Records from a Campina/Campinarana Enclave on the Upper Juruá River, Acre, Brazil. *The Wilson Ornithological Society*, 123, 24-32. <https://doi.org/10.2307/23033480>.
- IBGE. (1992). Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Série Manuais Técnicos em Geociências (92p.) IBGE, Rio de Janeiro.
- IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2012). *Manual Técnico da Vegetação brasileira* (275p). Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Jordan, CF (1985). *Nutrient cycling in tropical forest ecosystems* (190p). John Wiley & Sons, New York.
- Jordano, P., Bascompte, J., Olesen, J. M. (2003). Invariant properties in coevolutionary networks of plant-animal interactions. *Ecology Letters*, 6, 69-81. <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2003.00403.x>.
- Jordano, P., Galetti, M., Pizo, M., Silva, W. (2006). Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. Em: Duarte C., Bergallo, H., Santos, M., Sluys, M. (2006). p. 411-436. *Biologia da conservação: Essencias*. São Paulo, Ríma.
- Oliveira, D. S. F., Franchin, A. G., Júnior, O. M. (2015a). Rede de interações ave-planta: um estudo sobre frugivoria em áreas urbanas do Brasil. *Biotemas*, 28, 83-97. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2015v28n4p83>.
- Pijl, LV (1972). *Principles of dispersal in higher plants* (161p.). New York, Springer.
- Proulx, S., Promislow, D., Phillips, P. (2005). Network thinking in ecology and evolution. *Trends in Ecology and Evolution*, 20, 345–353. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.04.004>.
- Purificação, K. N., Pascotto, M. C., Pedroni, F., Pereira, J. M. N., Lima, N. A. (2014). Interactions between frugivorous birds and plants in savanna and forest formations of the Cerrado. *Biota Neotropica*, 14, 1–14. <http://dx.doi.org/10.1590/1676-06032014006814>.
- Silva, T. L., Marques, E. L., Guilherme, E. (2017). Avifauna em quatro fitofisionomias no complexo vegetacional sobre areia branca no sudoeste amazônico. Em: Brito, T. F., Silva, R. C., Oliveira, S. A. V., Silveira, M.

*Complexo vegetacional sobre areia branca: campinaranas do sudoeste da Amazônia* (pp 39-48).

Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre.

Silveira, M. (2003). *Vegetação e Flora das Campinaranas do Sudoeste Amazônico (JU-008)* (28 p.). Relatório de

Defesa Técnica, Associação S.O.S. Amazônia, Rio Branco, Acre.

Silveira, M. (2017). O complexo vegetacional sobre areia branca no Alto Juruá. 1: 8-19. Em: Brito, T. F., Silva,

R. C., Oliveira, S. A. V., Silveira, M. *Complexo vegetacional sobre areia branca: campinaranas do sudoeste da Amazônia* (pp 39-48). Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre.

Talora, D.C., & Morellato, L. P. C. (2000). Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do

sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 23, 13-26. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042000000100002>.

## Interação ave-plantas em um enclave de campinarana no sudoeste da Amazônia

Maíra SANTOS<sup>1\*</sup>, Edson GUILHERME<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, Brasil

<sup>2</sup>Laboratório de Ornitologia, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, Brasil.

\* Autor para correspondência: mairasantosczs@hotmail.com

Esse artigo está conforme normas do periódico Biotropica (Apêndice 1)

### Resumo

Campinaranas são ecossistemas cuja vegetação se desenvolve sobre solo de areia branca e estão distribuídas pontualmente na Amazônia. No estado do Acre, este ecossistema ainda desprotegido, ocorre na porção sudoeste deste. A interação mutualística entre ave-plantas, permite que ambos os indivíduos sejam beneficiados, em que as aves obtêm o retorno nutricional e as espécies botânicas têm suas sementes dispersas para longe da planta-mãe. Realizamos o estudo em um enclave de campinarana no município de Mâncio Lima, Acre. Utilizamos redes de neblina nas três fitofisionomias presentes no enclave para capturar as aves e coletamos o material fecal, com esforço amostral de 45.000 h.m<sup>2</sup> em cada fitofisionomia. Por meio das sementes coletadas do material fecal e posteriormente identificadas, analisamos a conectância, aninhamento e produzimos as redes de interação ave-plantas das fitofisionomias. Capturamos 49 espécies de aves e destas, 12 forneceram sementes em seu material fecal. Coletamos 921 sementes de 54 táxons botânicos. A espécie *Xenopipo atronitens* apresentou maior número de sementes em seu material fecal (n=317), e o táxon botânico com maior número de sementes coletada no material fecal das aves foi *Cecropia* sp. (n=307). A rede de interação apresentou conectância intermediária (C=10,64%) e aninhamento não significativo (N=11,36; p=0,1). *X. atronitens* apresentou o maior índice de importância (I= 0,52) e maior número de interações com táxons botânicos (n=42). O táxon botânico com maior interação foi o gênero *Geonoma* sp. (n=4), e índice de importância (I=0,02). Utilizamos 140 sementes para o teste de viabilidade com o tetrazólio, e 78,6% obtiveram resultado positivo. Os resultados mostraram a importância das aves frugívoras na dispersão de sementes em áreas de campinaranas, que podem auxiliar no reflorestamento de áreas degradadas em decorrência a ações antrópicas.

**Palavras-chave:** Vegetação de areia branca, Dispersão de sementes, Ornitocoria, Rede de interação; Estado do Acre, Interação interespecífica.

### Bird-plant interaction in white-sand vegetation in southwestern Amazonia

#### Abstract

White sand vegetation are ecosystems whose vegetation grows on white sand soil and are punctually distributed in the Amazon. In the state of Acre, this ecosystem, still unprotected, occurs in the southwestern part of this. Mutualistic interaction between birds and plants allows both individuals to benefit, in which birds obtain nutritional returns and botanical species have their seeds dispersed away from the mother plant. We conducted the study in a white sand vegetation enclave in the municipality of Mâncio Lima, Acre. We used mist nest in the three phytophysognomies present in the enclave to capture the birds and collected fecal material, with a sampling effort of 45,000 h.m<sup>2</sup> in each phytophysognomy. Through the seeds collected from the fecal material and subsequently identified, we analyzed the connectivity, nesting and produced the bird-plant interaction networks of phytophysognomies. We captured 49 species of birds and of these, 12 provided seeds in their fecal material. We collected 921 seeds from 54 botanical taxa. The species *Xenopipo atronitens* showed the highest number of seeds in its fecal material (n = 317), and the botanical taxon with the highest number of seeds collected in the fecal material of birds was *Cecropia* sp. (n = 307). The interaction network showed intermediate connectivity (C = 10.64%) and nonsignificant nesting (N = 11.36; p = 0.1). *X. atronitens* showed the highest importance index (I = 0.52) and the highest number of interactions with botanical taxa (n = 42). The most interacting botanical taxon was the genus *Geonoma* sp. (n = 4), and importance index (I = 0.02). We used 140 seeds for the viability test with tetrazolium, and 78.6% obtained a positive result. The results showed the importance of frugivorous birds

in the dispersion of seeds in areas of campinaranas, which can assist in the reforestation of degraded areas as a result of anthropic actions.

**Key words:** White-sand vegetation, Seed dispersal, Ornithochory, Network, State of Acre, Interspecific interaction.



## 1 | INTRODUÇÃO

Muitos grupos de animais incluem em sua dieta, frutos ou partes destes, em alguma fase do seu ciclo de vida (Christianini & Martins, 2015). Além das aves, grupo mais conhecido pela frugivoria, alguns mamíferos terrestres, arborícolas e voadores, como o *Tapirus terrestres*, *Alouatta guariba* e *Artibeus lituratus*, também incluem uma expressiva quantidade de frutos em sua dieta (Christianini & Martins, 2015). Não somente mamíferos, mas outros grupos como, peixes (Goulding, 1980, Souza-Stevaux et al., 1994), lagartos (Figueira et al., 1994), quelônios (Strong & Fragoso, 2006) e até uma espécie de perereca, *Hyla truncata* (Silva et al., 1989) incluem frutos na dieta regularmente e que diretamente ou indiretamente acabam dispersando sementes (Christianini & Martins, 2015).

As sementes dispersas por animais são chamadas de zoocóricas e a síndrome de dispersão de sementes realizada por animais é a zoocoria. Em Florestas Neotropicais, cerca de 30% das espécies de aves são frugívoras ou generalistas (Pizo & Galetti, 2010) e aproximadamente 90% das espécies arbóreas são adaptadas para a síndrome de dispersão zoocórica. Uma vez que, plantas tropicais em sua maioria, necessitam de animais para dispersar suas sementes e, assim, completar seu ciclo reprodutivo (Morellato & Leitão-Filho, 1992), os frugívoros acabam desempenhando uma importante função ecológica na dispersão de sementes, influenciando na sobrevivência e na distribuição espacial das espécies botânicas (Fadini & Marco-Jr, 2004; Christianini & Martins, 2015).

A ornitocoria, dispersão realizada pelas aves (Pijl, 1972) em que a polpa carnosa dos frutos, arilo e carúncula são recursos primários para muitas espécies frugívoras (Christianini & Martins, 2015), compreende umas das mais importantes síndromes (Wang & Smith, 2002), e contribui para o sucesso reprodutivo de espécies botânicas (Talora & Morellato, 2000). Este grupo é considerado um dos mais importantes agentes dispersores de sementes (Primack & Corlett, 2005), pois se alimentam de frutos com alto valor nutritivo, e em troca a planta têm as sementes dispersas para longe da planta-mãe (Christianini & Martins, 2015). As aves têm aptidão para percorrer extensas distâncias e assim por meio da dispersão, contribuem com a restauração ecológica de ambientes (Howe et al., 1985; Jordano, 1994). Durante o consumo de frutos, algumas espécies acabam por predar as sementes, comportamento bastante relatado para as espécies de Psitacídeos (Janzen, 1972; Sick, 1997) ou ainda

podem ingerir apenas a polpa carnosa com elevada quantidade de sementes (Galetti & Stotz, 1996) e as dispersam através da liberação do material fecal ou do regurgito em áreas abertas ou com pouca cobertura de vegetação, o que pode auxiliar na regeneração florestal (Argel-de-Oliveira et al., 1996).

Acredita-se que as interações entre animais frugívoros e plantas frutíferas, provavelmente tiveram início a 300 milhões de anos possivelmente devido às adaptações de ambos (Bascompte & Jordano, 2008). Estas interações, podem ser representadas em grafos bipartidos denominados de redes de interação (Lewinsohn et al., 2006), em que os pontos representam as espécies e as linhas representam as interações presentes entre estes (Jordano et al., 2003). As redes de interação são definidas como um sistema composto por múltiplos elementos conectados (Bascompte & Jordano, 2014) e envolvem as relações em que ambos os indivíduos são beneficiados (Toby et al., 2010). As relações nectarívoros-flores, formigas-plantas, frugívoro-fruto, constituem alguns exemplos de interação animal-plantas. Destas interações, a dispersão de sementes e a polinização são os processos mais estudados nas últimas décadas (Bascompte & Jordano, 2014), o que permite compreender a estrutura e dinâmica das comunidades (Ikuta & Martins, 2013) e os processos ecológicos envolvendo estas interações (Carlo & Yang, 2011).

Estas redes de interações possibilitam descrever o nível de organização da interação entre espécies, determinar o papel destas na estruturação de assembleias (Bascompte & Jordano, 2007), além de fornecer padrões mutualísticos entre as espécies (Proulx et al., 2005). As redes mutualísticas comumente apresentam um padrão aninhado, em que espécies especialistas acabam interagindo mais frequentemente com espécies generalistas (Bascompte et al. 2006). Este padrão aninhado em redes mutualísticas, possibilita a diminuição da competição entre as espécies, o que eleva a probabilidade da coexistência entre estas (Bascompte et al., 2006; Bastolla et al., 2009; Thébault & Fontaine, 2010) e favorece a robustez da rede, dificultando a extinção de espécies (Memmott et al., 2004). Entretanto, estudos relacionados às interações de forma sistemática entre aves frugívoras e espécies botânicas, ainda são timidamente abordados (Galetti & Pizo, 1996; Silva & Tabarelli, 2000, Silva et al., 2002b). No bioma Amazônia, alguns estudos utilizando redes de interações foram desenvolvidos (Hawes et al., 2014), e dentre estes, no estado do Acre, Lima (2017) foi pioneiro a desenvolver estudos relacionados a esta temática na

região. Contudo, ainda no estado do Acre, um ambiente singular, denominado de campinas e campinaranas, até então não teve estudos desenvolvidos com foco em rede de interações ave-planta.

As campinas e campinaranas, são termos utilizados para designar um tipo de vegetação que se desenvolve em solos de areia branca, pobres em nutrientes, mas ricos em ácidos húmicos e que estão distribuídas pontualmente por toda a Amazônia (Mardegan et al., 2009). As campinas são formações vegetacionais rasteiras, havendo locais com áreas abertas, dominadas por plantas herbáceas, arbustos e exposição do solo a radiação solar (Anderson 1981). As campinaranas são ambientes característicos pela alta densidade de árvores delgadas, sub-bosque baixo e poucas árvores emergentes (Anderson 1981; Medina et al. 1990; Richards 1996). As campinas e campinaranas são contornadas por vegetação de floresta com dossel fechado e árvores emergentes, e apesar de compartilhar a mesma zona climática, características como a fertilidade (Jordan, 1985; Damasco et al., 2013) e a textura do solo, são fatores determinantes do contraste entre o complexo de areia branca e a floresta adjacente (Silveira, 2003). Estudos demonstraram que esses ecossistemas, possuem baixa diversidade florística (Stropp et al., 2011), entretanto, com espécies botânicas endêmicas (Adeney et al., 2016; Fine & Baraloto, 2016; Guevara et al., 2016). Além disso a seca fisiológica também determina a distribuição das campinaranas, quando em períodos mais secos, ocorre a diminuição da altura do lençol freático, reduzindo a absorção de água pelas plantas, e conseqüentemente limitando o crescimento e estabelecimento de novas plântulas (Silveira, 2003). Em áreas mais encharcadas das campinaranas, arbustos e árvores com até 5 m de altura, predominam (Anderson, 1981; Medina et al., 1990; Richards, 1996), e em áreas com solo mais estruturado e maior drenagem, árvores com até 20 m predominam (Daly & Silveira, 2008).

De acordo com o IBGE (2012), este ambiente possui três fitofisionomias predominantes, campinarana arbórea, florestada e arbustiva. As campinaranas arbóreas, são constituídas principalmente por árvores delgadas e de pequeno porte, com uma camada flexível de raízes na superfície do solo, podendo chegar a um metro de espessura (Daly et. al., 2016), e que provém matéria orgânica depositada como fonte de nutrientes para a vegetação presente nestes ecossistemas (Klinge & Herrera, 1978). As campinaranas florestadas possuem árvores emergentes, com dossel denso e abundância de palmeiras (Anderson, 1981; Medina et al., 1990; Richards, 1996). Diferentemente das demais fitofisionomias, as campinas arbustivas não possuem árvores emergentes, havendo

vegetação rasteira, e com maior exposição do solo a fatores abióticos (Anderson, 1981). No Brasil, a área do complexo vegetacional sobre areia branca ocupa 30.000 km<sup>2</sup> (Pires & Prance, 1985), e representa cerca de 3% da cobertura Amazônica (Ter Steege et al., 2000). No Acre, estima-se que este tipo de vegetação cobre cerca de 66 km<sup>2</sup> ou 0,04% da área do Estado (Acre, 2010), e está restrita a porção sudoeste, ocorrendo nos municípios de Mâncio Lima, Cruzeiro do Sul, Marechal Thaumaturgo, Tarauacá e Porto Walter (Daly et al., 2016).

Um estudo realizado por Borges et al. (2015), em diferentes complexos vegetacionais sobre solo de areia branca na Amazônia legal, demonstrou que cerca de 195 espécies de aves utilizam regularmente as campinaranas, enquanto que 35 espécies de aves são classificadas como especialistas dependentes ou “quase” deste ecossistema. Estes ainda constataram, que a diversidade de espécies de aves é afetada pela variabilidade estrutural da vegetação. A riqueza avifaunística desses ambientes é incrementada pelas espécies de aves do ecossistema florestado presente no entorno, principalmente das florestas inundadas de águas pretas, que funcionam como corredores ecológicos aumentando a conectividade e promovendo o fluxo de interação entre as populações de aves (Borges et al., 2015).

Assim como em outras manchas de vegetação de areia branca na Amazônia Legal, as campinas e campinaranas do oeste do Acre até então, só foram realizados inventários ornitológicos (Poletto & Aleixo, 2005; Guilherme & Borges, 2011; Silva et al., 2017), sendo inexistentes estudos de outra natureza, como aqueles ligados a ecologia. Aliado a carência de estudos com foco em ecologia, os enclaves de campina/campinarana do extremo oeste do Acre não estão incluídos em nenhuma área de proteção ambiental (Silveira, 2003; Guilherme & Borges, 2012) embora, riscos sejam oferecidos para o ecossistema pela exploração de areia branca utilizada para a construção civil (Ferreira et al., 2013; Guilherme et al., 2018) e extração ilegal de espécies madeireiras, utilizadas como lenha em fornos para fabricação de farinha de mandioca (Silveira, 2003).

Diante da singularidade do complexo vegetacional ainda desprotegido e da importância de conhecer relações mutualísticas ave-plantas nesse ecossistema, este estudo investigou a rede de interação das espécies de aves frugívoras com as espécies botânicas das campinaranas do sudoeste da Amazônia. Deste modo, buscamos

- i) Quantificar as espécies tanto de ave, quanto botânica, que compõem as redes de interação do enclave de campinarana e das três fitofisionomias presentes neste.
- ii) Atribuir para cada espécie tanto de ave quanto botânica,

um valor de importância em relação a dispersão de sementes. iii) Avaliar a viabilidade das sementes coletadas do material fecal das espécies de aves nas diferentes fitofisionomias. Nosso estudo, realizado de abril a setembro de 2019 mostrou diferentes redes de interação ave-planta dentro das fitofisionomias, das quais destacamos as espécies de aves, *Xenopipo atronitens* e *Elaenia parvirostris*, e também as espécies botânicas, *Geonoma* sp. 1 e *Psidium guajava* com mais interações da rede do enclave de campinarana.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 | Área de estudo

Realizamos o estudo em um enclave de campinarana localizado no oeste do estado do Acre, onde está estabelecida uma das trilhas permanentes ao Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio/Acre). O programa PPBio possui trilhas de 5km padronizadas e permanentes em diversos estados da Amazônia Legal para o desenvolvimento de pesquisas (PPBio, 2012). O transecto do PPBio onde realizamos este estudo, está localizado na comunidade Santa Bárbara, BR 307, no município de Mâncio Lima, sudoeste do Estado do Acre (7°28'00"S, 72°54'00"O). A temperatura média na região é de 25°C, sendo outubro o mês mais quente do ano, com temperatura média de 26°C, e julho o mês com a temperatura média (24°C) mais baixa do ano. A pluviosidade média é de 2139 mm, sendo julho o mês mais seco, com pluviométrica média de 57 mm, e março, com média de 273 mm, considerado o mês mais chuvoso (Clima-date, 2020). O solo da região é classificado como Espodosolos e Neossolos Quartzarênicos (Anjos et al., 2013), solo mal drenado, horizonte C impermeável, cimentoso e acinzentado (Veloso et al., 1991). As fitofisionomias que se estendem contigualmente e sem barreiras físicas ao longo da trilha são: campinarana arbórea (CA), campinarana arbustiva (CAR) e campinarana florestada (CF).

### 2.2 | Descrição da área de estudo

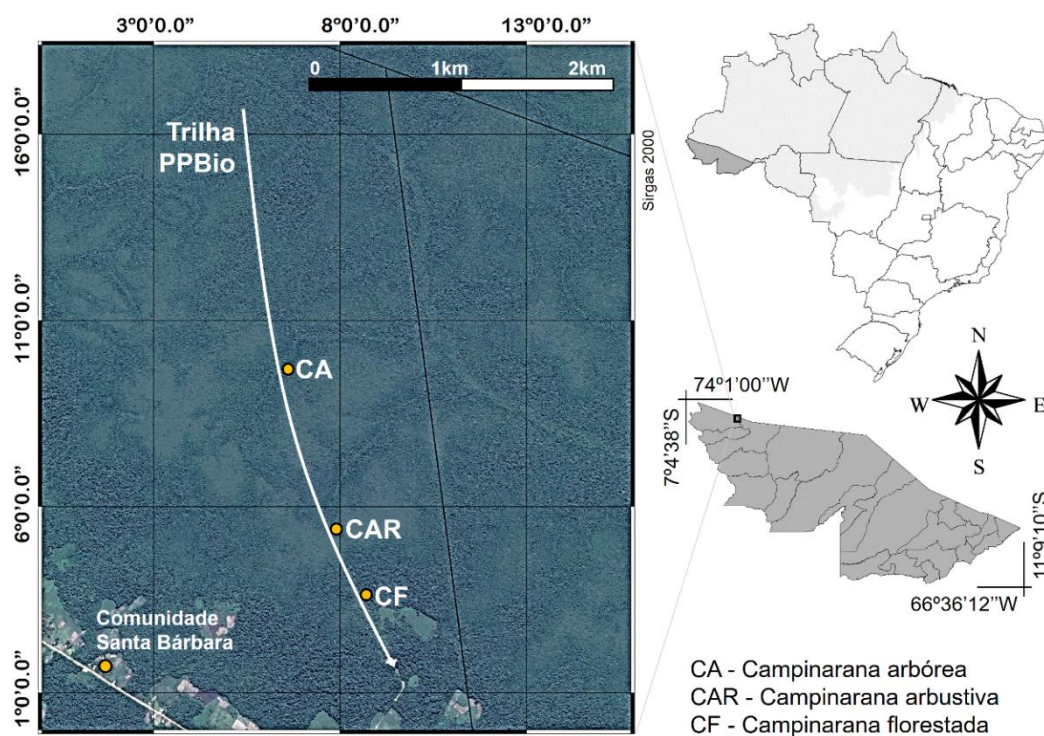
#### 2.2.1 A vegetação e as fitofisionomias

A vegetação que se desenvolve em solo de areia branca, onde está localizada a trilha permanente do PPBio na comunidade Santa Bárbara, de acordo com IBGE (2012), apresenta três formações fitofisionômicas (Figura 1):

**Campinarana arbórea (CA):** Caracterizada pela densidade alta de árvores delgadas com altura entre 8-10 m. (Figura 2A). Possui árvores emergentes com até 15 m de altura e com característico sistema radicular superficial. Predominância de algumas espécies arbóreas como *Dendropanax resinosa*, *Macoubea guianensis*, *Palicourea grandifolia*, *Qualea trichanthera*, *Remijia pacimonica*, *Stylogyne cauliflora*, *Trichilia septentrionalis* e *Vismia macrophylla*. O sub-bosque é caracterizado pela presença de samambaias, como *Danaea oblanceolata* e *Elaphoglossum discolor* e também de *Anthurium atropurpureum* (Daly et al., 2016).

**Campinarana arbustiva (CAR):** Possui uma densa camada de arbustos com até 2m de altura (Figura 2B), frequentemente com espécies de 5 m de altura, como, *Pachira nitida*. Os arbustos mais comuns incluem, *Pagamea acensis*, *Retiniphyllum concolor* e *R. martianum*, *Palicourea crocea*, *Ilex vismiifolia*, *Protium heptaphyllum*, *Cupania diphylla*, *Emmotum fagifolium* e *Matayba inelegans* (Daly et al., 2016).

**Campinarana florestada (CF):** Possui dossel de 15 a 20 m de altura (Figura 2C), caracterizada pela presença das espécies, como *Trattinnickia burserifolia*, *Couma utilis*, e palmeiras *Oenocarpus bataua*, *Mauritia flexuosa* e *Mauritiella armata*. Presença de árvores emergentes (30 m de altura) incluindo *Ocotea gracilis*, *Allantoma decandra*, *Erismia bicolor*, *Qualea rosea* e *Q. homosepala*. O sub-bosque é dominado por *Lepidocaryum tenue*, uma palmeira conhecida como caranaí, e marcado pela presença de ervas, como, *Andropogon leucostachyus*, *Voyria aphylla*, *Schizaea elegans*, *Calathea* sp., *Ischnosiphon* sp., *Diplacrum capitatum* (em locais mais alterados), *Selaginella* e *Rapatea* sp., e de arbustos, *Adiscanthus fusciflorus*, *Clidemia biserrata*, *Matayba inelegans*, *Psychotria cincta*, *P. poeppigiana*, *Tococa guianensis* e *Codonanthe carnososa*. Epífitas são raramente encontradas, porém são representadas por *Peperomia* sp. e pelo menos três espécies de Araceae. Trepadeiras também são difíceis de serem encontradas, entretanto há registros de *Gnetum nodiflorum* e *Clidemia* sp. (Daly et al., 2016)



**FIGURA 1** Trilha do PPBio localizada na comunidade Santa Bárbara, Mâncio Lima, AC. Imagem: Google Earth.



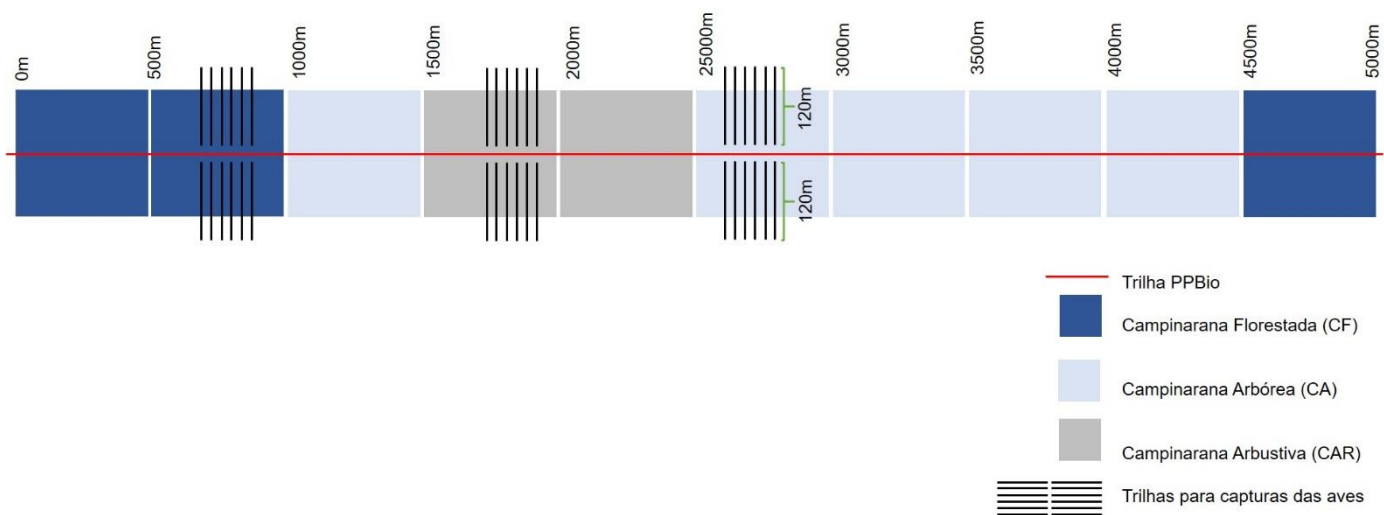


**FIGURA 2** Variações fitofisionômicas no enclave de campinarana na trilha do PPBio em Mâncio Lima, AC. A - campinarana arbórea; B - campinarana arbustiva e C - campinarana florestada.

### 2.3 | Sistema de amostragem e captura das aves

**Captura das aves:** Utilizamos 10 redes de neblina (12m de comprimento por 2,5m de altura com malha de 36 mm) para a captura das aves e em cada fitofisionomia (CA, CAR e CF) foram abertas 12 trilhas de 120 m, equidistantes 30m, posicionadas perpendiculares à trilha principal (Figura 3). As 10 redes de neblina permaneceram abertas em cada trilha por dois dias e meio, durante cinco horas por dia, no decorrer de 30 dias em cada fitofisionomia, totalizando 90 dias de coleta no período de abril a setembro de 2019. As coletas no decorrer dos 30 dias em cada fitofisionomia seguiu a seguinte ordem: campinarana arbórea (CA), campinarana arbustiva (CAR) e campinarana florestada (CF), como esquematizado (Figura 3).

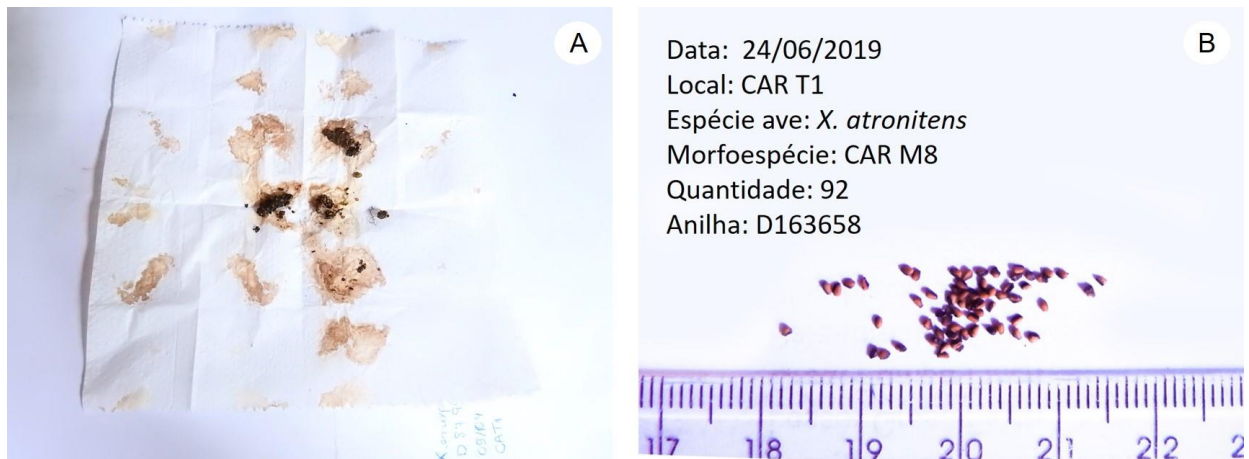




**FIGURA 3** Disposição das trilhas para a captura das aves nas fitofisionomias de campinarana ao longo da trilha do PPBio em Mâncio Lima, AC.

Após a captura, cada ave foi identificada em nível específico (Piacentini et al., 2015), com auxílio de guias ornitológicos (Schulenberg et al., 2007; Sigrist, 2014) e classificada em guildas alimentares de acordo com Wilman et al., (2014). Todas as aves capturadas foram marcadas com anilhas de alumínio com código único de identificação. As anilhas foram fornecidas pelo CEMAVE (Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres/ICMBio) no âmbito do projeto 4386 (Anilhador júnior, Registro Número: 6140497).

**Coleta das sementes:** Colocamos cada indivíduo capturado em um saco de pano contendo um saco de papel absorvente em seu interior, para recolher o material fecal. Os indivíduos permaneceram no interior do saco por até 15 minutos para coleta de material fecal e após esse período, foram liberados próximo ao local da captura. Coletamos e acondicionamos as sementes em embalagens separadas, identificadas com a espécie da ave, número da anilha, fitofisionomia e data. Em laboratório as sementes foram triadas, limpadas para a retirada de restos de insetos e de material fecal sólido e agrupadas de acordo com as semelhanças morfométricas (dimensão, comprimento e forma) (Figura 4). Em seguida, as sementes foram contadas e fotografadas, acondicionadas em embalagens etiquetadas de acordo com a morfoespécie, seguindo as informações da espécie da ave, número da anilha, quantidade de sementes e data. Mantemos uma porção das sementes de cada morfoespécie para formação de uma coleção de referência de sementes (70%), enquanto a outra porção foi destinada para o teste de viabilidade.



**FIGURA 4** Triagem das sementes provenientes do material fecal das aves. A: material fecal coletado das aves. B: sementes após a triagem.

**Identificação das sementes:** Identificamos as sementes coletadas a partir do material fecal das aves ao menor nível taxonômico possível. Em alguns casos realizamos as identificações a partir das próprias sementes com auxílio dos pesquisadores do Laboratório de Botânica e Ecologia Vegetal da Universidade Federal do Acre - LABEV e obras de referência para a região (Daly et al., 2016; Daly & Silveira, 2008, Cornejo & Janovec, 2010; Refflora, 2017) e, em outro momento, comparando com as sementes coletadas das amostras botânicas que estavam frutificando ao longo da trilha. As sementes foram secas em estufa e acondicionadas em recipientes com sílica, para evitar perda de material pela umidade. Cada recipiente foi numerado com a identificação das amostras das sementes. Em seguida depositamos as amostras em uma coleção de referência no Laboratório de Ornitologia da Universidade Federal do Acre, em Rio Branco, Acre.

**Amostragem das plantas em fenofase de frutificação:** No período de janeiro a setembro de 2019, coletamos amostras de espécies botânicas em fase de frutificação ao longo do transecto principal, para identificação da espécie vegetal e auxiliar na posterior identificação das sementes coletadas do material fecal das aves. As amostras botânicas coletadas foram levadas a uma estufa para secar. As sementes coletadas a partir dos frutos maduros, foram limpas, secas e acondicionadas para formação de um banco de sementes de referência para cada fitofisionomia. Realizamos a identificação dos espécimes botânicos coletados com o auxílio dos pesquisadores do Laboratório de Botânica e Ecologia Vegetal da Universidade Federal do Acre - LABEV e obras

de referência para a região (Daly & Silveira, 2008; Cornejo & Janovec, 2010; Daly et al., 2016; Refflora, 2017). As exsiccatas foram inseridas na coleção do herbário do Laboratório de Ecoanatomia e Ecologia Vegetal – LEEV da Universidade Federal do Acre.

**Teste de viabilidade das sementes:** Realizamos o teste de viabilidade das sementes por meio da reação de solução de tetrazólio (Cottrell, 1948), que consiste na coloração dos tecidos vivos das sementes, para verificar se há atividade respiratória a nível celular. Testes com resultado positivo, indica que a semente possui tecidos vivos mesmo após ter passado pelo sistema digestivo da ave. Tecidos não viáveis, não reagirão com a solução e consequentemente, não serão coloridos, indicando resultado negativo (França-Neto et al., 1998). Antes do período de reação na solução de tetrazólio, as sementes foram submetidas ao pré-tratamento para a quebra da dormência, e embebidas por 16 horas em papel-toalha umedecido com água em temperatura ambiente, para facilitar a absorção. Após o período de embebição, as sementes foram submersas por quatro horas em 0,1% de cloreto de 2,3,5-trifeniltetrazólio. Ao término de cada período de coloração, a solução foi drenada, as sementes foram lavadas em água corrente e mantidas submersas na água em ambiente refrigerado até o momento da avaliação. Avaliamos as sementes individualmente, seccionadas longitudinalmente através do centro do eixo embrionário com auxílio de bisturi e, posteriormente, visualizadas em microscópio estereoscópico, quando necessário. Escolhemos o teste de tetrazólio em comparação com outros métodos (e.g. teste de germinação) pois este é menos dependente de condições ambientais e biológicas, como temperatura, umidade e luz (Grabe, 1976).

## 2.4 | Análise de dados

Utilizamos o número de sementes coletadas do material fecal das aves capturadas nas fitofisionomias de campinarana (CA, CAR e CF) como unidade amostral para as análises estatísticas e execução da rede de interação. No N amostral, aplicamos o teste de normalidade de Shapiro-Wilk e realizamos as análises no software R, versão 3.5.1 (R Development Core Team 2018) considerando a significância de  $p < 0,05$  em todos os casos.

**Abundância de sementes entre as fitofisionomias:** Verificamos a diferença na quantidade de sementes coletadas do material fecal das aves capturadas nas fitofisionomias (CA, CAR e CF), realizando o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (Siegel & Castellan, 1988). Utilizamos a abundância de sementes como a variável resposta e como variável explicativa as fitofisionomias de campinaranas.

**Índice de importância (I):** Este índice desenvolvido por Murray (2000) varia de 0 para as espécies que não tiveram interação com nenhuma planta e valor 1 para as espécies de aves que consomem frutos/sementes das amostras botânicas. O índice identifica o quão importante é cada espécie de ave e de planta na área de estudo e alcança valores próximos a 1, se as espécies de aves/plantas interagirem com grande diversidade de plantas/aves e também se tiverem mais interações exclusivas. O índice é calculado segundo a equação:

$$I_j = \sum[(C_{ij}/T_i)/S]$$

Onde:  $C_{ij}$  é igual a 1 se a espécie de ave  $j$  consumiu frutos da espécie de planta  $i$ , ou 0 se não houve consumo de frutos.  $T_i$  é o número total de espécies de aves que se alimentam dos frutos/sementes das plantas  $i$ .  $S$  é o número total de espécies botânicas amostradas. O valor de  $I$  varia entre 0 e 1, sendo 0 para espécies de aves que não interagiram com nenhuma planta e 1 para as que consumiram frutos de todas as plantas contidas na amostra.

**Conectância (C):** A conectância estima a porcentagem de interações registradas entre aves e espécies botânicas em relação a todas aquelas que seriam possíveis de ocorrer, com valores que variam de 0 a 100 (Jordano, 1987). A conectância pode ser obtida de acordo com a fórmula:

$$C(\%) = I \times 100 / (F \times P)$$

Onde:  $I$  é número de interações registradas,  $F$  é o número de espécies frugívoras e  $P$  é o número de espécies vegetais, e  $(F \times P)$  é o número total de interações possíveis de ocorrer.

**Rede de interação:** Organizamos os dados em uma matriz binária de presença e ausência, na qual as espécies botânicas foram representadas nas linhas e as aves frugívoras/generalistas em colunas. Nessa matriz, o elemento  $a_{ij}$  é igual a 1 se a ave  $i$  interage com a planta  $j$ , ou 0, se não houve interação (Bascompte et al., 2003). Para a execução das redes de interação no software R utilizamos os pacotes bipartite (Dormann et al., 2009), sna (Carter, 2010) e igraph (Csardi & Nepusz, 2006).

**Aninhamento (N):** Os padrões aninhados em matrizes de interação entre espécies, ocorrem quando espécies especialistas interagem com um subconjunto bem definido de espécies generalistas (Bascompte et al., 2003; Jordano et al., 2003; Memmott et al., 2004; Guimarães et al., 2006). Medimos o aninhamento com a fórmula definida por Bascompte et al., (2003):

$$N = (100 - T) / 100$$

Onde: N é o grau de aninhamento com valores que variam de 0 a 1 (aninhamento máximo) e T é a temperatura da rede, que estima o desvio de presença ou ausência não prevista, com valores que variam de 0° a 100° (Atmar & Patterson, 1993). Calculamos a temperatura utilizando o programa Nestedness Temperature Calculador que utiliza o modelo nulo em que cada célula da matriz de interação tem a mesma probabilidade de ser ocupada (Atmar & Patterson, 1993, 1995).

**Índice de similaridade da composição de espécies de aves entre as fitofisionomias (CA, CAR e CF):**

Construímos uma matriz de distância entre as áreas amostradas e utilizamos Análises de Coordenadas Principais (PCoA), com a composição das espécies de aves em relação a cada fitofisionomia de campinaranas, com o índice de similaridade de Bray-Curtis. Utilizamos o teste de Permanova (F) para verificar a similaridade na composição de espécies de aves entre as fitofisionomias de campinaranas.

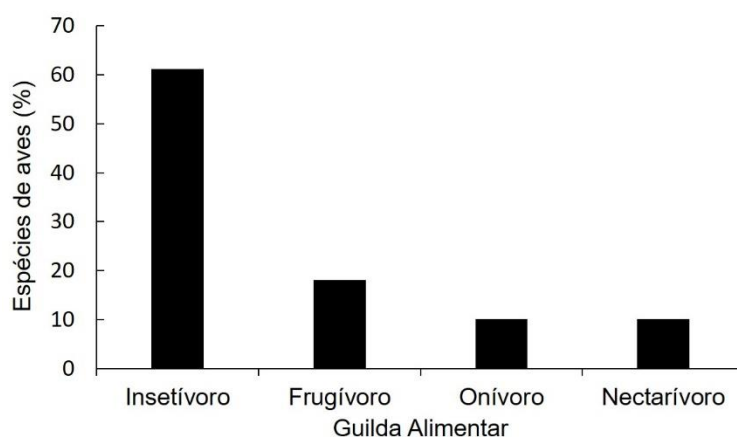
**Índice de similaridade da composição de espécies botânicas dispersas entre as fitofisionomias (CA, CAR e CF):** Construímos uma matriz de distância entre as áreas amostradas e utilizamos Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS), com a composição das espécies botânicas em relação a cada fitofisionomia de campinaranas, com o índice de similaridade de Bray-Curtis, em seguida utilizamos o teste de Permanova (F) para verificar a similaridade na composição de espécies botânicas dispersas entre as fitofisionomias de campinaranas.

**Porcentagem do teste de viabilidade das sementes:** Calculamos a porcentagem do teste de tetrazólio das sementes, coletadas a partir do material fecal das aves, por meio de regra de três simples, com base no número de sementes utilizadas no teste em relação ao número de sementes pigmentadas.

**Semelhança das espécies botânicas dispersas pelas aves entre as fitofisionomias (CA, CAR e CF):** Mediante o anilhamento e por meio da recaptura dos indivíduos, identificamos as aves que forneceram sementes, e assim registramos a movimentação e a dispersão de sementes entre as fitofisionomias de campinaranas. Calculamos a distância percorrida pelo Google Earth Pro.

### 3 | RESULTADOS

Com esforço amostral de 135.000 h.m<sup>2</sup>, capturamos 396 indivíduos, de 49 espécies de aves, distribuídas em 14 famílias e três ordens (Apêndice 2). Capturamos 131 indivíduos na campinarana arbórea (33,1%), 175 (44,1%) na campinarana arbustiva, e 90 na campinarana florestada (22,7%). Dos 396 indivíduos capturados, 285 foram anilhados e 111 foram recapturados durante a amostragem. As 49 espécies registradas estão distribuídas dentro das seguintes guildas alimentares: insetívora (n=30) frugívora, (n=9), onívora (n=5) e nectarívora (n=5) (Figura 5).



**FIGURA 5** Guildas alimentares das aves capturadas em um enclave de campinarana no oeste do Acre.

Dos 396 indivíduos capturados, 172 (60,3%) forneceram material fecal e em 89 (52%) haviam sementes (Tabela 1). Coletamos 921 sementes a partir do material fecal das aves, classificadas em 54 táxons botânicos, destes, cinco foram identificadas a nível de espécie e 49 a nível de gênero, pertencentes a 19 famílias botânicas. As famílias de aves que forneceram sementes nas fitofisionomias (CA, CAR e CF) (Apêndice 5), foi, Pipridae, seguida de Thraupidae, Tityridae e Tyrannidae (Tabela 2). As famílias botânicas mais dispersas pelas aves nas fitofisionomias, foram Urticaceae, Melastomataceae, Rubiaceae e Cyperaceae (Tabela 2).



<i>Manihot</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Margaritaria</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ochroma pyramidale</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Olyra</i> sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Olyrasp.</i> 2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Psittacanthus</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Psychotria</i> sp. 2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rollinia</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scleria</i> sp. 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scleria</i> sp. 2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scleria</i> sp. 3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Siparuna guianensis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Swartzia</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tabernaemontana</i> sp. 2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trigonia</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Urera</i> sp. 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Urera</i> sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Xylopia</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Duas espécies da família Pipridae foram as que mais forneceram sementes nas amostras. O pretinho, *Xenopipo atronitens* (Apêndice 4A) foi responsável pelo maior número de sementes fornecidas (n=317; 34,4%). As sementes das espécies botânicas coletadas no material fecal desta espécie foram: *Guettarda* sp. 2 (n=92; 9%), *Scleria* sp. 2 (n=64; 6,9%) e *Calathea* sp. 3 (n=26; 2,8%). Enquanto que o uirapuru-de-chapéu-azul, *Lepidothrix coronata* (Apêndice 4B) foi responsável por 34% (n=314) das sementes obtidas no material fecal durante a amostragem. As espécies botânicas fornecidas por *L. coronata* foram *Cecropia* sp. 1 (n=303; 32,9%), *Brachiaria* sp. 4 (n=8; 0,8%) e *Psidium guajava* (n=3; 0,3%).

O Thraupidae *Lanio surinamus* (Apêndice 4C) foi responsável por 16,8% (n=155) das sementes obtidas. O único gênero botânico encontrado no material fecal de *L. surinamus*, foi *Miconia* sp. O Tityridae *Schiffornis amazonum* foi responsável por 7% (n=65) das sementes, havendo também sementes do gênero botânico *Miconia* sp. O Pipridae, *Ceratopipra rubrocapilla* forneceu 3,8% das sementes (n=35) dos táxons botânicos, *Psidium guajava* (n=22), *Bellucia* sp. (n=7), *Brachiaria* sp. 4 (n=3), *Brachiaria* sp.1 (n=2) e *Calathea* sp. 3 (n=1) (Tabela 2).



**TABELA 2** Número de sementes dispersas agrupadas por famílias de aves e botânicas em um enclave de campinarana de Mâncio Lima, AC. Família das aves: entre parênteses está o número de espécies. Famílias botânicas: entre parênteses está o número de gêneros botânicos.

<b>Família de aves</b>	<b>Nº de sementes dispersas</b>
Pipridae (5)	674
Thraupidae (1)	155
Tityridae (1)	65
Tyrannidae (3)	22
Rhynchocyclidae (1)	4
Thamnophilidae (1)	1
<b>Famílias botânicas</b>	<b>Nº de sementes dispersas</b>
Urticaceae (2)	312
Melastomataceae (2)	227
Rubiaceae (3)	117
Cyperaceae (1)	68
Marantaceae (1)	36
Arecaceae (1)	34
Myrtaceae (1)	31
Poaceae (3)	18
Annonaceae (3)	12
Burseraceae (1)	12
Dilleniaceae (1)	11
Rhamnaceae (1)	11
Apocynaceae (1)	9
Euphorbiaceae (2)	4
Malvaceae (2)	4
Siparunaceae (1)	4
Caricaceae (1)	3
Fabaceae (1)	2
Phyllanthaceae (1)	2
Boraginaceae (1)	1
Loranthaceae (1)	1
Trigoniaceae (1)	1
Vitaceae (1)	1

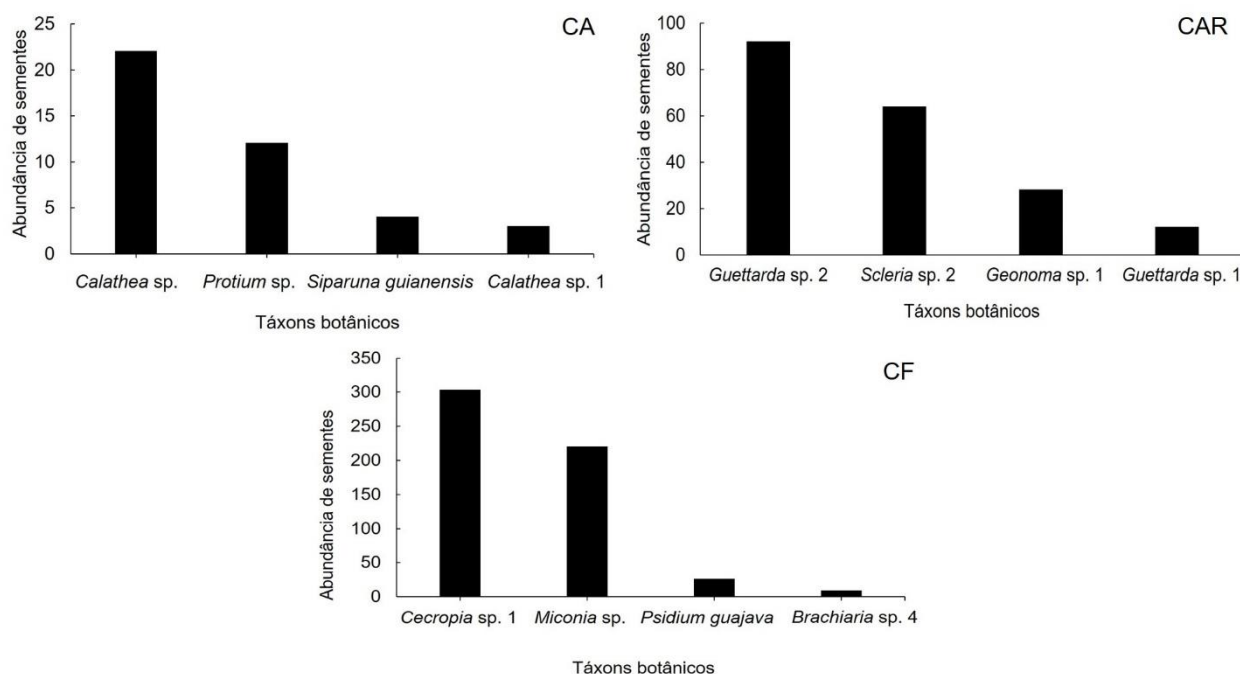
Houve variação da estrutura de habitat e na abundância de sementes entre as fitofisionomias. Na campinarana florestada (CF) coletamos 570 (62%) sementes no material fecal das aves, pertencentes a sete gêneros botânicos. Na campinarana arbustiva (CAR) foram 298 (32%) sementes, pertencentes a 42 gêneros

botânicos e na campinarana arbórea (CA) 53 (6%) sementes do material fecal, pertencentes a 12 gêneros (Tabela 3) e (Apêndice 3).

**TABELA 3** Quantidade de sementes coletadas a partir do material fecal das aves capturadas nas fitofisionomias de campinarana no município de Mâncio Lima, AC. CF: campinarana florestada; CAR: campinarana arbustiva e CA: campinarana arbórea.

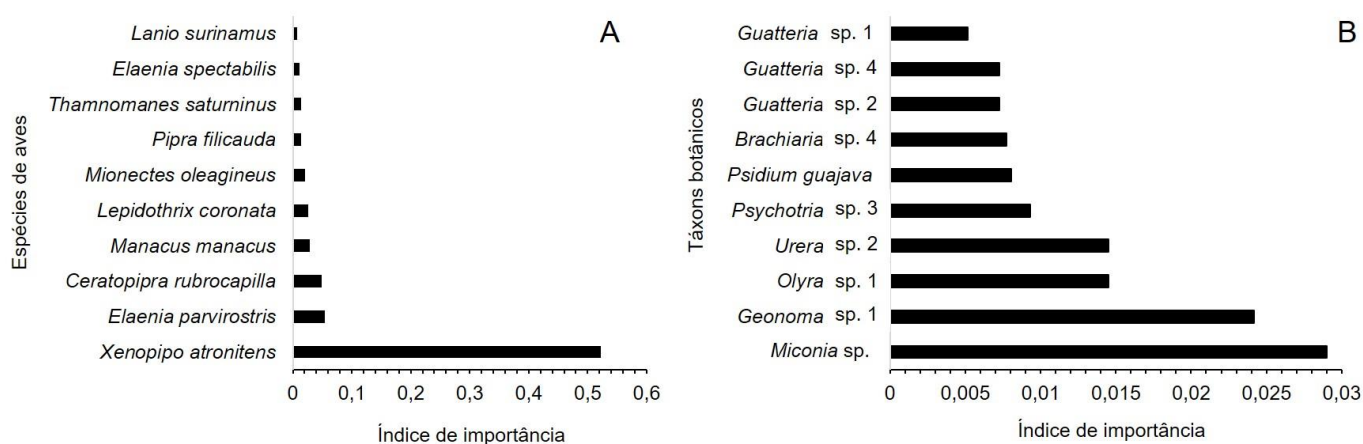
Espécies de aves	Fitofisionomias			Total de sementes
	Campinarana Florestada (CF)	Campinarana Arbustiva (CAR)	Campinarana Arbórea (CA)	
<i>Xenopipo atronitens</i>	6	261	50	317
<i>Elaenia parvirostris</i>		16		16
<i>Ceratopipra rubrocapilla</i>	29	6		35
<i>Lepidothrix coronata</i>	314			314
<i>Manacus manacus</i>		3	3	6
<i>Elaenia spectabilis</i>		4		4
<i>Mionectes oleagineus</i>		4		4
<i>Lanio surinamus</i>	155			155
<i>Myiozetetes similis</i>		2		2
<i>Pipra filicauda</i>		2		2
<i>Schiffornis amazonum</i>	65			65
<i>Thamnomanes saturninus</i>	1			1
	570	298	53	921

Em relação a abundância de sementes entre as fitofisionomias amostradas, os valores foram significativos (Kruskal-Wallis:  $H=6,49$ ;  $p=0,03$ ). A fitofisionomia CF foi o ambiente que forneceu a maior abundância de sementes pelas aves. Os táxons botânicos com maior abundância de sementes na CF foram: *Cecropia* sp. 1, *Miconia* sp., *Psidium guajava* e *Brachiaria* sp. 4 (Figura 6). Na fitofisionomia CAR, coletamos sementes dos táxons botânicos *Guettarda* sp. 2, *Scleria* sp. 2, *Geonoma* sp. 1 e *Guettarda* sp. 1 (Figura 6). E na CA coletamos as sementes dos táxons botânicos *Calathea* sp. 3, *Protium* sp., *Siparuna guianensis* e *Calathea* sp. 1 (Figura 6).



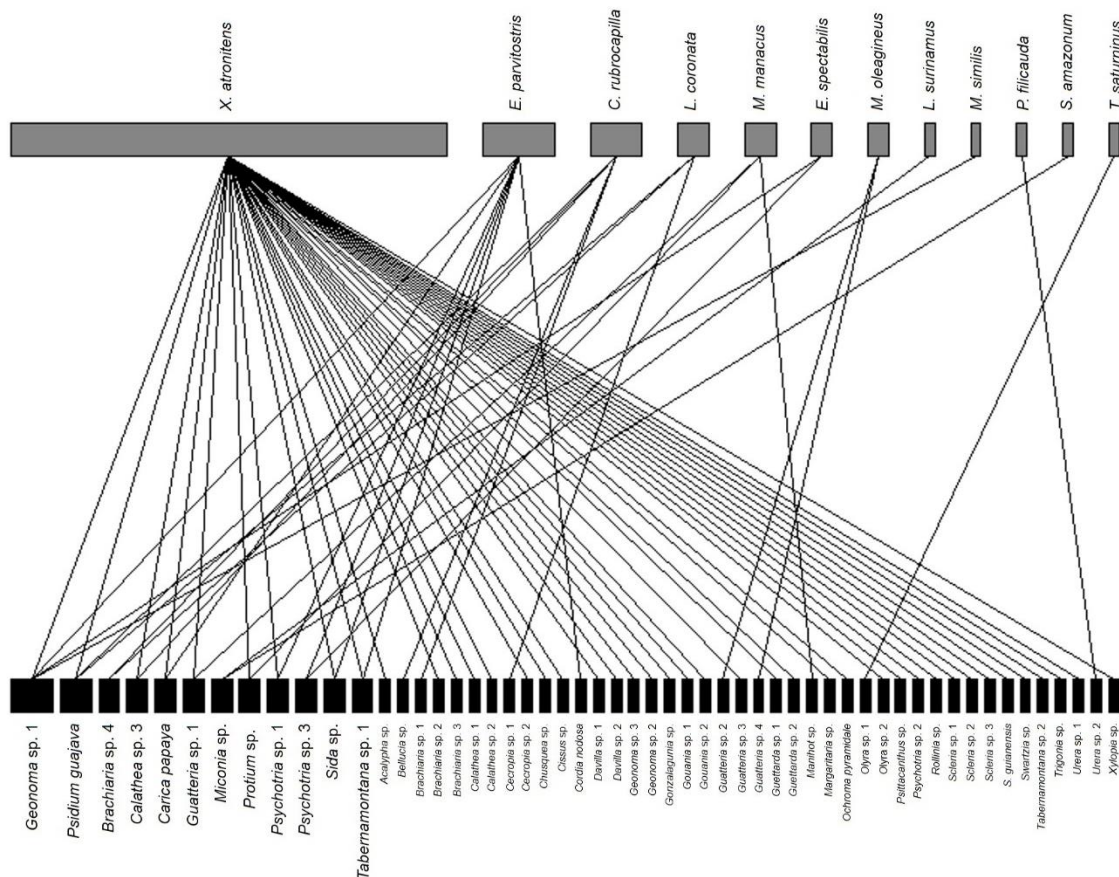
**FIGURA 6** Táxons botânicos com os maiores números de sementes coletadas no material fecal das aves em três diferentes fitofisionomias de um enclave de campinarana localizado no município de Mâncio Lima, AC. CA: campinarana arbórea; CAR: campinarana arbustiva e CF: campinarana florestada.

Com relação ao índice de importância no enclave de campinarana estudado, *Xenopipo atronitens* ( $I=0,52$ ), *Elaenia parvirostris* ( $I=0,05$ ) e *Ceratopipra rubrocapilla* ( $I=0,04$ ), tiveram os maiores índices comparado com as demais espécies de aves (Figura 7A). Os táxons botânicos com os maiores índices de importância foram *Miconia* sp. ( $I=0,02$ ), *Geonoma* sp. 1 ( $I=0,02$ ) e *Olyra* sp. 1 ( $I=0,01$ ) (Figura 7B).



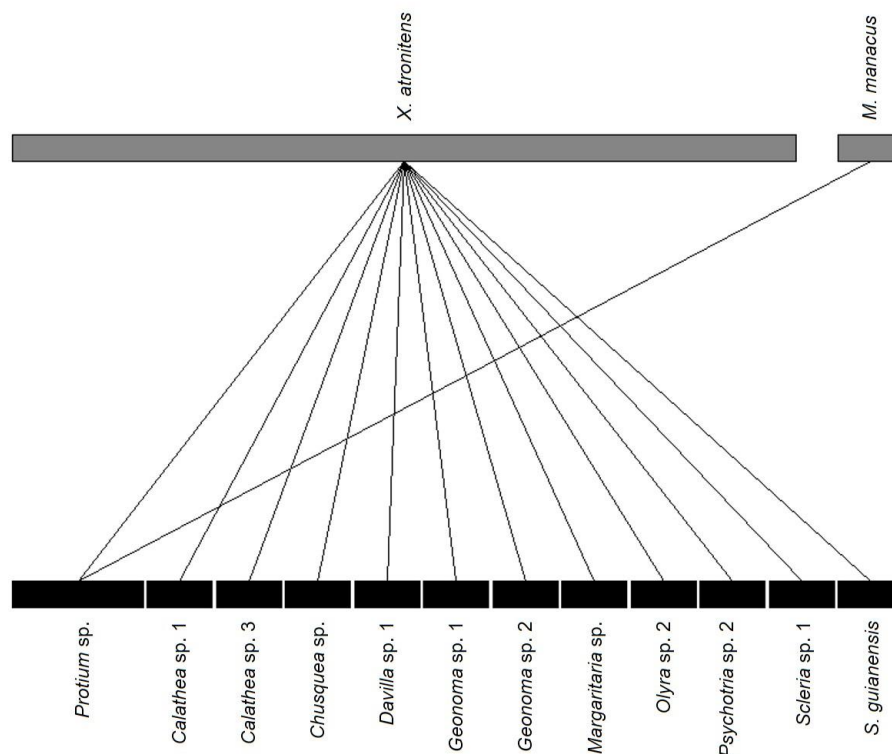
**FIGURA 7.** Índice de importância das aves (A) e táxons botânicos (B) nas fitofisionomias de campinarana, no município de Mâncio Lima, AC.

As 12 espécies de aves consideradas potenciais dispersoras de sementes e os 54 táxons botânicos gerou conectância intermediária ( $C=10,64\%$ ) nas fitofisionomias CA, CAR e CF. Das 648 interações possíveis registramos 69 (Figura 8) e o aninhamento não foi significativo ( $N=11,36$ ;  $p=0,1$ ). Duas espécies de aves apresentaram mais interações e respondem por 70% destas, sendo *Xenopipo atronitens* (42; 60,8%) e *Elaenia parvirostris* (7; 10,1%). Os táxons botânicos *Geonoma* sp. 1 (4; 5,8%), *Psidium guajava* (3; 4,3%) e *Brachiaria* sp. 4 e *Calathea* sp. 3 (2; 2,9%) somam mais de 15% das interações com as aves do enclave de campinarana (Figura 8).



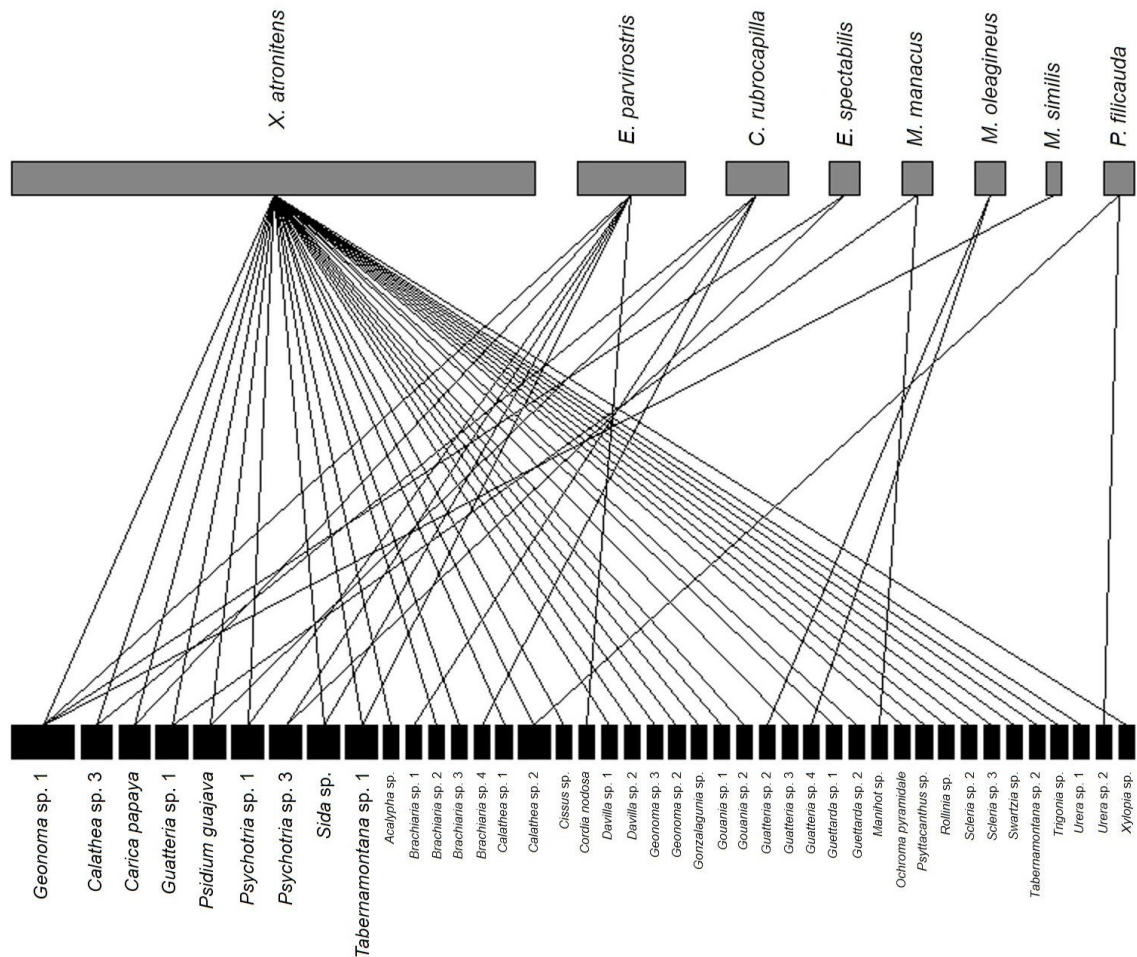
**FIGURA 8.** Interação ave-planta registrada a partir das aves capturadas e do material fecal com sementes das amostras botânicas em três fitofisionomias de campinarana localizadas no município de Mâncio Lima, AC. Barras cinza: espécies de aves e barras negras: táxons botânicos.

Na campinarana arbórea, registramos 13 interações, com conectância intermediária ( $C=54,16\%$ ) e o aninhamento não significativo ( $N=37,70$ ;  $p=0,8$ ). As espécies de aves com interação foram *Xenopipo atronitens* (12; 92,3%) e *Manacus manacus* (1; 7,6%). Em relação aos táxons botânicos com maiores interações foram *Protium* sp. (2; 15,3%), *Calathea* sp. 1 e *Calathea* sp. 3 (1; 7,6%) (Figura 9).



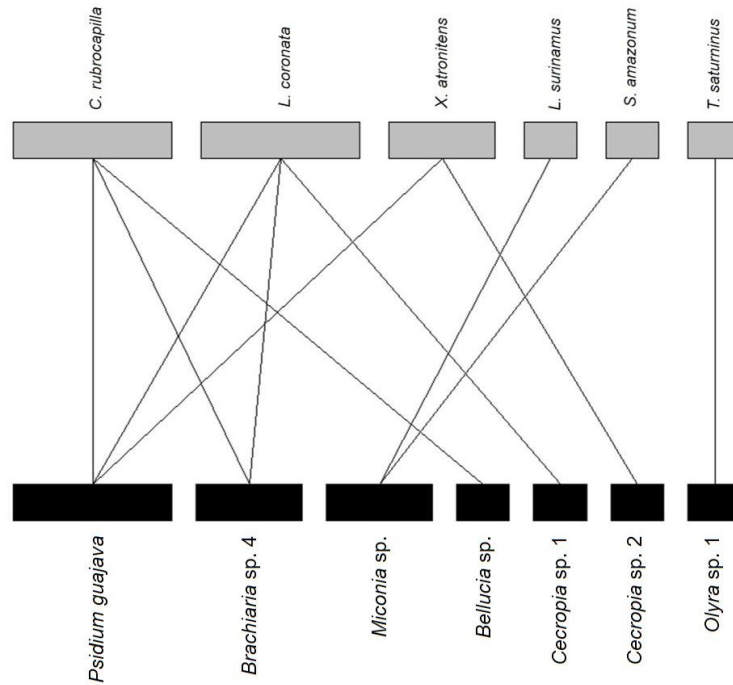
**FIGURA 9** Interação ave-plantas registradas na campinarana arbórea - CA a partir das sementes coletadas do material fecal das aves capturadas. Barras cinza: espécies de aves e barras negras: táxons botânicos.

Na campinarana arbustiva, registramos 53 interações. A conectância foi intermediária ( $C=15,77\%$ ) e o aninhamento não significativo ( $N=17,18$ ;  $p=0,1$ ). As espécies de aves que mais apresentaram interação foram *Xenopipo atronitens* (34; 64,1%), *Elaenia parvirostris* (7; 13,2%) e *Ceratopipra rubrocapilla* (4; 7,5%). Os táxons botânicos com mais interações foram, *Geonoma* sp. 1 (4; 7,55%), *Calathea* sp. 3 e *Carica papaya* (2; 77%) (Figura 10).



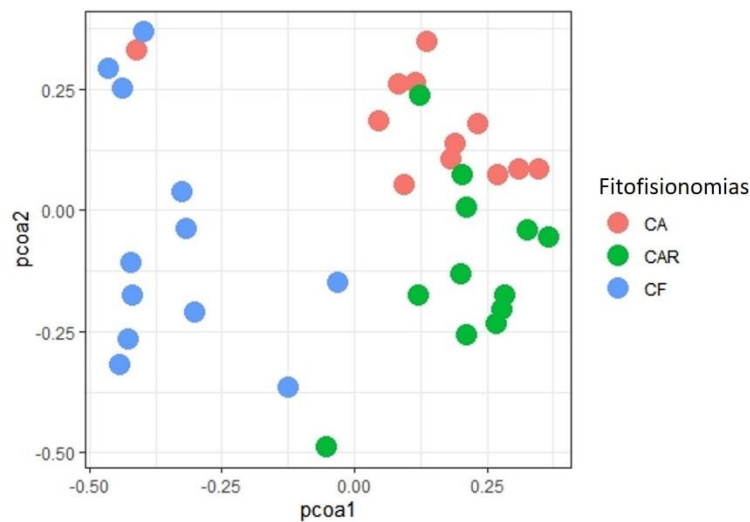
**FIGURA 10** Interação ave-planta registradas na campinarana arbustiva - CAR a partir das sementes coletadas do material fecal das aves capturadas. Barras cinza: espécies de aves e barras negras: táxons botânicos.

Na campinarana florestada, registramos 11 interação ave-planta, a conectância intermediária ( $C=26,19\%$ ) e o aninhamento não significativo ( $N=27,42$ ;  $p=0,7$ ). As espécies de aves que mais apresentaram interação foram *Ceratopira rubrocapilla* e *Lepidothrix coronata* (3; 27,2%) e *Xenopipo atronitens* (2; 18,1%). Com relação as espécies botânicas *Psidium guajava* (3; 27,2%), *Brachiaria sp. 4* e *Miconia sp.* (2; 18,1%) tiveram maior número de interações (Figura 11).



**FIGURA 11** Interação ave-planta registradas na campinarana florestada - CF a partir das sementes coletadas do material fecal das aves capturadas. Barras cinza: espécies de aves e barras negras: táxons botânicos.

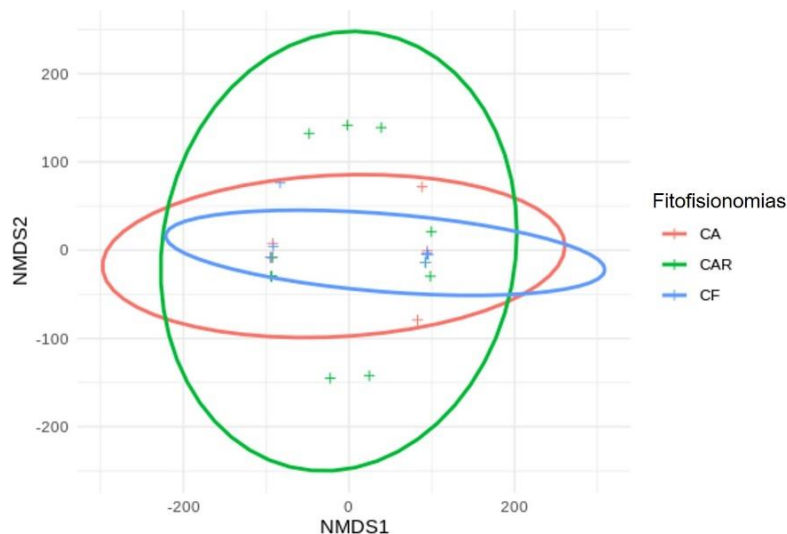
A composição de espécies de aves capturadas nas três fitofisionomias de campinaranas apresentou valor significativo ( $R^2=0,24$ ;  $p=0,001$ ; Figura 12).



**FIGURA 12** Análises de Coordenadas Principais (PCoA) realizada com a composição das espécies de aves nas três fitofisionomias de campinaranas de um enclave localizado no município de Mâncio Lima, AC. CA: campinarana arbórea, CAR: campinarana arbustiva e CF: campinarana florestada.



A composição de espécies botânicas dispersas também apresentou valor significativo entre as três fitofisionomias de campinaranas (PseudoF=1,58; gl=27; p=0,003; Stress=0,177) (Figura 13), indicando que as fitofisionomias diferem em relação a composição das espécies botânicas dispersas pelas aves (Figura 13).



**FIGURA 13** Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) realizado com a composição das espécies botânicas dispersas baseada nas sementes oriundas do material fecal das aves capturadas nas três fitofisionomias de um enclave de campinarana localizado no município de Mâncio Lima, AC. CA: campinarana arbórea, CAR: campinarana arbustiva e CF: campinarana florestada.

Para o teste de viabilidade, utilizamos 140 sementes, pelo menos uma de cada gênero botânico quando possível, coletadas a partir do material fecal das aves (Tabela 4), destas, 110 sementes (78,57%) obtiveram resultado positivo e 30 sementes (21,43%) resultado negativo. Os táxons botânicos com os maiores índices com resultado positivo e aqueles considerados potencialmente ativos para germinação após passagem pelo sistema digestivo das aves, foram *Scleria* sp. 2, *Guettarda* sp. 2, *Psidium guajava*, e *Guettarda* sp. 1. As espécies botânicas que obtiveram resultado negativo foram *Calathea* sp. 1, *Brachiaria* sp. 1, *Manihot* sp. e *Psychotria* sp.

3.



**TABELA 4** Lista de táxons botânicos e quantidade de sementes utilizadas no teste de viabilidade com tetrazólio, coletadas do material fecal das aves no enclave de campinarana, Mâncio Lima, AC.

<b>Espécie Botânica</b>	<b>Positivo</b>	<b>Negativo</b>
<i>Scleria</i> sp. 2	32	
<i>Guettarda</i> sp. 2	30	
<i>Psidium guajava</i>	13	
<i>Guettarda</i> sp. 1	6	
<i>Brachiaria</i> sp. 4	5	
<i>Geonoma</i> sp. 1	4	7
<i>Gouania</i> sp. 1	3	
<i>Calathea</i> sp. 3	2	5
<i>Tabernaemontana</i> sp. 1	2	2
<i>Gouania</i> sp. 2	2	1
<i>Protium</i> sp.	2	1
<i>Calathea</i> sp. 2	2	
<i>Cecropia</i> sp. 2	2	
<i>Acalypha</i> sp.	1	
<i>Carica papaya</i>	1	
<i>Guatteria</i> sp. 1	1	
<i>Guatteria</i> sp. 2	1	
<i>Guatteria</i> sp. 4	1	
<i>Margaritaria</i> sp.	1	
<i>Psychotria</i> sp. 1	1	
<i>Sida</i> sp.	1	
<i>Siparuna guianensis</i>	1	
<i>Swartzia</i> sp.	1	
<i>Urera</i> sp. 2	1	
<i>Calathea</i> sp. 1		2
<i>Brachiaria</i> sp. 1		1
<i>Manihot</i> sp.		1
<i>Psychotria</i> sp. 3		1
<i>Rollinia</i> sp.		1
<i>Scleria</i> sp. 1		1
<i>Urera</i> sp. 1		1

Registramos o deslocamento de indivíduos anilhados entre as fitofisionomias de campinarana por meio das recapturas. Um indivíduo da espécie *Xenopipo atronitens* e três indivíduos da espécie *Mionectes oleagineus* (Tabela 5) foram anilhados em uma fitofisionomia e recapturados dias depois em outra. A relação dos táxons botânicos coletados em fitofisionomias diferentes, está descrita na tabela 6.

**TABELA 5** Movimento de indivíduos das espécies *Xenopipo atronitens* e *Mionectes oleagineus* entre as fitofisionomias de campinarana. CA: campinarana arbórea, CAR: campinarana arbustiva e CF: campinarana florestada. (d): dias.

<b>Indivíduos</b>	<b>Fitofisionomia de Captura</b>	<b>Fitofisionomia de Recaptura</b>	<b>Tempo (d) entre as recapturas</b>	<b>Distância (m) entre a captura e a recaptura nas fitofisionomias</b>
<i>Xenopipo atronitens</i>	CA	CAR	50	1.424
<i>Mionectes oleagineus</i>	CAR	CF	45	1.339
<i>Mionectes oleagineus</i>	CAR	CF	40	598
<i>Mionectes oleagineus</i>	CAR	CF	40	600

**TABELA 6** Táxons botânicos coletados em mais de uma fitofisionomia. CA: campinarana arbórea, CAR: campinarana arbustiva e CF: campinarana florestada.

<b>Táxons botânicos</b>	<b>Fitofisionomias</b>	
<i>Psidium guajava</i>	CAR	CF
<i>Calathea</i> sp. 1	CA	CAR
<i>Calathea</i> sp. 3	CA	CAR
<i>Davilla</i> sp. 1	CA	CAR
<i>Geonoma</i> sp. 1	CA	CAR
<i>Geonoma</i> sp. 2	CA	CAR
<i>Brachiaria</i> sp. 4	CAR	CF

## 4 | DISCUSSÃO

A baixa riqueza de espécies de aves capturadas no enclave de campinarana estudado é característica destes ambientes (Borges, 2004), que são caracterizados pela elevada dominância de algumas espécies, e baixa riqueza, quando comparado com o ambiente florestado adjacente (Oren, 1981; Borges, 2004; Poletto & Aleixo, 2005; Guilherme & Borges, 2011; Alonso et al., 2013; Borges, 2013; Borges et al. 2016; Guilherme et al., 2018). Este é o caso de *Xenopipo atronitens* que representou 40% de todos os indivíduos capturados. A abundância desta espécie em campinaranas faz dela uma excelente indicadora deste tipo de ambiente (Borges et al., 2016). As espécies que mais forneceram sementes no material fecal, foram as frugívoras generalistas, ou seja, aquelas que se alimentam de frutos, porém, incluem em sua dieta insetos para complementá-la (Snow, 1981).

Com relação ao índice de importância, as aves com maiores índices foram, *Xenopipo atronitens* (I=0,52), *Elaenia parvirostris* (I=0,05), *Ceratopipra rubrocapilla* (I=0,04) e os táxons botânicos foram *Miconia* sp. (I=0,02), *Geonoma* sp. 1 (I=0,02) e *Olyra* sp. 1 (I=0,01). No leste do estado do Acre, Mesquita (2016), em um estudo com dispersão de sementes, relatou que *Pipra fasciicauda* foi a espécie com o maior índice de importância, fornecendo em seu material fecal 10 táxons botânicos. Segundo Silva et. al. (2002b), espécies que compõem sistemas de interações com altos índices, possuem um encargo de interações não compartilhadas com outras espécies. Este foi o caso do táxon botânico *Olyra* sp., que obteve apenas uma interação, contudo, destacou-se pelo alto índice de importância. Um estudo realizado por Silva et. al. (2002a), no bioma Mata Atlântica, com o intuito de atribuir um índice de importância para aves frugívoras e plantas, destacou a importância de *Miconia* sp. para as aves frugívoras, pois este táxon botânico representou 20% das interações. Do ponto de vista funcional, espécies com valor de importância elevado são fundamentais para manter a resiliência da comunidade na qual elas estão inseridas (Silva et. al., 2002b). No caso dos táxons botânicos, esta capacidade de manter a comunidade é importante, por exemplo, em períodos de escassez de recursos energéticos, pois estes fornecem frutos que serão consumidos e dispersos pelas aves contribuindo tanto para manutenção da cadeia alimentar, quanto para a propagação das próprias plantas (Silva et. al., 2002b).

A família Pipridae é composta por espécies de aves relativamente pequenas que incluem predominantemente frutos em sua dieta (Ridgely & Tudor, 2009). Nas fitofisionomias de campinaranas neste

estudo, a espécie *Xenopipo atronitens* foi não só a espécie mais abundante durante as capturas, como também a responsável pelo elevado número de sementes fornecidas no material fecal. Pelo grande número de interações realizadas com diferentes táxons botânicos, consideramos *X. atronitens* como uma frugívora generalista. Para Jordano et. al. (2003), espécies generalistas são aquelas que em uma rede de interação possuem muitas conexões com outras espécies. Esta espécie foi capturada em todas as fitofisionomias amostradas, porém, em maior quantidade na campinarana arbustiva, seguida da campinarana arbórea. No entanto, na campinarana florestada apenas um indivíduo foi capturado. A presença de *X. atronitens* na campinarana florestada parece estar restrita a áreas com porte arbóreo mais baixo (obs. pess.), indicando uma provável preferência desta espécie em fitofisionomias mais rasteiras, como observado nos enclaves que crescem sobre solo de areia branca no Peru (Alvarez, 2002; Socolar et al. 2018).

Um outro piprideo que contribuiu significativamente com o fornecimento de sementes no material fecal, foi *Lepidothrix coronata*. Resultado semelhante foi encontrado por Loiselle et. al. (2007), em um estudo referente a dispersão de sementes no Equador em Floresta Ombrófila, onde *L. coronata* foi a espécie que mais forneceu sementes nas amostras fecais. Os piprideos são bons dispersores de sementes, pois têm a capacidade de engolir os frutos inteiros. Normalmente os membros desta família permanecem na planta-mãe por no máximo três minutos e após a ingestão dos frutos, estes podem ser defecados dez minutos depois, provavelmente distantes de onde foram ingeridos (Levey, 1986; Worthington, 1989).

O Tyrannidae *Elaenia parvirostris*, capturado na campinarana arbustiva (CAR), também se destacou em relação à rede de interação e ao índice de importância. Os tiranídeos possuem dieta principalmente à base de insetos, mas incluem ainda assim, muitas espécies frutíferas (Sigrist, 2009). Apesar de *E. parvirostris* ser considerado insetívoro, Foster (1987) encontrou frutos no conteúdo estomacal desta espécie, conforme os resultados obtidos neste estudo. No leste do estado do Acre, Lima (2017) cita *E. parvirostris* interagindo com três táxons botânicos. No estado do Acre, *Elaenia parvirostris* é considerada migrante austral, reproduzindo-se no sul da América do Sul e migrando para a região norte durante o inverno austral (Guilherme, 2016). Aves migratórias desempenham importante função ecológica em relação a dispersão de sementes, para algumas espécies botânicas (Leck, 1972; Howe & De Steven, 1979; Greenberg, 1981). Um estudo desenvolvido por Boyle

et. al. (2011), destaca o comportamento migratório de algumas aves, como de importância, uma vez que espécies migratórias se alimentam em proporções diferentes de frutos, comparada as espécies residentes. Dessa forma, as espécies migrantes contribuem positivamente para a dispersão de espécies botânicas, porém estas podem competir com as espécies residentes em relação ao consumo de frutos (Blake et. al., 1992). Espécies do gênero *Elaenia*, incluindo *E. parvirostris*, têm sido registradas com frequência em ambientes que crescem sob solo de areia branca em toda Amazônia (Borges et al., 2014; Borges et al., 2016b; Guilherme et al., 2018). Considerando que são espécies que migram por longas distâncias é possível que elas consigam dispersar sementes entre enclaves de campinaranas isolados geograficamente.

A família Thraupidae agrupa diversas espécies de aves com grande capacidade de dispersão de sementes oriundas de frutos relativamente pequenos (Francisco & Galetti, 2002). De acordo com Sick (1997), as espécies de aves dessa família são importantes dispersores de sementes na região neotropical e estão entre as aves mais aptas para a dispersão de sementes zoocóricas. Estudo de frugivoria realizado por Maruyama et al. (2013) no cerrado, indicou a família Thraupidae como potenciais dispersores de sementes, destacando-se das demais famílias. No leste do estado do Acre, Lima (2017) relatou a família Thraupidae como a mais representativa em relação a dispersão de sementes, responsável por 91% das sementes nas amostras fecais, tornando-se a família mais importante em relação a dispersão de sementes neste estudo. Desta família, apenas a espécie *Lanio surinamus* forneceu sementes nas amostras fecais em nosso estudo, indicando que diferentemente de outros ambientes, nas campinaranas os membros desta família atuam menos na dispersão de sementes do que os Pipridae, como observado em todas as rede de interação geradas neste estudo, no qual as espécies de aves com mais interações são piprídeos.

No material fecal da espécie *Thamnomanes saturninus* (Thamnophilidae) que de acordo com Wilman et al. (2014) pertence a guilda alimentar insetívora, foi encontrado uma semente. A explicação envolve duas possibilidades: a espécie predou algum inseto e a semente foi ingerida acidentalmente devido ao seu pequeno tamanho ou a ave ingeriu a semente intencionalmente para suprir sua dieta alimentar. Algumas espécies, sejam insetívoras ou granívoras, acabam se alimentando de frutos oportunisticamente, tanto para suprir a falta de

determinado recurso alimentar ou simplesmente para obter uma fonte de energia rapidamente (Borghesio & Laiolo, 2004).

As famílias botânicas, Urticaceae, Melastomataceae e Rubiaceae, destacaram-se em relação a quantidade de sementes presentes nas amostras fecais, provavelmente pelo tamanho pequeno dos frutos e sementes, e ainda pela abundância de espécimes na área de estudo. As sementes das famílias Urticaceae e Melastomataceae, representadas aqui, pelos gêneros *Cecropia* sp. e *Miconia* sp., respectivamente, foram coletadas somente na fitofisionomia de campinarana florestada, táxons comuns nos primeiros 400m da trilha principal (obs. pess.). Em um estudo desenvolvido no leste do estado do Acre com interação ave-planta, Lima (2017), também obteve o mesmo resultado, *Cecropia* sp. e *Miconia* sp. foram os táxons botânicos com mais sementes dispersas. Os autores Galetti & Stotz (1996) consideram a família Melastomataceae de extrema importância para os frugívoros nas florestas tropicais, principalmente para as aves. Segundo Ribeiro et al. (2013) no Cerrado, esta família foi a mais representativa das espécies botânicas incluídas na dieta das aves. A família Rubiaceae, representada pela espécie *Guettarda* sp., foi a terceira que mais forneceu sementes. Em um estudo desenvolvido no bioma Mata Atlântica em ambiente de restinga, Rubiaceae foi uma das famílias que mais colaborou para a dispersão de sementes (Cestari & Pizo, 2013). Esta família possui frutos carnosos e com variadas cores, formas e tamanho, uma vez que são chamativos para diversos grupos frugívoros, tais como as aves (Taylor et al., 2007). Esta família agrupa um elevado número de espécies botânicas, considerada a quarta família mais numerosa em relação a quantidade de espécies (Gentry & Emmons, 1987; Delprete & Jardim, 2012) que são de extrema importância para vários animais que se alimentam do pólen, néctar e frutos destas (Lopes, 2002; Melo et al., 2003).

Em florestas tropicais com comunidades megadiversas o número de interações esperadas entre ave-planta é relativamente alto, porém o valor de conectância é normalmente baixo (Jordano, 1987). Neste estudo, os valores de conectância foram intermediários ( $C=10,64\%$ ) e maiores do que os valores registrados por Purificação (2016) no Cerrado ( $C=8,13\%$ ). Ainda de acordo com Purificação (2016), à medida que o número de espécies gradativamente diminui na rede de interação, conseqüentemente o valor de conectância aumenta. Em florestas tropicais fragmentadas, pode-se encontrar um padrão de conectância intermediário, indicando assim, um ambiente possivelmente alterado (Fadini & Marco Jr., 2004).

O aninhamento da rede de interação principal (aquela que reúne as três fitofisionomias) não foi significativo. Conforme Bascompte et al. (2003), o aninhamento não é encontrado em redes de interações que possuem poucas espécies, como por exemplo, menos que 30, ou ainda em ecossistemas não tão complexos. Tal afirmação, pode ser observada nas redes de interação geradas neste estudo, em que apenas 12 espécies de aves consumiram frutos e forneceram sementes. Em um estudo realizado no leste do estado do Acre por Lima (2017), a rede de interação composta por 19 espécies de aves e por 29 táxons botânicos, também não obteve aninhamento significativo, corroborando com a premissa de Bascompte et al. (2003). O padrão de aninhamento, em que espécies especialistas interagem com um subconjunto bem definido de espécies generalistas (Bascompte et al., 2003; Jordano et al., 2003), não foi encontrado em nosso estudo, podemos assim inferir que nas campinaranas, as interações ave-planta ocorrem mais frequentemente entre espécies generalistas-generalistas e/ou especialistas-especialistas. Além disso, redes de interação não aninhadas, são mais suscetíveis a perda de espécies em decorrência a fragmentação (Bascompte et al., 2003; Memmott et al., 2004; Bastolla et al., 2009), resultado este preocupante, tendo em vista a exploração de areia branca para a construção civil nas campinaranas (Silveira, 2017), que contribui para a extinção de espécies endêmicas podendo assim, levar a interrupção de interações do ecossistema.

Para Mello et al. (2014), uma forma de classificar as espécies-chave dentro da uma rede de interação, é considerar aquela espécie que interagiu com outras espécies de forma desproporcional, com muitas interações quando comparado a outras espécies na mesma rede de interações. Desta forma, não há dúvida de que *X. atronitens* é uma espécie-chave nos ambientes de campinarana arbórea e arbustiva, já que esta mostrou interação mutualística desproporcional com os táxons botânicos em comparação com as outras espécies de aves frugívoras que forneceram sementes nas amostras. Em contrapartida, na campinarana florestada as aves com destaques para mais interações, foram *C. rubrocapilla* e *L. coronata*. Nesta fitofisionomia em particular, não houve uma única espécie-chave como nas campinaranas arbórea e arbustiva. As campinaranas arbórea e arbustiva são consideradas ambientes relictuais na Amazônia, visto que as espécies botânicas são exclusivas destes ambientes, exigindo uma adaptação da fauna para explorar estes recursos ao longo do tempo. Este é o caso de *X. atronitens* cuja história evolutiva está interligada com a vegetação arbustiva que cresce sob solo de areia branca na Amazônia durante os

ciclos de glaciações ocorridos no Pleistoceno (Capurucho et al., 2013). Isto explica o alto grau de especialização desta espécie ao ambiente de campinarana arbórea e arbustiva onde ela se alimenta de uma gama de espécies botânicas.

A composição de espécies de aves foi diferente entre as três fitofisionomias amostradas. A explicação para isto pode estar relacionada a variação estrutural e florística entre as fitofisionomias presentes no enclave de campinarana onde foi realizado este estudo (Daly et. al., 2016). Acreditamos que a heterogeneidade florística em decorrência das diferenças no solo, propiciam microambientes que abrigam diferentes comunidades de aves. A riqueza avifaunística das campinas e campinaranas é incrementada pelas espécies de aves de florestas presentes no entorno do enclave, funcionando como corredores ecológicos (Borges et al., 2015). Assim, o ambiente de campinarana acaba por selecionar as espécies mais aptas que o habitat (Darwin, 1875), mediante um processo lento e gradual de variações contínuas (Weismann, 2002). No caso deste estudo, o uso de diferentes táxons botânicos como recurso alimentar pelas aves, induziria a seleção de espécies mais aptas nas diferentes fitofisionomias.

Os táxons botânicos *Brachiaria* sp. e *Psychotria* sp. obteve resultado negativo ao passarem pelo teste de tetrazólio. Dias & Alves (2008) encontraram resultado diferente, ao corar lotes de sementes de *Brachiaria* sp., já que no estudo citado, resultados do teste de tetrazólio chegaram a 91% de viabilidade. Inferimos que a metodologia adotada por Dias & Alves (2008) tenha influenciado os valores positivos, já que mantiveram as sementes por 16 horas em um germinador a 30°C e, em nossa metodologia as sementes ficaram imersas em papel umedecido por 16 horas, porém em temperatura ambiente e além disto, os autores cortaram as sementes longitudinalmente antes de imergirem na solução de tetrazólio. Em nosso estudo, cortamos as sementes somente após a imersão na solução de tetrazólio. Além da metodologia empregada para a execução do teste de viabilidade, as amostras utilizadas por Dias & Alves (2008) são provenientes de lotes, já as sementes utilizadas em nosso estudo, são provenientes do material fecal das aves. A espécie *Psychotria* sp. também obteve bons resultados com o teste de tetrazólio em um estudo sobre vigor de semente com espécies herbáceas do Cerrado, com 100% da viabilidade (Oliveira, et. al., 2015b). Talvez a metodologia empregada neste estudo, tenha implicado no resultado do táxon botânico, ou ainda, a semente tenha sido danificada ao passar pelo trato digestivo da ave.



Registramos táxons botânicos em fitofisionomias diferentes, como *Psidium guajava* presente na campinarana arbustiva (CAR), campinarana florestada (CF) e *Calathea* sp. na campinarana arbórea (CA) e na campinarana arbustiva (CAR), embora esta última, seja citada por Daly et. al. (2016) como de ocorrência apenas na campinarana florestada. Salientamos aqui, a espécie *Psidium guajava* (goiabeira), considerada exótica no Brasil (Gressler et. al., 2006) e que está presente na campinarana arbustiva e florestada. Esta espécie tem grande potencial de invasão, como já verificado em outros ambientes (Richardson & Rejmanék, 2011). De acordo com Silva et. al. (2013) a dispersão de sementes de *P. guajava* pode influenciar negativamente outras espécies botânicas que também possuem dispersão zoocórica. A oferta de frutos da goiabeira pode saciar rapidamente as espécies frugívoras, prejudicando a dispersão de sementes de espécies nativas (Cordeiro & Howe, 2003; Silva & Tabarelli, 2000). Ao longo do tempo isso pode contribuir com a diminuição da diversidade de espécies botânicas que dependem exclusivamente das aves para sua dispersão em ambiente de campinarana, entretanto, é necessário estudos que abordem esta temática. A captura de aves anilhadas entre as fitofisionomias nos permite concluir que há trânsito de sementes entre as fitofisionomias, dispersas pela avifauna. Muito embora algumas das sementes levadas de uma fitofisionomia para outra possam não encontrar um ambiente favorável para o estabelecimento, este trânsito poderia explicar a ocorrência de espécies botânicas semelhantes nas fitofisionomias.

## 5 | CONCLUSÃO

Nosso estudo indica que existe uma comunidade de aves de sub-bosque específica em cada fitofisionomia de campinarana. A espécie frugívora generalista *Xenopipo atronitens*, revelou-se como uma espécie-chave para as campinaranas arbustiva e arbórea devido ao seu elevado número de interações. Esta espécie tem um papel ecológico essencial na dispersão de sementes, tanto para as espécies botânicas dispersas por esta, quanto para as demais espécies de aves da rede de interação, pois, pode ser considerada uma espécie âncora, evitando que as interações dentro da rede sejam rompidas. O movimento de espécies de aves entre as fitofisionomias, indica que há dispersão de sementes entre estes ambientes. Por fim, enfatizamos a importância da conservação das campinaranas, pois a retirada de madeira para queima em fornos de fabricação de farinha na região pode levar a extinção local de espécies-chave tanto de aves quanto de plantas e isso pode influenciar drasticamente na manutenção da estrutura e dinâmica destes ecossistemas cuja resiliência é bastante lenta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acre. (2010). *Programa Estadual de Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Acre Fase II* (360p). Rio Branco: Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA).
- Adeney, J. M., Christensen, N. L., Vicentini, A., Cohn-Haft, M. (2016). White-sand Ecosystems in Amazonia. *Biotropica*, 48, 7–23. <https://doi.org/10.1111/btp.12293>.
- Alonso, J. A., Metz, M. R., Fine, P. V. A. (2013). Habitat specialization by birds in western Amazonian white-sand forests. *Biotropica*, 45, 365–372. <https://doi.org/10.1111/btp.12020>.
- Alvarez, A J (2002). *Characteristic avifauna of white-sand forests in Northern Peruvian Amazonia*. Louisiana State University – LSU, Master's Theses.
- Anderson, A. B. (1981). White-sand vegetation of Brazilian Amazonia. *Biotropica*, 13, 199-210. <https://doi.org/10.2307/2388125>.
- Anjos, L. H. C., Silva, L. M., Wadt, P. G. S., Lumbreras, J. F., Pereira, M. G. (2013). 207 p. *Guia de Campo da IX Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos*. Brasília -DF, Embrapa.
- Argel-de-Oliveira, M. M. Castiglioni, G. D. A., Souza, S.B. (1996). Comportamento alimentar de aves frugívoras em *Trema micrantha* (Ulmaceae) em duas áreas alteradas do sudeste brasileiro. *Ararajuba*, 4, 51-55.
- Atmar, W., & Patterson, B. D. (1993). The measure of order and disorder in the distribution of species in fragmented habitats. *Oecologia*, 96, 373-382. <https://doi.org/10.1007/bf00317508>.
- Atmar, W., & Patterson, B. D. (1995). The nestedness temperature calculator: a visual basic program, including 294 presence-absence matrices. *Bulletin of the Ecological Society of America*. 63-65. <https://doi.org/10.2307/20168111>.
- Bascompte, J., Jordano, P., Melián, J., Olesen, J. M. (2003). The nested assembly of plant – animal mutualistic networks. *PNAS*, 100, 9383-9387. <http://doi.org/10.1073/pnas.1633576100>.
- Bascompte, J., & Jordano, P. (2007). Plant–animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 38, 567–593. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.38.091206.095818>.
- Bascompte, J., & Jordano, P. (2008). Redes mutualistas de especies. *Investigación y Ciencia*, 384, 50-59.

- Bascompte, J & Jordano, P (2014). *Mutualistic networks* (206 p) (Ed.). Princeton, USA: Princeton University Press.
- Bastolla, U., Fortuna, M. A., Pascual-Garcia, A., Ferrera, A., Luque, B., Bascompte, J. (2009). The architecture of mutualistic networks minimizes competition and increases biodiversity. *Nature*, 458, 1018-1020. <https://doi.org/10.1038/nature07950>.
- Blake, J. G., & Loiselle, B. A. (1992). Fruits in the diets of Neotropical migrant birds in Costa Rica. *Biotropica*, 24, 200-210. <https://doi.org/10.2307/2388674>.
- Borges, S. H. (2004). Species poor but distinct: bird assemblages in white sand vegetation in Jaú National Park, Amazonian Brazil. *Ibis* 146: 114–124. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2004.00230.x>.
- Borges, S. H. (2013). Bird species distribution in a complex Amazonian landscape: species diversity, compositional variability and biotic-environmental relationships. *Studies in Neotropical Fauna and Environment*, 48, 106–118. <https://doi.org/10.1080/01650521.2013.841627>.
- Borges, S. H., Whitaker, A., Almeida, R. A. (2014). Bird diversity in the Serra do Aracá region, north-western Brazilian Amazon: preliminary checklist with considerations on biogeography and conservation. *Zoology*, 31, 343–360.
- Borges, S. H., Cornelius, C., Ribas, C. C., Almeida, R., Guilherme, E., Aleixo, A., Dantas, S., Santos, M. P. D., Moreira, M. (2015). What is the avifauna of Amazonian white-sand vegetation? *Bird Conserv. Intern*, 26, 192–204. <https://doi.org/10.1017/S0959270915000052>.
- Borges, S. H., Cornelius, C., Moreira, M, Ribas, C. C., Cohn-Haft, M., Capurucho, J. M. G., Vargas, C., Almeida, R. (2016b). Bird communities in Amazonian white-sand vegetation patches: effects of landscape structure and biogeographic context. *Biotropica*, 48, 121–131. <https://doi.org/10.1111/btp.12296>.
- Borghesio, L. & Laiolo, P. (2004). Seasonal foraging ecology in a forest avifauna of northern Kenya. *Journal of Tropical Ecology*, 20, 145-155.
- Boyle, W. A., Conway, C. J., Bronstein, J. L. (2011). Why do some, but not all, tropical birds migrate? A comparative study of diet breadth and fruit preference. *Evol Ecol*, 25, 219-236. <https://doi.org/10.1007/s10682-010-9403-4>.

- Capurucho, J. M. G., Cornelius, C., Borges, S. H., Cohn-haft, M., Aleixo, A., Metzger, J. P., Ribas, C. C. (2013). Combining phylogeography and landscape genetics of *Xenopipo atronitens* (Aves: Pipridae), a white sand campina specialist, to understand Pleistocene landscape evolution in Amazonia. *Biological Journal of the Linnean Society*, 110, 60–76. <https://doi.org/10.1111/bij.12102>.
- Carlo, T. A., & Yang, S. (2011). Network models of frugivory and seed dispersal: Challenges and opportunities. *Acta Oecologica*, 37, 619-624. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2011.08.001>.
- Carter, T. B. (2010). Sna: Tools for Social Network Analysis. R package version 2.2-0. <http://CRAN.R-project.org/package=sna>.
- Cestari, C. & Pizo, M. A. (2013). Frugivory by the White-bearded Manakin (*Manacus manacus*, Pipridae) in restinga forest, an ecosystem associated to the Atlantic forest. *Biota Neotrop.* 13, 345-350. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032013000200038>.
- Christianini, AV & Martins, MM (2015). Ecologia reprodutiva e produção de sementes – Frugivoria e dispersão de sementes. Em: Piña-Rodrigues, F. C. M., Figliosa, M. B., Silva, A. (Ed.). *Sementes Florestais Tropicais: da Ecologia à produção* (p.83-101). Londrina: Paraná.
- Climate-data.org. Clima: Acre. 2020. Disponível em: < <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/acre/cruzeiro-do-sul-32416/#temperature-graph>>.
- Cordeiro, N. J. & Howe, H. F. (2003). Forest fragmentation severs mutualism between seed dispersers and an endemic African tree. *Proceedings of the National Academy of Science*, 100, 14052-14056. <https://doi.org/10.1073/pnas.2331023100>.
- Cornejo, F., & Janovec, J. (2010). *Seeds of Amazonian Plants* (192p). Woodstock: Oxfordshire, Princeton University Press.
- Cottrell, H. J. (1948). Tetrazolium salt as a seed germination indicator. *Annals of Applied Biology*, 35, 123–131. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1948.tb07355.x>.
- Csardi, G., & Nepusz, T. (2006). The igraph software package for complex network research. *InterJournal, Complex Systems* 1695. <http://igraph.sf.net>.
- Dajoz, R (1983). *Ecologia geral* (472p). (4ªEds.). Petrópolis: Vozes.

- Daly, D., & Silveira, M. (2008). *Primeiro catálogo da flora do Acre, Brasil / First catalogue of flora of Acre, Brazil* (555p). (1ªEd.). Rio Branco: EDUFAC.
- Daly, D. C., Silveira, M., Medeiros, H., Castro, W., Obermüller, F. A. (2016). The White-sand Vegetation of Acre, Brazil. *Biotropica*, 48, 81-89. <https://doi.org/10.1111/btp.12307>.
- Damasco, G., Vicentini, A., Castilho, C. V., Pimentel, T. P., Nascimento, H. E. M. (2013). Disentangling the role of edaphic variability, flooding regime and topography of Amazonian white-sand vegetation. *Journal of Vegetation Science*, 24, 384–394. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2012.01464.x>.
- Darwin, C (1875). *On the origin of species by means of natural selection or the preservation of 1875 favored races in the struggle for life* (402p). Nova York, Appleton.
- Delprete, P. G. & Jardim, J. G. (2012). Systematics, taxonomy and floristics of Brazilian Rubiaceae: an overview about the current status and future challenges. *Rodriguésia*, 63, 101-128. <http://dx.doi.org/10.1590/S2175-78602012000100009>.
- Dias, M. C. L. L. & Alves, S. J. (2008). Avaliação da viabilidade de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf pelo teste de tetrazólio. *Revista Brasileira de Sementes*, 30, 145-151.
- Dormann, C. F., Fründ, J., Blüthgen, N., Gruber, B. (2009). Indices, graphs and null models: analyzing bipartite ecological networks. *The Open Ecology Journal*, 2, 7- 24. <http://dx.doi.org/10.2174/1874213000902010007>.
- Fadini, R. F. & Marco-Jr. P. D. (2004). Interações entre aves frugívoras e plantas em um fragmento de mata atlântica de Minas Gerais. *Ararajuba*, 12: 97-103.
- Ferreira, L. V., Chaves, P. P., Cunha, D. D. A., Rosário, A. S., Parolin, P. (2013). A extração ilegal de areia como causa do desaparecimento de campinas e campinaranas no estado do Pará, Brasil. *Pesquisas Botânica*, 64, 157-173.
- Figueira, J. E. C., Vasconcellos-Neto, J., Garcia, M. A., Souza, A. L. T. (1994). Saucocory in *Melocactus violaceus* (Cactaceae). *Biotropica*, 26, 295-301. <http://dx.doi.org/10.2307/2388850>.

- Fine, P. V. A., & Baraloto, C. (2016). Habitat Endemism in White-sand Forests: Insights into the Mechanisms of Lineage Diversification and Community Assembly of the Neotropical Flora. *Biotropica*, 48, 24-33. <https://doi.org/10.1111/btp.12301>.
- Foster, M. S. (1987). Feeding Methods and Efficiencies of Selected Frugivorous Birds. *The Condor*, 89, 566-580. <https://doi.org/10.2307/1368645>.
- França-Neto, J. B., Krzyzanowski, F. C., Costa, N. P. (1998). *O teste de tetrazólio em sementes de soja* (72p). Embrapa, Londrina.
- 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. *Ararajuba* 9, 13-19.
- Galetti, M. & Pizo, M. A. (1996). Fruit eating by birds in a forest fragment in southeastern Brazil. *Ararajuba*, 4, 71-79.
- Galetti, M., & Stotz, D. (1996). *Miconia hypoleuca* (Melastomataceae) como espécie-chave para aves frugívoras no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira Biologia*, 56, 435-439.
- Galetti, M., & Aleixo, A. (1998). Effects of palm heart harvesting on avian frugivores in the Atlantic rain forest of Brazil. *Journal of Applied Ecology*, 35, 286-293. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.1998.00294.x>.
- Gentry, A. H., & Emmons, L. H. (1987). Geographical variation in fertility, phenology, and composition of the understory of neotropical forests. *Biotropica*, 19, 216-227. <http://dx.doi.org/10.2307/2388339>.
- Gerking, SD (1994). 416p, *Feeding ecology of fish*. Academic Press.
- Gomes, ALS (2008). *Interação mutualística entre aves frugívoras de sub-bosque e plantas no Parque Ecológico de Gunma, Santa Bárbara do Pará*. Dissertação - Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém.
- Gondim, M. J. C. (2001). Dispersão de sementes de *Trichilia* spp (Meliaceae) por aves em um fragmento de mata mesófila semidecídua. *Ararajuba*, 9, 101-112.
- Gorchov, D. L., Cornejo, F., Ascorra, C. F., Source, M. J. (1995). Dietary Overlap between Frugivorous Birds and Bats in the Peruvian Amazon. *Oikos*, 74, 235-250. <https://doi.org/10.2307/3545653>.

- Goulding, M (1980). *The fishes and the forest: explorations in Amazonian natural history* (280p). Berkeley: University of California Press. <https://doi.org/10.2307/2806336>.
- Grabe, D. F. (1976). *Manual do teste do tetrazólio em sementes* (85p). Ministério da Agricultura – AGIPLAN, Brasília.
- Greenberg, R. (1981). Frugivory in some migrant tropical forest wood warblers. *Biotropica*, 13, 215-223. <https://doi.org/10.2307/2388127>.
- Gressler, E., Pizo, M. A., Morellato, L. P. C. (2006). Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 29, 509-530. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042006000400002>.
- Guevara, J. E., Damasco, G., Baraloto, C., Fine, P.V. A., Penuela, M.C., Castilho, C., Vincentini, A., Cardenas, D. C., Wittmann, F., Targhetta, N., Phillips, O., Stropp, J., Amaral, I., Maas, P., Monteagudo, A., Jimenez, E. M., Thomas, R., Brienen, R., Duque, A., Magnusson, W., Ferreira, C., Honorio, E., Matos, F. A., Arevalo, F. R., Engel, J., Petronelli, P., Vasquez, R., Steege, H. (2016). Low Phylogenetic Beta Diversity and Geographic Neo-endemism in Amazonian White-sand Forests. *Biotropica*, 48, 34-46. <https://doi.org/10.1111/btp.12298>.
- Guilherme, E (2016). *Aves do Acre* (897p). Rio Branco: Edufac.
- Guilherme, E., & Borges, S. (2011). Ornithological Records from a Campina/Campinarana Enclave on the Upper Juruá River, Acre, Brazil. *The Wilson Ornithological Society*, 123, 24-32. <https://doi.org/10.1676/10-036.1>.
- Guilherme, E., Marques, E. L., Santos, G. S. (2018). Avifauna of a white-sand vegetation enclave in northwest Rondônia, Brazil: relevant records, body mass and morphometrics. *Bull. B.O.C*, 138, 286-306. <https://doi.org/10.25226/bboc.v138i4.2018.a2>.
- Guimaraes, P. R., Rico-Gray, V., Reis, S. F., Thompson, J. N. (2006). Asymmetries in specialization in ant-plant mutualistic networks. *Proceeding of the Royal Society of London*, 273, 2041-2047. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3548>.
- Hawes, J. E., & Peres, C. A. (2014). Fruit–frugivore interactions in Amazonian seasonally flooded and unflooded forests. *Journal of Tropical Ecology*, 30, 381–399. <https://doi.org/10.1017/s0266467414000261>.



- Howe, H. F., & Smallwood, J. (1982). Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 13, 201-228. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.13.110182.001221>.
- Howe, H. F., Schupp, E. W., Westley, L. C. (1985). Early consequences of seed dispersal for a Neotropical tree (*Virola surinamensis*). *Ecology*, 66, 781-791. <https://doi.org/10.2307/1940539>.
- Howe, HF (1986). Seed dispersal by fruit-eating birds and mammals. In: D. R. Murray (Ed.). *Seed Dispersal* (p.123-190). Academic Press, Sydney - Australia.
- IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2012). *Manual Técnico da Vegetação brasileira* (275p). IBGE, Rio de Janeiro.
- Ikuta, K. G., & Martins, F. C. (2013). Interação entre aves frugívoras e plantas no Parque Estadual da Cantareira, Estado de São Paulo. *Atualidades Ornitológicas*, 172, 33-36.
- Janzen, D. H. (1972). Escape in space by *Sterculia apetala* seeds from the bug *Dysdercus fasciatus* in a Costa Rican deciduous forest. *Ecology*, 53, 350-361. <https://doi.org/10.2307/1934092>.
- Jordan, CF (1985). *Nutrient cycling in tropical forest ecosystems* (190p). John Wiley & Sons, New York.
- Jordano, P. (1987). Patterns of mutualistic interactions in pollination and seed dispersal: connectance, dependence asymmetries, and coevolution. *The American Naturalist*, 129, 657-677. <https://doi.org/10.1086/284665>.
- Jordano, P. (1994). Spatial and temporal variation in the avian-frugivore assemblage of *Prunus mahaleb*: patterns and consequences. *Oikos*, 71, 479-471. <https://doi.org/10.2307/3545836>.
- Jordano, P., Bascompte, J., Olesen, J. M. (2003). Invariant properties in coevolutionary networks of plant-animal interactions. *Ecology Letters*, 6, 69-81. <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2003.00403.x>.
- Klinge, H. & Herrera, R. (1978). Biomass studies in Amazon caatinga forest in Southern Venezuela: I Standing crop of composite root mass in selected stands. *Tropical Ecology*, 19, 93-110.
- Leck, C. F. (1972). The impact of some North American migrants at fruiting trees in Panamá. *Auk*, 89, 842-850.
- Legendre, P., & Legendre, L. (2012). *Numerical ecology* (3<sup>o</sup>Eds.). BV, Amsterdam. Elsevier Science.
- Lewinsohn, T. M., Loyola, R. D., Prado, I. P. (2006). Matrizes, redes e ordenações: a detecção de estruturas em comunidades interativas. *Oecologia Brasiliensis*, 10, 90-104. <https://doi.org/10.4257/oeco.2006.1001.06>.

- Levey, DJ (1986). Methods of seed processing by birds and seed deposition patterns. In: A. Estrada. & T. H, Fleming. (Eds.). *Frugivores and seed dispersal* (pp. 147–158). Junk, Dordrecht: Netherlands.
- Lima, LA (2017). *Ornitocoria e uso de poleiros artificiais no aporte de sementes em uma área degradada da Amazônia sul – ocidental brasileira*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Acre.
- Lopes, LE (2002). *Biologia reprodutiva de Psychotria suterella* (Rubiaceae): *efeitos da fragmentação de hábitat e de conexão estrutural*. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Magurran, AE (1991). *Ecological diversity and its measurement* (179p). New York: Chapman & Hall. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0>.
- Mardegan, S. F., Nardoto, G. B., Higuchi, N., Moreira, M. Z., Martinelli, L. A. (2009). Nitrogen availability patterns in white-sand vegetations of Central Brazilian Amazon. *Trees*, 23, 479-488. <https://doi.org/10.1007/s00468-008-0293-9>.
- Maruyama, P. K., Borges, M. R., Silva, P. A., Burns, K. C., Melo, C. (2013). Avian frugivory in *Miconia* (Melastomataceae): contrasting fruiting times promote habitat complementary between savanna and palm swamp. *Journal of Tropical Ecology*, 29, 99-109. <https://doi.org/10.1017/S0266467413000138>.
- Medina, E., García, V., Cuevas, E. (1990). Sclerophylly and oligotrophic environments: relationships between leaf structure, mineral nutrient content, and drought resistance in tropical rain forests of the upper Río Negro region. *Biotropica*, 22, 51-64. <https://doi.org/10.2307/2388719>.
- Melo, C., Bento, E. C., Oliveira, P. E. (2003). Frugivory and dispersal of *Faramea cyanea* (Rubiaceae) in Cerrado woody plant formations. *Brazilian Journal of Biology*, 63, 75-82. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842003000100010>.
- Mello, M. A. R., Rodrigues, F. A., Costa, L. F., Kissling, W. D., Şekercio, Ç.H., Marquitti, F. M. D., Kalko, E. K. V. (2014). Keystone species in seed dispersal networks are mainly determined by dietary specialization. *Oikos*, 124, 1031-1039. <https://doi.org/10.1111/oik.01613>.
- Memmott, J., Waser, N. M., Price, M. V. (2004). Tolerance of pollination networks to species extinctions. *Proceeding of the Royal Society of London*, 271, 2605-2611. <https://doi.org/10.1098/rspb.2004.2909>.

- Mesquita RP (2017). *Dispersão de sementes por aves em um perímetro urbano com área aberta e fragmento florestal na Amazônia sul-ocidental*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Acre.
- Morellato, LPC & Leitão-Filho, HF (1992). Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: Morellato, LPC. (Ed.). *História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil* (p.112-141). Editora da Unicamp/Fapesp. Campinas, SP.
- Murray, KG (2000). The importance of different bird species as seed dispersers. In: N. M., Nadkarni, N. T., Wheelwright. (Eds.). *Monteverde: ecology and conservation of a tropical cloud forest* (pp.294-295). New York: Oxford University Press.
- Oksanen, J. F., Blanchet, G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P. R., O'hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H., Wagner, H. (2013). *Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.0-8*. <http://CRAN.Rproject.org/package=vegan> (acesso em 11 de outubro de 2019).
- Oliveira, F. D., Oliveira, G. M., Oliveira, C. E. B., Silva-Neto, C. M., Venturoli, F. (2015b). Vigor de semente, emergência e desenvolvimento inicial de espécies do estrato herbáceo e subarbustivo do cerrado em condição de viveiro. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, 11, 2015.
- Oren, DC (1981). *Zoogeographic analysis of the white sand campina avifauna of Amazonia*. Ph.D. dissertation, Harvard University, Cambridge, Massachusetts.
- Piacentini, V. Q., Aleixo, A., Agne, C. E., Maurício, G. N., Pacheco, J. F., Bravo, G. A.... Cesari, E. (2015). Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee / Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 23, 91-298.
- Pijl, LV (1972). *Principles of dispersal in higher plants* (161p.). New York, Springer.
- Pires, JM & Prance, GT (1985). The vegetation types of the Brazilian Amazon. In: G. T., Prance, T. E, Lovejoy. (Eds.). *Key environments: Amazônia* (p.109–145). Pergamon Press: Oxford, U.K.
- Pizo, MA (2007). Frugivory by birds in degraded areas of Brazil. In: AJ, Dennis, EW, Schupp, RJ, Green, DW, Westcott. (Ed.). *Seed dispersal: theory and its application in a changing world* (pp 615-627). CABi Publishing, Wallingford: Inglaterra.

- Pizo, MA & Galetti, M (2010). Métodos e Perspectivas da Frugivoria e Dispersão de Sementes por Aves. In: SV, Matter, FC, Straube, I, Accordi, V, Piacentini, JF, Cândido-Junior. (Ed.). *Ornitologia e conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento* (p.491-504). Technical Books, Rio de Janeiro: RJ.
- Poletto, F., & Aleixo, A. (2005). Implicações biogeográficas de novos registros ornitológicos em um enclave de vegetação de campina no sudoeste da Amazônia brasileira. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22, 1196–1200. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752005000400055>.
- Primack, R & Corlett, R (2005). *Tropical rain forests: an ecological and biogeographical comparison* (336p). Blackwell publishing, Malden: USA. <http://dx.doi.org/10.1002/9781444392296>.
- Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio). (2012). Sobre o Programa de Pesquisa em Biodiversidade. <https://ppbio.inpa.gov.br/inicio>. Data da extração: 29/01/2020.
- Proulx, S., Promislow, D., Phillips, P. (2005). Network thinking in ecology and evolution. *Trends in Ecology and Evolution*, 20, 345–353. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.04.004>.
- Reflora – Lista de espécies da flora do Brasil. 2017. ([www.floradobrasil.jbrj.br/reflora/listaBrasil/PrincipalUC](http://www.floradobrasil.jbrj.br/reflora/listaBrasil/PrincipalUC)). Acessado em: 24/10/2018.
- Ribeiro, E. S., Souza, R. S., Moreira, E. L., Pasa, M. C., Souza, R. A. T. M. (2013). Contribuição das plantas frutíferas do Cerrado na dieta das aves e a importância das aves no processo de dispersão de sementes. *Biodiversidade*, 12, 74-89.
- Richards, PW (1996). (2ªEd.) *The tropical rainforests: an ecological study* (450p) University Press, Cambridge - Grã-Bretanha.
- Richardson, D. M. & Rejmanek, M. (2011). Trees and shrubs as invasive alien species – a global review. *Diversity and Distributions*, 17, 788–809. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2011.00782.x>.
- Ridgely, RS, & Tudor, G (2009). *Field guide to the songbirds of South America: the passerines* (750p.). Austin: University of Texas Press.
- Schulenberg, T.S., Stotz, D. F., Lane, D.F., O'Neill, J. P., Parker, T. A. (2007). *Birds of Peru* (644p). (2ªEds). University Press of Princeton: New Jersey.
- Sick, H (1997). (2ªEd.). *Ornitologia Brasileira* (912p). Rio de Janeiro, Nova Fronteira.

- Siegel S, & Castellan, JRNJ (1988). *Nonparametric statistics for the behavioral sciences* (252p.). McGraw Hill: New York.
- Sigrist, T (2006). *Aves Brasileiras: uma visão artística* (672p), Valinhos, São Paulo: Avis Brasilis.
- Sigrist, T (2009). *Avifauna Brasileira: descrição das espécies* (600p), São Paulo: Avis Brasilis.
- Sigrist, T (2014). *Avifauna Brasileira* (608p), (4<sup>Eds</sup>). São Paulo: Avis Brasilis.
- Silva, H. R., Britto-Pereira, M. C., Caramaschi, U. (1989). Frugivory and seed dispersal by *Hyla truncata*, a Neotropical treefrog. *Copeia*, 3, 781-783. <http://dx.doi.org/10.2307/1445517>.
- Silva, J. M. C. & Tabarelli, M. (2000) Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic Forest of northeast Brazil. *Nature*, 404, 72-74. <https://doi.org/10.1038/35003563>.
- Silva, WM (2002a). *Caracterização florística e fitossociológica da regeneração natural em dois trechos de uma floresta estacional semidecidual do município de Viçosa - MG*. Tese. Universidade Federal de Viçosa.
- Silva, WR., Marco JP., Hasui, E., Gomes VSM. (2002b). Patterns of fruit-frugivore interactions in two Atlantic Forest bird communities of southeastern Brazil: implications for conservation. In: D. J. Levey, W. R. Silva, M. Galetti (Eds.). *Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation*. (pp. 423-436). CABI Publishing, Wallingford.
- Silva, J. C. B., Junior, J. F. C., Vogel, H. F., Campos, J. B. (2013). Dispersão por aves de *Psidium guajava* L. (Myrtaceae) em ambiente ripário na bacia do rio Paraná, Brasil. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, 34, 195-204. <https://doi.org/10.5433/1679-0367.2013v34n2p195>.
- Silva, T. L., Marques, E. L., Guilherme, E. (2017). Avifauna em quatro fitofisionomias no complexo vegetacional sobre areia branca no sudoeste amazônico. Em: Brito, T. F., Silva, R. C., Oliveira, S. A. V., Silveira, M. *Complexo vegetacional sobre areia branca: campinaranas do sudoeste da Amazônia* (pp 39-48). Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre.
- Silveira, M. (2003). *Vegetação e Flora das Campinaranas do Sudoeste Amazônico (JU-008)* (28 p.). Relatório de Defesa Técnica, Associação S.O.S. Amazônia, Rio Branco, Acre.
- Snow, D. W. (1981). Tropical frugivorous birds and their food plants: a world survey. *Biotropica*, 13, 1-14. <http://dx.doi.org/10.2307/2387865>.

- Socolar, J. B., Diaz-Alva, J., Castillo, P. S. D. et. al. (2018). Noteworthy bird records from northeastern Peru reveal connectivity and isolation in the western Amazonian avifauna. *The Wilson Journal of Ornithology*, 130, 94–111. <https://doi.org/10.1676/16-082.1>.
- Souza-Stevaux, M. C., Negrelle, R. R. B., Citadini-Zanette, V. (1994). Seed dispersal by the fish *Pterodoras granulosus* in the Paraná River Basin, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 10, 621-626. <http://dx.doi.org/10.1017/S0266467400008294>.
- Strong, J. N., & Fragoso, J. M. V. (2006). Seed dispersal by *Geochelone carbonaria* and *Geochelone denticulata* in Northwestern Brazil. *Biotropica*, 38, 683-686. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2006.00185.x>.
- Stropp, J., Van Der Sleen, P., Assunção, P. A., Silva, A. L., Ter Steege, H. (2011). Tree communities of white-sand and terra-firme forests of the upper Rio Negro. *Acta Amazonica*, 41, 521-544. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672011000400010>.
- Talora, D. C., & Morellato, L. P. C. (2000). Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 23, 13-26. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042000000100002>.
- Taylor C., M., Campos, M. T.V.A., Zappi, D. (2007). Flora da reserva Ducke, Amazonas, Brasil: Rubiaceae. *Rodriguésia*, 58, 549-616. <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860200758306>.
- Thébault, E. & Fontaine, C. (2010). Stability of ecological communities and the architecture of mutualistic and trophic networks. *Science*, 329, 853–6. <http://dx.doi.org/10.1126 / science.1188321>.
- Ter-Steege, H., Lilwah, R., Ek, R., Van Andel, T., Van Der Hout, P., Thomas, R., Van Essen, J., Ramdass, I. (2000). Diversity at different scales: Comparison of large-scale forest inventories and smaller plots. In: Ter Steege, H. (Ed.). *Plant diversity in Guyana, with recommendations for a national protected area strategy* (p.117–130). Tropenbos, Wageningen, Netherlands.
- Toby, K. E., Todd, M. P., Ives, A. R., Bruno, J. F., Bronstein, J. L. (2010). Mutualisms in a changing world: An evolutionary perspective. *Ecology Letters*, 13, 1459-1474. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2010.01538.x>.

- Veloso, H. P., Rangel-Filho, A. L. R., Lima, J. C. A. (1991). 123 p. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro: IBGE.
- Wang, B. C., & Smith, T. B. (2002). Closing the seed dispersal loop. *Trends in Ecology and Evolution*, 17, 379-386. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(02\)02541-7](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(02)02541-7).
- Weismann, A (2002). *The evolution theory*. 2, 391-2. In: Martins, L. A. P. (2003). August Weismann e evolução: os diferentes níveis de seleção. 1, 53-75.
- Wilman, H., Belmaker, J., Simpson, J., Rosa, C., Rivadeneira, M. M., Jetz, W. (2014). EltonTraits 1.0: Species-level foraging attributes of the world's birds and mammals. *Ecology*, 95, 20-27. <https://doi.org/10.1890/13-1917.1>.
- Worthington, A. H. (1989). Adaptation for avian frugivory: assimilation efficiency and gut transit time of *Manacus vitellinus* and *Pipra mentalis*. *Oecologia*, 80, 381–389. <http://doi.org/10.1007/BF00379040>.

## APÊNDICE

**APÊNDICE 1** Nome da revista: Biotropica.

ISSN Online:1744-7429.

Editora: Wiley Online Library.

Fator de Impacto (2016): 2.989.

Classificação Qualis/Capes em Biodiversidade: B2.

Link para acesso às normas da revista (instruções para autores):

<https://onlinelibrary.wiley.com/page/journal/17447429/homepage/forauthors.html>

**APÊNDICE 2** Lista das espécies de aves capturadas em três fitofisionomias sobre solo de areia branca em Mâncio Lima, Acre. Nomenclatura e ordem taxonômica seguem Piacentini et al. (2015). Legenda: Habitat em que a espécie foi capturada: CA: campinarana arbórea; CAR: campinarana arbustiva; CF: campinarana florestada; Guildas alimentares: IF: insetos e frutos; FR: frutos com sementes; IN: insetos; NE: néctar.

Ordem/Família/Espécie	Nome Popular	Fitofisionomia de captura da ave	Guildas
<b>Columbiformes</b>			
<b>Columbidae</b>			
<i>Columbina talpacoti</i>	Rolinha-roxa	CAR	FR
<i>Geotrygon montana</i>	Pariri	CA	IF
<b>Apodiformes</b>			
<b>Trochilidae</b>			
<i>Phaethornis ruber</i>	Rabo-branco-rubro	CA/CF	NE
<i>Phaethornis philippii</i>	Rabo-branco-amarelo	CA/CAR/CF	NE
<i>Thalurania furcata</i>	Beija-flor-tesoura-verde	CF	NE
<i>Polytmus theresiae</i>	Beija-flor-verde	CAR	NE
<i>Amazilia lactea</i>	Beija-flor-de-peito-azul	CA	NE



---

**Passeriformes**
**Thamnophilidae**

<i>Epinecrophylla haematonota</i>	Choquinha-de-garganta-carijó	CF	IN
<i>Myrmotherula axillaris</i>	Choquinha-de-flanco-branco	CA/CAR/CF	IN
<i>Formicivora grisea</i>	Papa-formiga-pardo	CA/CAR	IN
<i>Thamnomanes saturninus</i>	Uirapuru-selado	CA/CAR/CF	IN
<i>Thamnophilus murinus</i>	Choca-murina	CA	IN
<i>Sciaphylax hemimelaena</i>	Formigueiro-de-cauda-castanha	CF	IN
<i>Willisornis poecilinotus</i>	Rendadinho	CA/CF	IN
<i>Oneillornis salvini</i>	Mãe-de-taoca-de-cauda-barrada	CA/CAR/CF	IN

**Formicariidae**

<i>Formicarius colma</i>	Galinha-do-mato	CA/CAR	IN
--------------------------	-----------------	--------	----

**Scleruridae**

<i>Sclerurus caudacutus</i>	Vira-folha-pardo	CF	IN
-----------------------------	------------------	----	----

**Dendrocolaptidae**

<i>Dendrocincla merula</i>	Arapaçu-da-taoca	CAR/CF	IN
<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	Arapaçu-pardo	CA	IN
<i>Certhiasomus stictolaemus</i>	Arapaçu-de-garganta-pintada	CF	IN
<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	Arapaçu-bico-de-cunha	CAR/CF	IN
<i>Xiphorhynchus elegans</i>	Arapaçu-elegante	CA/CF	IN

**Xenopidae**

<i>Xenops minutus</i>	Bico-virado-miúdo	CA/CAR/CF	IN
-----------------------	-------------------	-----------	----

**Furnariidae**

<i>Anabacerthia ruficaudata</i>	Limpa-folha-de-cauda-ruiva	CA	IN
<i>Automolus infuscatus</i>	Barranqueiro-pardo	CF	IN

---

---

<i>Synallaxis rutilans</i>	João-teneném-castanho	CA/CAR	IN
<b>Pipridae</b>			
<i>Pipra filicauda</i>	Rabo-de-aramé	CAR/CF	FR
<i>Ceratopipra rubrocapilla</i>	Cabeça-encarnada	CAR/CF	FR
<i>Lepidothrix coronata</i>	Uirapuru-de-chapéu-azul	CF	FR
<i>Manacus manacus</i>	Rendeira	CA/CAR/FR	FR
<i>Xenopipo atronitens</i>	Pretinho	CA/CAR/CF	FR
<i>Machaeropterus pyrocephalus</i>	Uirapuru-cigarra	CF	FR
<b>Onychorhynchidae</b>			
<i>Onychorhynchus coronatus</i>	Maria-leque	CF	IN
<b>Tityridae</b>			
<i>Schiffornis amazonum</i>	Flautim-da-amazônia	CF	IF
<b>Rhynchocyclidae</b>			
<i>Mionectes oleagineus</i>	Abre-asa	CA/CAR/CF	FR
<i>Hemitriccus griseipectus</i>	Maria-de-barriga-branca	CA	IN
<i>Lophotriccus vitiosus</i>	Maria-fiteira	CF	IN
<b>Tyrannidae</b>			
<i>Ramphotrigon ruficauda</i>	Bico-chato-de-rabo-vermelho	CA	IN
<i>Elaenia spectabilis</i>	Guaracava-grande	CAR	IF
<i>Elaenia parvirostris</i>	Tuque-pium	CAR	IN
<i>Phaeomyias murina</i>	Bagageiro	CAR	IN
<i>Myiozetetes similis</i>	Bentevizinho-de-penacho-vermelho	CAR	IF
<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	Guaracavuçu	CA/CAR	IN
<i>Zimmerius gracilipes</i>	Poiaeiro-de-pata-fina	CAR	IN
<i>Lathrotriccus euleri</i>	Enferrujado	CA/CAR	IN

---

<i>Empidonax alnorum</i>	Papa-moscas-de-alder	CF	IN
<b>Thraupidae</b>			
<i>Lanio surinamus</i>	Tem-tem-de-topete-ferrugíneo	CF	IF
<i>Tachyphonus phoenicius</i>	Tem-tem-de-dragona-vermelha	CAR	IN
<i>Coereba flaveola</i>	Cambacica	CAR	FR

**APÊNDICE 3** Espécies de aves potencialmente dispersoras de sementes e as respectivas espécies botânicas em um enclave de campinarana no município de Mâncio Lima, Ac. CA: campinarana arbórea; CAR: campinarana arbustiva; CF: campinarana florestada.

Ordem/Família/Espécie	Espécie Botânica (Família)	Total de sementes	Fitofisionomia de captura das aves
<b>Passeriformes</b>			
<b>Thamnophilidae</b>			
<i>Thamnomanes saturninus</i>	<i>Olyra</i> sp. 1 (Poaceae)	1	CF
<b>Pipridae</b>			
<i>Pipra filicauda</i>	<i>Urera</i> sp. 2 (Urticaceae)	2	CAR
<i>Ceratopipra rubrocapilla</i>	<i>Psidium guajava</i> (Myrtaceae)	22	CAR/CF
	<i>Bellucia</i> sp. (Melastomataceae)	7	
	<i>Brachiaria</i> sp. 4 (Poaceae)	3	
	<i>Brachiaria</i> sp. 1 (Poaceae)	2	
<i>Lepidothrix coronata</i>	<i>Calathea</i> sp. 3 (Marantaceae)	1	
	<i>Psidium guajava</i> (Myrtaceae)	3	CF
	<i>Brachiaria</i> sp. 4 (Poaceae)	8	
<i>Manacus manacus</i>	<i>Cecropia</i> sp. 1 (Urticaceae)	303	
	<i>Protium</i> sp. (Burseraceae)	3	CA/CAR
	<i>Manihot</i> sp. (Euphorbiaceae)	2	

---

	<i>Guatteria</i> sp. 1 (Annonaceae)	1	
<i>Xenopipo atronitens</i>	<i>Guettarda</i> sp. 2 (Rubiaceae)	92	CA/CAR/CF
	<i>Scleria</i> sp. 2 (Cyperaceae)	64	
	<i>Calathea</i> sp. 3 (Marantaceae)	26	
	<i>Geonoma</i> sp. 1 (Arecaceae)	19	
	<i>Guettarda</i> sp. 1 (Rubiaceae)	12	
	<i>Protium</i> sp. (Burseraceae)	9	
	<i>Davilla</i> sp. 2 (Dilleniaceae)	7	
	<i>Psychotria</i> sp. 1 (Rubiaceae)	7	
	<i>Calathea</i> sp. 1 (Marantaceae)	6	
	<i>Gouania</i> sp. 2 (Rhamnaceae)	6	
	<i>Psidium guajava</i> (Myrtaceae)	6	
	<i>Gouania</i> sp. 1 (Rhamnaceae)	5	
	<i>Cecropia</i> sp. 2 (Urticaceae)	4	
	<i>Davilla</i> sp. 1 (Dilleniaceae)	4	
	<i>Geonoma</i> sp2 (Arecaceae)	4	
	<i>Siparuna guianensis</i> (Siparunaceae)	4	
	<i>Calathea</i> sp. 2 (Marantaceae)	3	
	<i>Guatteria</i> sp. 1 (Annonaceae)	3	
	<i>Scleria</i> sp. 1 (Cyperaceae)	3	
	<i>Tabernaemontana</i> sp1 (Apocynaceae)	3	
	<i>Urera</i> sp. 1 (Urticaceae)	3	
	<i>Acalypha</i> sp. (Euphorbiaceae)	2	
	<i>Margaritaria</i> sp. (Phyllanthaceae)	2	
	<i>Rollinia</i> sp. (Annonaceae)	2	

---

---

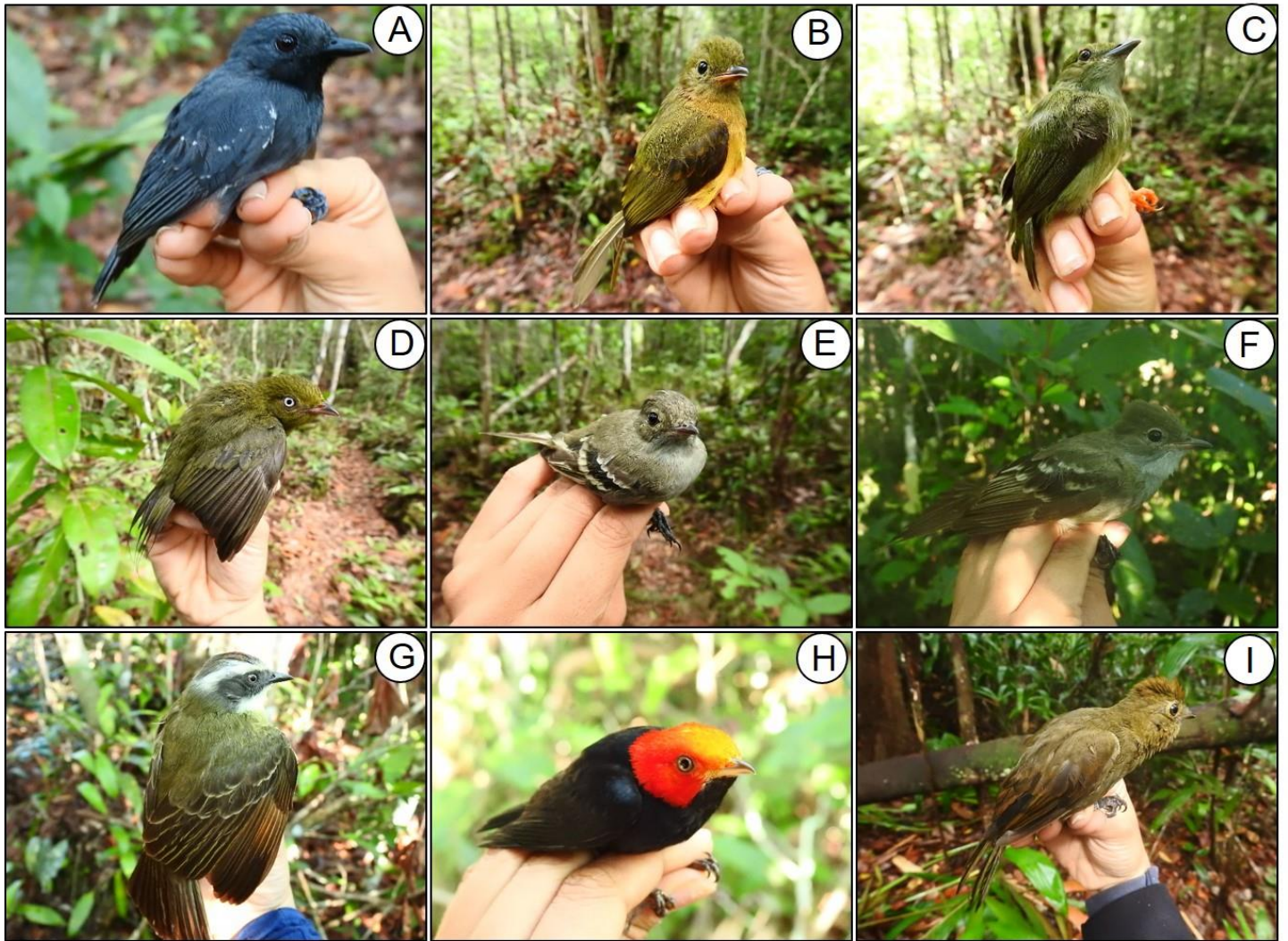
	<i>Sida</i> sp. (Malvaceae)	2	
	<i>Swartzia</i> sp. (Fabaceae)	2	
	<i>Tabernaemontana</i> sp. 2 (Apocynaceae)	2	
	<i>Brachiaria</i> sp. 2 (Poaceae)	1	
	<i>Brachiaria</i> sp. 3 (Poaceae)	1	
	<i>Carica papaya</i> (Caricaceae)	1	
	<i>Chusquea</i> sp. (Poaceae)	1	
	<i>Cissus</i> sp. (Vitaceae)	1	
	<i>Geonoma</i> sp. 3 (Arecaceae)	1	
	<i>Gonzalagunia</i> sp. (Rubiaceae)	1	
	<i>Guatteria</i> sp. 3 (Annonaceae)	1	
	<i>Ochroma pyramidale</i> (Malvaceae)	1	
	<i>Olyra</i> sp. 2 (Poaceae)	1	
	<i>Psittacanthus</i> sp. (Loranthaceae)	1	
	<i>Psychotria</i> sp. 2 (Rubiaceae)	1	
	<i>Scleria</i> sp. 3 (Cyperaceae)	1	
	<i>Trigonia</i> sp. (Trigoniaceae)	1	
	<i>Xylopia</i> sp. (Annonaceae)	1	
<b>Tityridae</b>			
<i>Schiffornis amazonum</i>	<i>Miconia</i> sp. (Melastomataceae)	65	CF
<b>Rhynchocyclidae</b>			
<i>Mionectes oleagineus</i>	<i>Guatteria</i> sp. 2 (Annonaceae)	2	CAR
	<i>Guatteria</i> sp. 4 (Annonaceae)	2	
<b>Tyrannidae</b>			
<i>Elaenia spectabilis</i>	<i>Psychotria</i> sp. 3 (Rubiaceae)	1	CAR

---

	<i>Geonoma</i> sp. 1 (Arecaceae)	3	
<i>Elaenia parvirostris</i>	<i>Carica papaya</i> (Caricaceae)	2	CAR
	<i>Cordia nodosa</i> (Boraginaceae)	1	
	<i>Geonoma</i> sp. 1 (Arecaceae)	5	
	<i>Psychotria</i> sp. 1 (Rubiaceae)	1	
	<i>Psychotria</i> sp. 3 (Rubiaceae)	2	
	<i>Sida</i> sp. (Malvaceae)	1	
	<i>Tabernaemontana</i> sp. 1 (Apocynaceae)	4	
<i>Myiozetetes similis</i>	<i>Geonoma</i> sp. 1 (Arecaceae)	2	CAR
<b>Thraupidae</b>			
<i>Lanio surinamus</i>	<i>Miconia</i> sp. (Melastomataceae)	155	CF



**APÊNDICE 4** Espécies de aves capturadas no enclave de campinarana em Mâncio Lima, Ac, que mais forneceram sementes provenientes do material fecal. Legenda: A: *Xenopipo atronitens* (macho); B: *Lepidothrix coronata* (fêmea); C: *Lanio surinamus* (macho).



**APÊNDICE 5** Espécies de aves capturadas no enclave de campinarana em Mâncio Lima, Ac, que forneceram sementes nas amostras fecais. A: *Thamnomanes saturninus* (macho); B: *Mionectes oleagineus* (indeterminado); C: *Manacus manacus* (fêmea); D: *Pipra filicauda* (fêmea); E: *Elaenia parvirostris* (indeterminado); F: *Elaenia spectabilis* (indeterminado); G: *Myiozetetes similis* (indeterminado); H: *Ceratopipra rubrocapilla* (macho); I: *Schiffornis amazonum* (indeterminado).