

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

Cafezais em sistemas agroflorestais: habitat e alimento para aves

Roger Henrique Santos Aureliano
Magister Scientiae

VIÇOSA - MINAS GERAIS
2026

ROGER HENRIQUE SANTOS AURELIANO

Cafezais em sistemas agroflorestais: habitat e alimento para aves

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Irene Maria Cardoso

Coorientador: Fernando F. Goulart

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

A927c Aureliano, Roger Henrique Santos, 1990-
2026 Cafezais em sistemas agroflorestais: alimento e habitat para
aves / Roger Henrique Santos Aureliano. – Viçosa, MG, 2026.
1 dissertação eletrônica (91 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Irene Maria Cardoso.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Solos, 2026.
Referências bibliográficas: f. 73-91.
DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2026.571>
Modo de acesso: World Wide Web.

1. Agricultura natural. 2. Agricultura orgânica. 3. Café -
Cultivo. 4. Aves. 5. Frugívoros. I. Cardoso, Irene Maria, 1959-.
II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Solos.
Programa de Pós-Graduação em Agroecologia. III. Título.

CDD 22. ed. 631.584

ROGER HENRIQUE SANTOS AURELIANO

Cafezais em sistemas agroflorestais: habitat e alimento para aves

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 31 de julho de 2026.

Assentimento:

Roger Henrique Santos Aureliano
Autor

Irene Maria Cardoso
Orientadora

Essa dissertação foi assinada digitalmente pelo autor em 21/09/2026 às 20:42:53 e pela orientadora em 24/09/2026 às 21:56:06. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **S42I.FUS2.NSXF** e clique no botão 'Validar documento'.

AGRADECIMENTOS

Aos agricultores que participaram desta pesquisa, pela acolhida, disponibilidade e confiança em compartilhar seus espaços, conhecimentos e experiências. A abertura de suas propriedades tornou possível a realização deste estudo e permitiu compreender na prática, a importância dos sistemas agroflorestais para a produção, a conservação da biodiversidade e a manutenção das relações entre plantas, aves e ambiente.

Este trabalho foi realizado com o apoio das seguintes agências de pesquisa brasileiras: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

RESUMO

AURELIANO, Roger Henrique Santos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2026. **Cafezais em sistemas agroflorestais: habitat e alimento para aves.** Orientadora: Irene Maria Cardoso. Coorientador: Fernando Figueiredo Goulart.

Objetivou-se avaliar a estrutura da vegetação e sua relação com a diversidade de aves frugívoras em diferentes sistemas de cultivo de café. A pesquisa foi realizada em cafezais da agricultura familiar, localizados na Comunidade de Pedra Redonda, no município de Araponga, Minas Gerais. Os cafezais estudados foram SAF orgânico em agricultura natural (SAFN), SAF orgânico (SAFO), a pleno sol orgânico (PSO) e pleno sol convencional (PSc). O primeiro capítulo avaliou a composição florística, a estrutura da vegetação e identificou espécies vegetais importantes para a alimentação de aves frugívoras. Foram registrados 288 indivíduos, distribuídos em 26 espécies vegetais. O SAFN foi o sistema com maior riqueza florística, diversidade e complexidade estrutural. As espécies vegetais *Cecropia glaziovii*, *Hyptidendron asperrimum*, *Aspidosperma pyrifolium* e *Myrsine coriacea* foram importantes para a alimentação das aves. O segundo capítulo analisou a diversidade, a frequência de presença e a frequência alimentar de aves frugívoras nos cafezais. Ao longo de 180 horas de observação, 17 espécies foram identificadas. O SAFN apresentou maior riqueza, heterogeneidade e equilíbrio estrutural na comunidade vegetal e foi, conseqüentemente, o sistema com maiores episódios de alimentação pelas aves. As espécies nativas *Cecropia glaziovii*, *H. asperrimum*, *A. pyrifolium* e *M. coriacea* foram importantes fontes alimentares para aves. A forte correlação entre presença e alimentação demonstra a importância das fontes alimentares para a permanência das aves nos cafezais. Os sistemas agroflorestais apresentaram maiores valores de presença e de alimentação e foram os únicos sistemas com registros de *Psittacara leucophthalmus* (Maritaca), *Primolius maracana* (Maracanã) e *Pteroglossus aracari* (Araçari-do-bico-branco), aves de médio e grande porte. O aumento da diversidade vegetal, da presença de espécies arbóreas nativas e da complexidade estrutural dos cafezais favoreceu a manutenção de aves frugívoras e, espera-se também, a maior provisão de serviços ecossistêmicos importantes, como a dispersão de sementes e a regeneração da vegetação.

Palavras-chave: agricultura natural; produção orgânica; estrutura vertical; avifauna; frugivoria

ABSTRACT

AURELIANO, Roger Henrique Santos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2026. **Coffee plantations in agroforestry systems: habitat and food for birds.** Adviser: Irene Maria Cardoso. Co-adviser: Fernando Figueiredo Goulart.

This study aimed to evaluate vegetation structure and its relationship with frugivorous bird diversity across different coffee cultivation systems. The research was conducted in family-farming coffee plantations located in the Pedra Redonda community, in the municipality of Araponga, Minas Gerais, Brazil. The coffee plantations evaluated were an organic agroforestry system under natural farming (SAFN), an organic agroforestry system (SAFo), an organic full-sun system (PSo), and a conventional full-sun system (PSc). The first chapter evaluated floristic composition and vegetation structure and identified plant species that are important food resources for frugivorous birds. A total of 288 individuals belonging to 26 plant species were recorded. SAFN presented the highest floristic richness, diversity, and structural complexity. The species *Cecropia glaziovii*, *Hyptidendron asperrimum*, *Aspidosperma pyriforme*, and *Myrsine coriacea* were important food resources for birds. The second chapter analyzed the diversity, occurrence frequency, and feeding frequency of frugivorous birds. Over 180 hours of observation, 17 species were identified. SAFN presented greater richness, heterogeneity, and structural balance in the plant community and was, consequently, the system with the highest number of birds feeding events. The native species *Cecropia glaziovii*, *H. asperrimum*, *A. pyriforme*, and *M. coriacea* were important food resources for birds. The strong correlation between bird occurrence and feeding activity demonstrates the importance of food resources for bird persistence in coffee systems. Agroforestry systems presented higher values of bird occurrence and feeding activity and were the only systems in which *Psittacara leucophthalmus* (White-eyed Parakeet), *Primolius maracana* (Blue-winged Macaw), and *Pteroglossus aracari* (Black-necked Aracari), medium- and large-sized bird species, were recorded. Increasing plant diversity, the presence of native tree species, and the structural complexity of coffee plantations favored the maintenance of frugivorous birds, and it is also expected the provision of important ecosystem services, such as seed dispersal, and vegetation regeneration.

Keywords: natural farming; organic production; vertical structure; birdlife; frugivory

SUMÁRIO

Sumário

AGRADECIMENTOS	2
RESUMO GERAL	3
SUMÁRIO	5
1. Introdução geral	6
2. Revisão bibliográfica: Agroecologia e avifauna no café	9
CAPÍTULO 1 - ESTRUTURA VEGETAL E INTERAÇÕES PLANTA-AVE EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS DE CAFÉ	29
1. Introdução	29
2. Material e Métodos	31
3. Resultados e discussões	40
4. Conclusão	50
CAPÍTULO 2- DIVERSIDADE E FREQUÊNCIA ALIMENTAR DE AVES FRUGÍVORAS EM CAFEZAIS AGROFLORESTAIS E A PLENO SOL	51
1. Introdução	51
2. Material e Métodos	52
2.1 Área de estudo	52
3. Resultados e Discussão	61
4. Conclusão	69
Considerações Finais	71
Referências bibliográficas	72

1. Introdução geral

A alimentação é vital para todos os organismos vivos. Para os humanos, o alimento é o resultado de muito trabalho agrícola e é parte importante da economia. A agricultura não é apenas a fonte de alimentos para os humanos, ela é também fonte de energia e alimento para muitos outros organismos que, por sua vez, também influenciam fortemente a agricultura. Há várias agriculturas e vários sistemas agrícolas. Os sistemas de agricultura que se baseiam na intensificação, na monocultura e no uso de tecnologias modernas, como o uso intensivo de insumos industriais, agrotóxicos, pesticidas em geral, têm causado diversos impactos negativos ao ambiente, como a perda de biodiversidade e a fragmentação de habitats naturais (Demambro et al., 2021).

Há, entretanto, outras formas de produção de alimentos que combinam produção agrícola e conservação ambiental (Nair, 1993; Altieri, 2002), como as que utilizam os policultivos, a permacultura, os consórcios e a rotação de culturas. Estas formas de produção de alimentos prezam mais pelas relações entre seres humanos e os seres que vivem onde os alimentos são cultivados e seguem os princípios da agroecologia.

A agroecologia é a ciência que integra os conhecimentos ecológicos ao manejo agrícola, promove sistemas agrícolas sustentáveis, socialmente justos e culturalmente adequados. A agroecologia considera a biodiversidade, os saberes tradicionais e a autonomia dos agricultores como elementos centrais para a produção de alimentos (Altieri, 2000). Os princípios agroecológicos são utilizados para a promoção de sistemas agrícolas sustentáveis. Dentre estes princípios encontram-se a diversificação de espécies vegetais, a ciclagem eficiente de nutrientes, o uso sustentável dos recursos naturais e a sinergia entre os componentes do sistema agrícola (Altieri, 2012).

Os princípios são, via de regra, utilizados em Sistemas agroflorestais (SAFs), onde árvores são integradas com culturas e ou animais (Nair, 1993; Nair et al., 2021). Segundo Somarriba (1992) nos SAFs deve i) existir pelo menos duas espécies vegetais que interajam biologicamente; ii) pelo menos uma dessas espécies deve ser uma planta lenhosa perene (árvore ou arbusto); e iii) pelo menos uma das espécies

deve ser manejada para produção agrícola, forrageira ou outra finalidade produtiva, como culturas anuais ou perenes. Como é o caso dos SAFs de café.

O Brasil é um dos maiores produtores de café do mundo (CONAB, 2022), onde predominam cafezais manejados em sistemas convencionais a pleno sol e com uso de insumos externos, como os agrotóxicos, que, embora garantem a produtividade a curto prazo, podem comprometer a qualidade do solo e a sustentabilidade do cultivo a longo prazo (DaMatta, 2004). Entretanto, há também inúmeras experiências de cafezais em SAFs.

A adoção de SAFs na cafeicultura, em geral, contribui para uma agricultura mais sustentável (Bhagwat et al., 2008; Nair et al., 2021), pois proporcionam serviços ecossistêmicos importantes como a maior retenção de umidade no solo, o aumento da ciclagem de nutrientes, a redução da erosão, a mitigação dos impactos das mudanças climáticas (Soto-Pinto et al., 2009; Gomes et al., 2020; Nair et al., 2021; Altieri, 2002), entre outros.

Serviços ecossistêmicos são as funções e produtos dos ecossistemas que beneficiam os seres humanos e proporcionam bem-estar à sociedade (MA, 2005). Esses serviços são classificados em quatro categorias, quais sejam, provisão, que se refere aos produtos de ecossistemas, como recursos genéticos, alimentos, fibras, forragem e água doce; regulação que são os serviços advindo dos processos ecossistêmicos, como a regulação do clima, da água e de doenças, inclusive humanas; serviços culturais, que se referem aos serviços não materiais como o bem estar espiritual, o desenvolvimento cognitivo, a recreação e etc. e; de suporte que se referem à produção de biomassa, formação do solo, ciclagem de nutrientes. Os serviços de suporte são essenciais para a manutenção e a produção de todos os demais serviços ecossistêmicos (Nair et al., 2021).

Os serviços ecossistêmicos são, portanto, os benefícios que os humanos obtêm dos ecossistemas e, por isso, muitos autores se referem a eles como benefícios da natureza (Sinisgalli et al., 2022), já que a natureza não está a serviço dos seres humanos.

Os benefícios da natureza são promovidos pela biodiversidade que auxiliam na manutenção do equilíbrio ecológico (Greenberg et al., 2000; Karp & Daily, 2014; Kumar, 2006; Sekercioglu, 2002). Por isto, agroecossistemas biodiversos são mais sustentáveis, pois dispensam ou diminuem a necessidade de insumos externos, como os agrotóxicos e adubos químicos, que causam desequilíbrios nos agroecossistemas.

Os agroecossistemas são entendidos como sistemas agrícolas manejados, nos quais interagem componentes naturais como o solo, clima, biodiversidade, além dos componentes sociais como práticas agrícolas, cultura, economia (Altieri, 2000).

No entanto, nem todos os agroecossistemas são biodiversos. Agroecossistemas intensivos, que utilizam monoculturas, reduzem a disponibilidade de habitat e alimentos para diversas espécies e comprometem a promoção dos benefícios da natureza e não são, por isto, sustentáveis (Perfecto et al., 2004; Buechley et al., 2015).

Os agroecossistemas compõem a matriz agrícola, entendida como o espaço rural, predominantemente ocupado por atividades agropecuárias, que circunda os fragmentos de vegetação nativa (Perfecto, 2009). Uma matriz agrícola biodiversa e sem uso de agrotóxicos, como os SAFs, pode atuar como corredor ou trampolim ecológico, pois favorece a conectividade entre fragmentos florestais e permite que as espécies transitem de forma mais eficiente entre diferentes ambientes (Hernandez et al., 2013). A biodiversidade presente nos SAFs promove o controle biológico de pragas e doenças realizado por, dentre outros organismos, aves que habitam os SAFs ou fragmentos próximos a eles.

Em uma relação de benefício mútuo, os SAFs contribuem para a conservação da avifauna ao fornecer alimento e habitat (Komar, 2006). As aves, especialmente as frugívoras, preferem ambientes mais diversificados para se estabelecerem, pois a maior diversidade vegetal amplia a disponibilidade e a variedade alimentos ao longo de todo o ano (Gomes et al., 2008). Em geral, a maior presença de frugívoros é registrada em florestas, mas maiores episódios de alimentação foram registrados por Goulart et al. (2011) em quintais florestais, graças a maior abundância de recursos alimentares nestes sistemas.

Os SAFs podem servir como habitat e território para espécies generalistas, e dependendo do grau de cobertura e estrutura, também para especialistas, que habitam áreas de vegetação nativa adjacente aos sistemas e utilizam destes como habitat suplementar (Goulart et al., 2013a). Em escala de paisagem, os SAFs criam uma matriz mais permeável ao movimento animal, o que contribui para uma maior conectividade entre fragmentos florestais e para a conservação dos mesmos ao longo prazo (Goulart et al., 2013b).

Com isto, a conservação da biodiversidade é favorecida pelos SAFs (Petit et al., 1999; Goulart et al., 2011), mas os SAFs e a produção agrícola são também

beneficiados pela conservação da biodiversidade. Para obter uma matriz agrícola que ao mesmo tempo beneficia e é beneficiada pela conservação da paisagem, há necessidade de transição de sistemas agrícolas pouco sustentáveis, como aqueles em monocultivos, para sistemas mais diversos, como os SAFs (Perfecto & Vandermeer, 2008).

Compreender a dinâmica das interações entre a avifauna e diferentes matrizes agrícolas permite não apenas avaliar seus impactos ecológicos, mas também incentivar a adoção de práticas que conciliam produção e conservação ambiental (Figueiredo, 2023).

A pesquisa foi realizada em Araponga, município da região Zona da Mata de Minas Gerais, onde a cafeicultura desempenha um papel central na economia. Esta região é considerada Polo Agroecológico e de Produção Orgânica (Lei 23.207/2018), graças às vastas experiências com agroecologia existentes na região inclusive de SAFs com café (Cardoso et al., 2001; Souza et al., 2010; Figueiredo, 2023).

Objetivou-se avaliar a estrutura da vegetação e sua relação com a diversidade de aves frugívoras em diferentes sistemas de cultivo de café. A dissertação foi organizada em dois capítulos, além da introdução geral, revisão de literatura e considerações finais. No capítulo I, objetivou-se analisar a composição florística e a estrutura vegetal do componente arbóreo, arbustivo e herbáceo (bananeiras) de cafezais cultivados em SAFs e a pleno sol. Especificamente objetivou-se i) analisar a distribuição horizontal e vertical da vegetação; e ii) Identificar espécies-chave para a alimentação de aves frugívoras. No capítulo II, objetivou-se foi analisar como diferentes sistemas de produção de café influenciam a diversidade e a frequência de alimentação de aves. Especificamente objetivou-se i) analisar a diversidade de aves frugívoras entre os sistemas; ii) analisar a frequência de alimentação dessas aves; iii) entender a relação entre a presença, a diversidade e a frequência de alimentação de aves frugívoras. A pesquisa foi realizada em cafezais da agricultura familiar, localizados na Comunidade de Pedra Redonda, no município de Araponga, Minas Gerais. Os cafezais estudados foram SAF orgânico em agricultura natural (SAF_N), SAF orgânico (SAF_O), a pleno sol orgânico (PS_O) e pleno sol convencional (PS_C).

2. Revisão bibliográfica: Agroecologia e avifauna no café

2.1 Avifauna brasileira

O Brasil possui uma rica e diversa avifauna, representada por 1.919 espécies registradas (Piacentini et al., 2015), o que equivale a quase 20% das espécies globais, o que se deve, em parte, à sua vasta extensão territorial e diversidade de habitats (Ridgely et al., 2016). Entre as espécies, destacam-se 1.692 espécies residentes, 277 endêmicas e 120 visitantes (Piacentini et al., 2015). Apesar dessa riqueza, o país também se destaca pelo alto número de aves ameaçadas de extinção (Ridgely et al., 2016).

Em Minas Gerais, 777 espécies de aves foram registradas, e na área de influência do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, que inclui os municípios de Fervedouro, Araponga, Miradouro, Muriaé, Pedra Bonita, Divino, Ervália e Sericita (IEF, 2007), 357 espécies foram identificadas, distribuídas em 24 ordens e 67 famílias. Entretanto, há poucas pesquisas com avifauna nesses municípios, o que sugere que a diversidade de aves na região pode estar subestimada (Aureliano et al., 2026).

2.2 Distribuição e habitat

As aves vivem e dependem de habitats específicos e bem variados, como fendas de rochas, bordas de florestas, ocos de árvores e até mesmo o solo conservado. Um conjunto de fatores determina a distribuição das aves em um ambiente. Nas florestas tropicais maduras, por exemplo, conhecidas pela sua riqueza de espécies e de habitats (Ridgely et al., 2016), ocorrem eventos que criam habitats para as aves, como por exemplo, a morte natural de árvores e sua consequente queda, que cria novos habitats e nichos biológicos.

A presença de clareiras devido à queda de árvore atrai espécies que preferem ambientes mais iluminados para buscar abrigo e alimento, como por exemplo, o sanhaço-cinzento (*Tangara sayaca*), ou o sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris*) que, por este motivo, são facilmente avistados. Já uma floresta com baixa rotatividade florestal, ou seja, ambientes florestais com pouca queda natural de árvores, ou regiões mais densas de uma floresta, atraem espécies como as arapongas (*Procnias nudicollis*), ou

corujas-pretas (*Strix huhula*) que evitam a luz direta e preferem ambientes florestais sombreados, contínuos e densos.

A avifauna também está diretamente relacionada aos aspectos geomorfológicos de uma região, pois montanhas, vales e planícies influenciam a vegetação, que por sua vez influencia os organismos que dela dependem (Pereira, 2017). Por isto, as aves avistadas em florestas montanhosas, não são as mesmas avistadas em planícies. Por exemplo, o sanhaço-frade (*Stephanophorus diadematus*) vive em bordas de florestas montanhosas ou em florestas de araucárias, entre 800 e 2500 m de altitude. Algumas aves migram entre diferentes altitudes, como o Gaturamo-bandeira (*Chlorophonia cyanea*) e outras não (Ridgely et al., 2016).

O alto metabolismo e as exigências alimentares das aves também influenciam a sua ocorrência, pois as aves passam boa parte da vida se alimentando, ou em busca de ambientes com disponibilidade de alimentos. Na Mata Atlântica, Galetti et al. (2000) registraram o consumo de frutos de 48 espécies vegetais por quatro espécies de ranfastídeos na área de baixada, evidenciando a ampla diversidade de recursos utilizados por essas aves frugívoras. Portanto, as necessidades fisiológicas, inerentes a cada espécie de aves e a sazonalidade da oferta de recursos, também determinam a ocorrência e distribuição delas em uma floresta (Hilty, 1994; Jordano, 1994; Galetti et al., 2001; Pizzo e Galetti, 2010; Boesing et al., 2022).

Em um ambiente tropical, a sazonalidade da oferta de recursos normalmente está associada ao desenvolvimento sucessional, à diversidade das plantas e às condições climáticas. As diferentes formações e estruturas florestais, as estações climáticas e as características dos habitats influenciam a disponibilidade de alimentos e são importantes para compreender a dinâmica de distribuição e movimentação das aves no habitat (Boesing et al., 2022). Ambientes mais resilientes, com menos perturbações, tendem a manter suas comunidades de aves no mesmo território (Hilty, 1994), já que mudanças de variáveis como cobertura florestal, velocidade do vento, umidade e temperatura também influenciam na distribuição e riqueza de espécies de aves em um ambiente (Hilty, 1994; Kupusch et al., 2019).

Para as aves, o território corresponde à porção do espaço que é defendida contra outros indivíduos (Burt, 1943; Odum; Kuenzler, 1955). O espaço corresponde a área de vida (*home range*) utilizado por um indivíduo durante suas atividades habituais, como alimentação, reprodução e cuidado dos filhotes. As estratégias de proteção de território das aves variam de acordo com cada espécie. Há estratégias

mais flexíveis, onde as aves compartilham áreas de alimentação com outras aves e há “políticas” estritas, onde as outras aves são entendidas como ameaça pelo casal ou bando, principalmente quando muito próximo ao ninho.

Existem territórios compartilhados por integrantes de bandos. Por exemplo, muitas aves pequenas costumam se juntar a bandos, sejam da mesma espécie ou bandos de espécies mistas, o que parece ser uma estratégia de proteção. Esta estratégia confere uma distribuição irregular em uma floresta, pois as espécies de um bando misto defendem cerca de 4,4 a 4,8 ha como seu território (Hilty, 1994).

O território de aves florestais de dossel pode ser até quatro vezes maior que o território de aves de sub-bosque e, por isso, abrigam grande parte das aves (Hilty, 1994). As relações comportamentais entre guildas e espécies de aves também determinam a ocorrência de aves nos territórios. Por exemplo, as interações ecológicas entre espécies de predação, ou competição por alimento, muitas vezes, restringem a ocorrência de algumas espécies de aves em regiões florestais ou que vivem no mesmo habitat e resultam em um mosaico de territórios que podem se sobrepor ou não (Hilty, 1994).

Os territórios de forrageamento e reprodução de algumas aves tropicais são usados apenas durante parte do ano. Por exemplo, a guilda das aves frugívoras é mais suscetível de migrar de territórios pela sazonalidade dos frutos que estão habituadas a comer (Hilty, 1994), já algumas espécies de aves insetívoras mais especializadas migram menos, pois não querem correr arriscar a falta de oferta de alimentos da sua dieta. Os ninhos também podem restringir as aves a um território por mais tempo (Hilty, 1994). Por exemplo, o tauató-miúdo (*Accipiter striatus*) leva entre 30 e 35 dias de incubação dos ovos e os filhotes dão o primeiro voo somente após um mês do nascimento (Menq, 2018). Neste período de aproximadamente dois meses, o casal de tauatós-miúdos forrageia ativamente no território em que nidificam.

Portanto, a ocorrência de aves em um território depende de uma complexidade de fatores que se interagem (Boesing et al., 2022) e influenciam a distribuição e habitat das aves, como a rotatividade florestal, a presença ou ausência de luz solar, aspectos geomorfológicos, extratos florestais, dieta, sazonalidade dos alimentos, clima, variabilidade do ambiente e interações ecológicas de predação e competição. Estes fatores precisam ser considerados no momento em que as matrizes agrícolas são projetadas, para propiciar a biodiversidade e a permanência de diversas guildas tróficas de aves no ambiente.

2.3 Guildas tróficas

As aves podem ser classificadas de acordo com o tipo predominante da sua dieta, que determinam, por sua vez, as funções ecológicas das espécies. Os grupos classificados de acordo com a dieta são chamados de guildas tróficas. Assim, as aves são classificadas como carnívoras, frugívoras, granívoras, insetívoras, malacófagas, necrófagas, nectarívoras, piscívoras e onívoras (Sick, 1997; Willis, 1979).

Todas as guildas são importantes, pois apresentam diversos benefícios ecológicos. As guildas frugívoras e granívoras são especialmente enriquecedoras da biodiversidade, pois disseminam em suas fezes sementes de diversas espécies que dificilmente ocorreriam naquele lugar sem a contribuição das mesmas (Jordano, 1994; Wang e Smith 2002; Galetti & Guimarães Jr. 2004; Dos Santos et al., 2023); as guildas insetívoras possuem função importante no controle biológico de insetos (Medeiros et al., 2019) e sua ausência, implica em maiores surtos de pragas (Sekercioglu et al., 2012); a guilda de nectarívoros influencia a polinização (Sekercioglu et al. 2016; Dos Santos et al., 2023); a guilda das aves carnívoras, como o gavião-carcará (*Carcara plancus*) e o gavião-de-penacho (*Spizaetus ornatus*), realiza controle biológico de roedores e serpentes, que em alguns casos oferecem prejuízos à produção ou risco ao agricultor e; as aves onívoras, como os anus (*Guira guira*), também realizam o controle de animais peçonhentos como cobras, escorpiões e aranhas.

As guildas tróficas de aves também são indicadores ambientais sensíveis e extremamente importantes, pois oferecem informações importantes sobre o estado de degradação de um ambiente através da dinâmica de guildas de aves, que muda de acordo com as condições e a sensibilidade de cada espécie (Padoa-Schioppa et al., 2006; Sekercioglu et al., 2012; Kupusch et al., 2019; Maznikova et al., 2024).

Entretanto, a classificação das espécies em apenas uma guilda alimentar representa uma simplificação de sua dieta (Lopes et al., 2016). Estudos sobre interações entre aves e plantas demonstram, por exemplo, que espécies classificadas em diferentes guildas podem consumir frutos, incluindo espécies onívoras e insetívoras, evidenciando que os limites entre as guildas podem ser menos rígidos do que a classificação sugere (Fadini; De Marco Jr., 2004; Lopes et al., 2016).

2.4 Aves frugívoras

Na maioria dos casos as aves preferem os frutos carnosos, mas podem se alimentar de frutos secos também. Estima-se que entre 60 e 80% das árvores em regiões mais úmidas de Mata Atlântica produzem frutos carnosos (Almeida-Neto et al., 2008), graças à evolução adaptada ao consumo e dispersão por aves (Howe & Smallwood 1982). Assim, 40% das espécies arbóreas dependem de aves para disseminar suas sementes (Almeida-Neto et al., 2008).

A ampla distribuição dessas árvores afeta diretamente a mobilidade de aves no ambiente (Hilty, 1994; Fadini e Marco-Jr, 2004; Boesing et al., 2022). Aves que incluem frutos na sua dieta possuem maior mobilidade pois os frutos estão espalhados pela floresta (Hilty, 1994; Galetti, 2001).

As aves frugívoras estão amplamente distribuídas entre as ordens e famílias de aves, representadas em 56% das famílias no mundo. Elas ocorrem em todos os ambientes terrestres do mundo, apesar de serem mais comuns em regiões tropicais. Em florestas tropicais cerca de 25 a 30% da avifauna inclui frutos na alimentação. A ordem com maior proporção de frugívoros é a Passeriforme, sendo 43,3% das famílias desta ordem representadas por espécies frugívoras (Fleming, 1991).

As aves frugívoras obrigatórias são as mais especializadas, sensíveis às espécies de árvores presentes e a degradação do seu habitat (Hilty, 1994; Sekercioglu et al., 2012; Kupusch et al., 2019). Entretanto, espécies com esse hábito alimentar exclusivo, representam uma minoria. A maioria dos frugívoros incluem outros itens na sua dieta, como as arapongas (*Procnias nudicollis*) que consomem frutos, mas que podem também se alimentar de insetos (Moojen et al., 1941; Schubart et al., 1965).

Uma árvore frutífera pode atrair muitas espécies de aves, pois as aves frugívoras exploram diversos tipos de espécies de árvores frutíferas (Wheelwright et al., 1983; Wheelwright, 1985). Diante da importância que têm os frutos disponíveis na floresta para a alimentação destas aves, os impactos gerados à avifauna frugívora através da fragmentação de florestas atuam diretamente na sua permanência.

2.5 Fragmentação de habitat

O impacto das ações humanas tem levado a alterações climáticas significativas, comprometendo a biodiversidade e a oferta de água e alimentos saudáveis na terra (FAO et al. 2015). Dentre estes impactos encontram-se a perda e a fragmentação das florestas. Este fator tem sido impulsionado pelo avanço dos centros urbanos e pelo aumento de áreas agrícolas no Brasil, em sua maioria, monocultivos de grãos, silvicultura e pastagens (IBGE, 2020), o que impacta negativamente diversos organismos que dependem das florestas para sobreviver.

As florestas conservam o ar, a água e o solo, filtram ambientes poluídos e reduzem os impactos das mudanças climáticas. Elas contribuem para a biodiversidade dos eco e agroecossistemas, pois mantêm vertebrados e invertebrados importantes para a polinização e controle biológico, cuja existência requer ecossistemas saudáveis (Ridgely et al., 2016).

As florestas são importantes como fonte de inóculos para a revegetação e regeneração de ambientes degradados e para a arborização dos agroecossistemas. Os SAFs da Zona da Mata mineira, sobretudo em Araponga, em grande parte, foram formados com espécies arbóreas de regeneração natural, oriundos dos fragmentos locais, que também se regeneram naturalmente (Fernandes et al., 2007; Heidegger, 2000).

Além disso, os fragmentos ainda contribuem com inúmeros bens (madeira, plantas medicinais, alimentos e etc.) e para uma composição paisagística mais heterogênea, importante para o bem-estar humano em geral e, em específico, para a oferta de alimentos e habitats para as aves (Duelli e Obrist 2003; Almeida-Neto et al., 2008; Domínguez-López e Ortega-Álvarez 2014; Kupusch et al., 2019).

De modo geral, quanto mais estruturalmente diverso e quanto maior o tamanho do fragmento, maior a probabilidade de conter uma alta diversidade de aves. Portanto, está claro que habitats sucessivos e secundários representam consideravelmente menor diversidade de aves do que florestas maduras (Hilty, 1994; Ridgely et al., 2016).

As aves de habitats florestais, representam mais da metade de todas as aves que ocorrem no Brasil (CBRO, 2016). Assim, para compreender melhor o impacto da fragmentação, deve-se analisar as espécies de aves florestais mais impactadas pela

fragmentação. Algumas das espécies florestais são especialmente sensíveis a fragmentação do habitat, como por exemplo, o jacu-estalo (*Neomorphus geoffroyi*), espécie atualmente considerada vulnerável devido ao mal estado de conservação na Mata Atlântica, seu habitat natural (Sick, 1997; IUCN, 2021). A perda de habitat levou à extinção na natureza do mutum-do-nordeste (*Pauxi mitu*; IUCN, 2021). Entretanto, em 2019, esta ave foi reintroduzida na floresta, na tentativa de restabelecer suas populações (Araújo & Fernandes, 2024).

A perda de habitat força espécies a se mudarem, à procura de novos lugares para sobreviver, mas nem sempre estes lugares são encontrados e em consequência da sua vulnerabilidade, essas aves entram em risco de extinção ou são extintas. Assim, a perda de diversidade de aves e outros organismos está amplamente associada à perda de florestas (Gonthier et al. 2014; Aleixo & Vielliard, 1995; Ridgely et al., 2016).

A relação de causa e consequência da fragmentação e seu efeito cascata na biodiversidade já é compreendida. Entretanto, os impactos podem ser menores se os organismos sobreviventes no fragmento puderem se movimentar, para a colonização de novos territórios ou a procura de alimentos, pois a fragmentação os estimula a sair do lugar que estão e procurar um novo lugar para viver (Uezu et al., 2008).

Populações naturais frequentemente ocorrem como subpopulações isoladas em fragmentos florestais, dependendo da migração de indivíduos da mesma espécie para evitar extinções locais (Hilty, 1994). Áreas agrícolas com práticas intensivas reduzem drasticamente a qualidade do fluxo gênico, ao impedir o movimento de organismos entre fragmentos naturais. A conectividade proporcionada pela matriz agrícola torna-se, assim, crucial para a manutenção da variabilidade genética regional (Perfecto, 2009).

2.6 Transbordamento e Corredores ecológicos

O transbordamento é definido como o movimento, ou deslocamento, dos organismos entre habitats. O transbordamento em ambientes com diferentes disponibilidades de recursos, tamanho, forma e cobertura florestal é um processo ecológico importante na estruturação das comunidades de aves (Boesing et al., 2022).

O deslocamento forçado de espécies de aves para fora de seus habitats pode ter consequências negativas para o ambiente, pois provoca a eliminação ou redução de processos ecológicos extremamente importantes para a manutenção da diversidade como a polinização, controle biológico de invertebrados e a disseminação de sementes ornitocóricas (Fadini e Marco-Jr, 2004).

O deslocamento de espécies pode ocorrer entre fragmentos florestais e destes para áreas de produção agrícola. Um dos principais fatores que determina a direção do transbordamento é a oferta de alimentos, o tamanho do fragmento e o efeito de borda (Ries et al., 2004; Rand & Louda, 2006; Blitzer et al., 2012; Tschardt et al., 2012). O transbordamento ocorre para a matriz agrícola, quando esta, é fonte de alimentos e abrigo.

À medida que os fragmentos se tornam menores e de formato mais irregular, menor é o transbordamento de espécies do fragmento para a matriz agrícola. Em matrizes agrícolas com café, à medida que o tamanho do fragmento florestal aumentou, a taxa de transbordamento de aves mais generalistas também aumentou na direção dos cafezais, ou seja, mais indivíduos saíram do que entraram no fragmento (Montealegre-Talero et al., 2021), ou seja, os indivíduos estão utilizando a matriz agrícola como habitat.

Para promover o transbordamento do fragmento para a matriz agrícola, as matrizes precisam conter árvores para facilitar a permeabilidade das espécies na matriz (Banks-leite et al., 2014; Montealegre-Talero et al., 2021; Boesing et al., 2022).

Aumentar o transbordamento de fragmentos florestais para matrizes agrícolas por si só não protegerá espécies de aves sensíveis ou muito especializadas, entretanto, matrizes agrícolas de qualidade propiciam a conexão entre fragmentos, ao funcionarem, assim como os fragmentos, como corredores ecológicos. A principal função de corredores ecológicos é diminuir a distância que um animal tem que cruzar para encontrar outro fragmento, ou outra área de fornecimento de alimento ou abrigo (Manning et al., 2006). Portanto, os corredores ecológicos são usados para aumentar a permeabilidade e consequente sobrevivência local de muitas espécies (Fadini e Marco-jr, 2004; Uezu et al., 2008; Ridgely et al., 2016). Os corredores influenciam diretamente na diversidade total de uma paisagem.

2.7 Matrizes agrícolas

Para formar matrizes agrícolas que funcionam como corredores, importantes para conectar fragmentos florestais, as áreas agrícolas precisam ser diversas e manejadas de acordo com os princípios agroecológicos, o que irá favorecer a permeabilidade para as espécies e aumentar a proteção destas espécies. Tais áreas agrícolas podem assumir diferentes formas, como aquelas com árvores dispersas ou aglomeradas, cercas vivas, com sistemas agroflorestais e com policultivos (Fadini e Marco-jr, 2004; Vandermeer et al., 2007; Uezu et al., 2008). Matrizes agrícolas diversas, arborizadas, estruturadas e sem o uso de agrotóxicos aumentam a chance de movimentação dos organismos, inclusive da avifauna, e diminui o risco de isolamento genético e físico das espécies (Uezu et al., 2008). Por sua vez, essas mesmas matrizes agrícolas favorecem a presença de inimigos naturais, como as aves.

Ao contrário, matrizes agrícolas simplificadas, em monocultivos, e com o uso de agrotóxicos, ao invés de facilitar, dificultam o transbordamento do fragmento para a matriz, tornando a área cada vez mais inóspita e impermeável e criam barreiras para a movimentação dos organismos (Kupfer et al., 2006). Estas matrizes simplificadas são consequências da implantação de um modelo de produção agrícola baseado nos pressupostos da “Revolução Verde”, com uso de insumos químicos como os agrotóxicos e fertilizantes, com o objetivo principal de altas produtividades a partir de monocultivos, mecanização e do uso de plantas geneticamente melhoradas e muita irrigação. Este modelo é denominado de convencional e adotado principalmente nas grandes propriedades agrícolas do Brasil e é atualmente uma das principais ameaças à vida, pois impacta negativamente o ar, a água, o solo, a biodiversidade e a saúde de todos os seres (Rigotto et al., 2014; Demambro et al., 2021).

A implantação desse modelo levou à expansão das fronteiras agrícolas com remoção da vegetação nativa e das monoculturas e propiciaram a perda da biodiversidade (Gatti et al., 2022). A cafeicultura convencional é parte desse modelo e tem contribuído para isso, impulsionando cada vez mais a perda da biodiversidade em regiões tropicais montanhosas.

A redução da vegetação nativa e o avanço dos monocultivos, podem causar desequilíbrios e surtos de populações, espécies que foram beneficiadas com a exclusão dos seus predadores naturais (Mellink, 1991; Sekercioglu, 2002) e que podem se transformar em pragas agrícolas.

O uso de agrotóxicos leva ao aumento do consumo de agrotóxicos. Dentre os motivos, encontra-se a resistência ao ingrediente ativo dos agrotóxicos, adquirida pelas espécies chamadas pragas com o passar dos anos. Com a resistência reduz os efeitos dos agrotóxicos, o que leva à necessidade de aumentar sua dose letal (Londres, 2011). O uso de agrotóxicos provoca impactos a outros organismos não alvo, incluindo os humanos, corpos d'água, lençóis freáticos e solo. Entretanto, não é a resistência o que melhor explica o aumento do uso de agrotóxicos e sim o seu efeito nos inimigos naturais. Segundo Janssen & van Rijn (2021), as aplicações de agrotóxicos, a curto prazo, geralmente reduzem a densidades de pragas, mas, posteriormente, há aumento em seus níveis, porque os agrotóxicos são mais prejudicial aos inimigos naturais do que às pragas, o que diminui o controle biológico natural. Os autores concluem que quanto mais agrotóxicos utiliza-se, mais agrotóxicos precisa-se utilizar e que os agrotóxicos só são eficientes na ausência dos inimigos naturais.

A baixa permeabilidade da matriz (principalmente devido aos monocultivos e uso de agrotóxicos) às aves e à outras espécies leva ao transbordamento da matriz para o fragmento e não o contrário, como deveria ocorrer para favorecer a matriz (Medeiros et al., 2019).

2.8 Aves: matriz agrícola e agrotóxicos

Embora a proporção de espécies de aves do mundo que preferem áreas agrícolas seja pequena (menor que 1%), quase 30% delas utilizam ocasionalmente estes habitats (Sekercioglu et al. 2007). As áreas agrícolas podem beneficiar ou afetar as aves diferentemente. Um dos fatores importantes é a sensibilidade e tolerância delas à degradação do habitat, da dinâmica populacional e das características comportamentais das aves (Barrett et al. 1994; Alexandrino et al. 2016). Os agrotóxicos também alcançam e intoxicam a vida selvagem em de diferentes formas. Na forma direta, os agrotóxicos atingem organismos alvo, como os Tecelões-de-bicos-vermelhos (*Quelea quelea*), que são aves granívoras e, por isto, amplamente repelidos nas matrizes de sorgo, trigo e arroz, principalmente em Botsuana, Quênia e África do Sul. Nestes países, algumas práticas como a pulverização aérea e até explosivos na forma de bombas incendiárias são utilizadas para seu controle. Os

agrotóxicos atingem outras espécies de aves indiretamente. Por exemplo, o avicida comumente utilizado para o controle dos tecelões-de-bico-vermelho é o Fenthion (organofosforado). Este avicida é tóxico para todos os tipos de aves, e, por isso, além da crueldade desse tipo de controle dos tecelões-de-bico-vermelho, muitas outras espécies não alvo, são contaminadas e mortas por envenenamento secundário (Meinzingen et al., 1989; Elliott et al., 2014). Além disso, o Fenthion contamina organismos do solo e a água. Mesmo após três anos da sua aplicação o Fenthion ainda é identificado no solo (Linacre, 2009; Gandolf e Hashimoto, 2014).

No Brasil, muitas aves têm sofrido severas consequências do uso de agrotóxicos, onde muitas vezes também não são o alvo principal. As araras-azuis (*Anodorhynchus hyacinthinus*), atualmente em estado vulnerável de conservação (IUCN, 2021), por exemplo, tem sido envenenada por pesticidas organofosforados na região sul do Pantanal (Vicente e Guedes, 2021). As Araras-azuis contaminadas, apresentaram sintomas que comprometem o desenvolvimento da ave, como baixo peso e massa corporal, extravasamento de fluido corporal para sua cavidade oral e nariz, hematomas em diferentes partes do corpo, provavelmente causada pela ataxia (perca da coordenação muscular) e edema hemorrágico no pulmão, provável causa da morte por parada cardíaca (Vicente e Guedes, 2021).

Em alguns casos como o do tico-tico (*Zonotrichia capensis*) que nidifica em vegetações mais baixas como arbustos e entre a vegetação espontânea, são fortemente impactadas pelo uso de agrotóxicos, como o herbicida RoundUp® em lavouras de café (Lopes, 2025). O Tico-tico é uma ave passeriforme extremamente fiel ao seu território e a maior parte da sua alimentação é realizada no chão (Ridgely et al., 2016). A aplicação de herbicidas impacta diretamente no habitat das aves nidificantes de vegetação herbácea e arbustiva, como os tico-ticos, pois estão sujeitos a contaminação direta e de suas fontes de alimento e habitat.

Os neonicotinóides (inseticidas), possuem alta toxicidade, e embora sejam aplicados em doses baixas, são responsáveis pela contaminação e morte de aproximadamente 3% da população de aves insetívoras dos EUA, por ano (ADA, 2023). Aves tropicais insetívoras consomem cerca de 400 a 500 milhões de toneladas de presas (que podem ser pragas agrícolas), anualmente (Nyffeler et al., 2018). Portanto, essas aves fornecem benefícios ecológicos importantes, que os agricultores convencionais desperdiçam em prol do uso de agrotóxicos (Sekercioglu et al., 2002;

Perfecto et al., 2004; Johnson et al., 2010), que beneficiam as empresas e comprometem a saúde das aves e de todo o ambiente.

Os efeitos residuais dos pesticidas nas aves podem promover mudanças comportamentais drásticas em muitos organismos, afetando o desenvolvimento ou aspectos do seu ciclo biológico, principalmente na reprodução (Cox, 1996; Vicente e Guedes, 2021). A contaminação por pesticidas podem ainda afetar outras gerações de aves, como nos casos do uso de pesticidas organoclorados, que são resistentes à degradação e bioacumulam em tecidos lipídicos (Newman, 2015; Lesch et al., 2024).

No mundo inteiro, em todos os ambientes terrestres e aquáticos, os agrotóxicos comprometem a saúde das aves, a saúde humana e a biodiversidade (Paumgarten, 2020; Vicente e Guedes, 2021; ADA, 2023; Lesch et al., 2024). O livro *Primavera Silenciosa* (Carson, 1962) foi a primeira publicação a descrever em detalhes os potenciais danos dos agrotóxicos à saúde de diversos organismos, em especial as aves. A partir desta publicação, a legislação dos EUA proibiu o uso dos agrotóxicos à base de diclorodifeniltricloroetano (DDT) e, em 1972, tais agrotóxicos foram banidos do país (ADA, 2023; CDCPA, 2022), mas no Brasil, apenas em 2009, quase quatro décadas depois, o uso do DDT foi proibido, a partir da lei 11.936 (Brasil, 2022). O país também permite limites de resíduos em água e alimentos muito superiores aos da União Europeia, que são os principais produtores dos agrotóxicos que o Brasil consome.

O Brasil é o maior consumidor e importador de agrotóxico do mundo (Bombardi, 2017; ADA, 2023), o que favorece empresas multinacionais, que os produzem. E este consumo tem aumentado, apesar de todos os riscos relacionados aos agrotóxicos. Em 2010, o consumo de agrotóxicos do país foi de 384,5 mil toneladas e em 2021 o consumo foi de 720,8 mil toneladas de agrotóxicos, o que significou um aumento de 87%, em um período de 12 anos (ADA, 2023). O uso dos agrotóxicos, em associação com outras práticas agrícolas, contribui para a alteração climática climáticas (Cintra et al., 2020; Gomes et al., 2020), o que coloca em risco a vida no planeta.

O consumo de agrotóxicos tende a aumentar, devido à flexibilização da lei nº 14.785/23 que regulamenta os agrotóxicos, o que têm levado a recordes, sem precedentes, de registro de agrotóxicos no país e ao aumento do uso dos mesmos. Em 2022, o Brasil liberou 652 novos agrotóxicos, sendo 43 princípios ativos inéditos na história do Brasil (ADA, 2023; Brasil, 2023), sem os devidos estudos de risco. Os

efeitos do ineditismo de tais princípios ativos são experimentais, mas pode-se esperar que serão danosos ao ambiente.

Sistemas agrícolas que utilizam agrotóxicos em seu manejo, provocam mudanças em todos os organismos que entram em contato com o ingrediente ativo, alvo ou não da aplicação. Por isto, sistemas agrícolas sustentáveis, que não recorram ao uso de agrotóxicos, como os SAFs, que seguem os princípios agroecológicos precisam ser utilizados, estudados e apoiados.

2.9 Agroecologia

No Brasil, princípios agroecológicos são majoritariamente utilizados pelos agricultores/as familiares. Os princípios agroecológicos se fundamentam em uma maior dependência de processos ecológicos naturais, na eliminação de insumos externos e sintéticos e no manejo que promova a integração entre os organismos, de modo a usá-los em favor da produção de alimentos saudáveis ao invés de combatê-los, eliminando de forma generalizada os processos naturais efetuados por eles (Altieri, 2002; Gliessman, 2014). Tais processos são dependentes da biodiversidade e, por isto, o uso dos princípios agroecológicos são necessárias para a conservação e recuperação ambiental em todo o mundo (Nair, 1993; Cardoso et al., 2001; Altieri, 2002; Vandermeer et al., 2007; Hernandez et al., 2013; Gliessman, 2016; Figueiredo, 2023).

Diversificar os agroecossistemas, como proposto pela agroecologia, propicia a conservação da biodiversidade (Teixeira et al., 2021), a redução dos impactos das mudanças climáticas (Souza et al., 2012; Gomes et al., 2020), a preservação de aves (komar, 2006; Perfecto & Vandermeer, 2008; Sekercioglu et al., 2012; Kupusch et al., 2019) e a conexão entre fragmentos, a partir de corredores ecológicos (Turner e Gardner, 2015), propiciados por matrizes agrícolas sustentáveis.

Os policultivos, ou agroecossistemas diversificados a exemplos dos sistemas agroflorestais, como utilizados na agroecologia, imitam a floresta, pois criam ambientes mais próximo do habitat natural e podem proporcionar maior suporte para a biodiversidade, incluindo as aves (Stamps et al., 1987; Komar, 2006; Goulart et al., 2011; Kupusch et al., 2019).

Entretanto, não basta diversificar os agroecossistemas, é preciso transformar os sistemas alimentares, pois estes, não são sustentáveis. Além da produção, as dimensões dos sistemas agroalimentares incluem a comercialização, o beneficiamento ou processamento, o consumo e a ciclagem e gestão dos resíduos (Gliessman, 2016; Rani & Gwal, 2025). De acordo com Gliessman (2016), a transformação dos sistemas agroalimentares é progressiva e se dá em cinco níveis: inicialmente, busca-se aumentar a eficiência dos sistemas convencionais (Nível 1) e substituir insumos prejudiciais por práticas mais sustentáveis (Nível 2); em seguida, redesenha-se o agroecossistema com base em processos ecológicos e diversidade (Nível 3); depois, fortalece-se a conexão entre produtores e consumidores por meio de mercados locais e redes solidárias (Nível 4); por fim, promove-se uma transformação ampla do sistema alimentar e da sociedade, pautada na justiça social, equidade, democracia e sustentabilidade (Nível 5).

Embora estes níveis deem uma ideia de como a transição agroecológica possa ocorrer, eles não necessariamente precisam e devem ser seguidos nesta ordem. O uso de SAFs são importantes nos processos de transição agroecológica.

2.10. Sistemas Agroflorestais

O termo sistema agroflorestal foi criado em 1977 como parte dos esforços internacionais para promover sistemas integrados de produção envolvendo culturas e árvores. O conceito básico comum às diversas práticas agroflorestais é o cultivo intencional ou a conservação de árvores com culturas e ou animais, em combinações integradas (Nair, 1993; Nair et al., 2021).

Os sistemas agroflorestais (SAFs) são fundamentados para a manutenção nos agroecossistemas de relações ecológicas presentes nas florestas importantes para a manutenção de benefícios, ou serviços ecossistêmicos, à agricultura. Em comparação com os monocultivos, os SAFs são muito mais complexos e também muito mais resilientes, graças aos benefícios proporcionados pelas árvores.

Entre os principais benefícios proporcionados pelos SAFs encontram-se a oferta de matéria orgânica ao solo, que serve de alimento para organismos como bactérias, fungos, nematóides, protozoários, insetos e outros invertebrados e fortalece todas as cadeias tróficas (Piratelli et al., 2018); a diversidade de frutos produzidos

pelas árvores favorece a diversas comunidades de organismos acima do solo que deles se alimentam, a exemplo das aves; as árvores favorecem ainda os habitats servindo como locais de nidificação para aves e outros animais (Ridgely et al., 2016); a biodiversidade presente nos SAFs favorece a redução de pragas e doenças nos consórcios em relação às monoculturas, graças às interações benéficas ou sinérgicas que ocorrem entre os organismos e; os SAFs conservam o potencial de produção dos bens naturais, principalmente através dos efeitos benéficos das árvores aos solos e água, pois aumenta a ciclagem de nutrientes, o armazenamento de carbono no solo, protege os solos contra a erosão, favorece a infiltração da água e a manutenção da umidade do solo (Nair, 1997; Bhagwat et al., 2008; Soto-Pinto et al., 2009; Duarte et al., 2013).

Os serviços ecossistêmicos proporcionados pelos sistemas agroflorestais passaram a ser importantes para a mitigação das mudanças climáticas e a conservação da biodiversidade (Nair et al., 2021; Gomes et al., 2020; Souza et al., 2012). Na Zona da Mata de Minas Gerais, estudos mostram que os SAFs recuperam áreas degradadas, aumentam a diversidade de espécies, especialmente nativas e funcionam como corredores ecológicos entre fragmentos florestais, pois promovem e favorecem o fluxo gênico e conectividade entre eles. Os SAFs melhoram, ainda o microclima, protegem o solo, diversificam a produção, fortalecem a segurança alimentar e a autonomia dos agricultores familiares e aumentam a resiliência dos agroecossistemas (Souza et al., 2010; Fernandes et al., 2007)

Em consórcio de espécies vegetais, como nos SAFs, a produção agrícola pode ser a mesma que a soma daquelas provenientes das respectivas monoculturas (Nair et al., 2021). Isto porque, embora possa haver relações de competição que reduzem os rendimentos do consórcio, há também sinergias entre as espécies e melhor exploração do ambiente, o que leva a compensar os efeitos da competição. Além disso, os desenhos e o manejo do sistema podem reduzir ou até mesmo eliminar os efeitos de competição. Além da produtividade dos SAFs, o custo de produção pode ser menor do que nos sistemas em monocultivo, pois há redução do uso de insumos (Altieri, 2002) e com isto, a renda pode ser maior nos SAFs (Souza et al., 2010). Há vários tipos de SAFs, entre eles, os SAFs com café. Na Zona da Mata, estes consistem em consorciar plantas de café com árvores ou arbustos, mas com o solo coberto por plantas herbáceas (Souza et al., 2010).

2.11 Café a pleno sol e café agroflorestal

O café, tradicionalmente, é cultivado sob a sombra de outras árvores. Entretanto, desde a década de 1970, variedades de café tolerantes ao sol foram desenvolvidas com o objetivo de aumentar a produção e estão cada vez mais sendo cultivadas à sol pleno. No entanto, a necessidade de sombreamento do café tem sido apontada desde o início do cultivo comercial de café (Nair et al., 2021), pois há sérias preocupações sobre o impacto negativo da produção de café à sol pleno no ambiente; na qualidade do café; na saúde dos agricultores e consumidores (Nair et al., 2021); e na resiliência às mudanças climáticas (Souza et al., 2012; Gomes et al., 2020).

A exigência em café de qualidade, pelo consumidor, tem aumentado. Embora a qualidade esteja ainda muito relacionada ao sabor, os potenciais riscos à saúde de todos os seres e ao ambiente como um todo deve ser considerado. Este risco ocorre especialmente, mas não somente, quando se utiliza agrotóxicos. Quando cultivados à sombra, o café produzido é de melhor sabor e há menos impacto ao ambiente (Nair et al., 2021). Quando sombreado, a produtividade do café tende a ser mais estável ao longo dos anos, porque há diminuição da bienalidade do café (DaMatta, 2004).

Além disto, em cenário de mudanças climáticas para o ano de 2050, em regiões como a Zona da Mata mineira, o café só será produzido se for em SAF, devido ao microclima criado pelas árvores, que geram inúmeros benefícios, responsáveis pela resiliência dos cultivos (Gomes et al., 2020). Embora o café possa ser cultivado em SAFs, os níveis de sombreamento devem ser abaixo de 50% para não comprometer a produtividade (Moreira et al., 2018).

2.12 Café em Minas gerais

Mundialmente, o Brasil é um dos maiores produtores de café arábica (*Coffea arabica*). Aproximadamente 190 mil estabelecimentos agropecuários produzem café arábica no Brasil, em uma extensão de quase 1,7 milhões de hectares, com produção de 1,88 milhões de toneladas. Dentre os estados brasileiros, Minas Gerais é o maior produtor de café. O Estado é responsável por 75,7% da produção de café arábica,

produzido em 72,6% de toda área produtora e em 63,5% dos estabelecimentos agropecuários brasileiros (IBGE, 2017).

As regiões Sul de Minas, Zona da Mata e Cerrado Mineiro são as principais produtoras de café no Estado. Na Zona da Mata, Araponga é um dos municípios conhecidos por produzir café de qualidade. Em sua maioria, os cafezais de Minas são cultivados à sol pleno, mas há boas experiências de café agroflorestal, como em Araponga, implementados na década de 1990.

Os SAFs na Zona da Mata, incluindo Araponga, foram implementados visando restaurar a qualidade do solo e a biodiversidade (Cardoso et al., 2001), a partir dos princípios agroecológicos. A implementação dos SAFs foi realizada em parceria entre o Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata mineira (CTA-ZM), Sindicatos dos Trabalhadores Rurais e professores e estudantes da Universidade Federal de Viçosa (UFV; Cardoso et al., 2001). De 1994 a 1995, um total de 39 experimentos foram conduzidos com sistemas agroflorestais diversos, em propriedades da agricultura familiar, de 11 municípios da Zona da Mata. Esses municípios são adjacentes ao Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, uma das mais importantes áreas protegidas da região (Cardoso et al., 2001; Souza, et al., 2012). Em Araponga, há sistemas agroflorestais orgânicos e que seguem os princípios da agricultura natural (Souza et al., 2023).

Nos SAFs implementados, várias pesquisas conduzidas, dentre elas com ciclagem nutrientes, formação e composição da matéria orgânica (Figueiredo, 2023), seleção de árvores nativas para consórcio com café (Souza et al., 2010), microbiota solubilizadora de fosfato em solo (Souza et al., 2023) e etc. Apesar das várias pesquisas conduzidas, nenhum estudo foi realizado em relação à avifauna da região e suas relações com os sistemas de manejo de café em agrofloresta.

2.13 Aves em SAFs

Na Etiópia, onde a espécie *C. arabica* é nativa, há muitas similaridades entre comunidades de aves de plantações de café em SAF e florestas nativas (Buechley et al. 2015). Na América Central, corredores de café em agrofloresta e corredores de florestas, representavam elemento principal para a conservação de aves, enquanto plantações em monocultura de cana-de-açúcar não contribuíram para a manutenção

da biodiversidade de aves (Petit et al. 1999). Em agroflorestas tradicionais na China tropical, não houve diferenças em guildas de aves em relação as florestas (Wang e Young 2003). No Brasil, Goulart (2007) encontrou mais espécies de aves frugívoras em quintais agroflorestais do que na mata e no pasto.

Não há dúvida que os sistemas agroflorestais favorecem a diversidade de avifauna, contudo, é importante conhecer as proporções das guildas tróficas de aves nos SAFs em relação a outras matrizes agrícolas, para que a diversidade funcional, associada aos benefícios da natureza fornecidos por elas, seja melhor compreendida. Compreender a função das espécies contribui para a adoção de sistemas agrícolas que contenham ou favoreçam tais espécies (Perfecto et al., 2004; Sekercioglu, 2012).

O estudo da diversidade funcional de aves em florestas tropicais, agroflorestas e outras áreas agrícolas possibilita a compreensão do comportamento das guildas tróficas nestes ambientes. Em geral nas florestas tropicais, espécies de aves insetívoras e frugívoras ocorrem em menor proporção (Sekercioglu, 2012) e espécies de aves nectarívoras e onívoras ocorrem em maior proporção (Faria et al. 2006). As aves da floresta tropical em geral são mais especializadas em relação a agroflorestas e áreas agrícolas. Florestas tropicais também possuem a menor proporção de espécies migrantes de longa distância (Sekercioglu, 2012).

Em SAFs, quase 60% das espécies de aves são nectarívoras e 25% são frugívoras (Verea & Solozano, 2005; Sekercioglu, 2012). Nestes sistemas, encontram-se mais espécies frugívoras de médio e pequeno porte (Sekercioglu, 2012).

Na mesma pesquisa de Sekercioglu (2012), em áreas agrícolas de cultivos anuais e a pleno sol, apenas 4% de espécies identificadas eram frugívoras. Na pesquisa, observou-se, ainda, reduções severas nas proporções de aves tropicais insetívoras, pois elas possuem alta sensibilidade à fragmentação. Nestas áreas, os especialistas dietéticos são frequentemente perdidos.

2.14 Métodos de pesquisa qualitativa com avifauna

2.14.1 Métodos qualitativos

Para a identificação da maior quantidade possível de espécies da avifauna em determinada área estudada, utiliza métodos qualitativos (Vielliard & Silva. 1990). Em pesquisas que se utiliza o método qualitativo, infere-se sobre a riqueza da avifauna, preferências biológicas de cada espécie, guilda trófica, extrato de forrageio e preferências por habitats.

Usualmente, nessas pesquisas, utiliza-se a observação por transecto, que consiste em fazer registros a partir de um caminho pré-definido (Galetti 1993; Breviglieri. 2013; Goulart et al., 2011). Os registros podem ser realizados percorrendo o caminho em velocidade constante (Cardoso et al., 2022) ou em pontos pré-estabelecidos, que proporcionam maior abrangência e representatividade de cada ambiente nos dados coletados (Develey, 2003).

Os pontos também podem ser fixos (Reynolds & Nussbaum, 1980), distribuídos aleatoriamente ou não. Em cada ponto, o tempo de observação dura em torno de 10 a 20 minutos (Develey & Martensen, 2004; Cardoso et al., 2022) e a distância entre os pontos deve ser de 100 ou 200 metros para que não ocorram intercepções. A determinação da distância deve considerar as condições disponíveis e o tamanho da área estudada.

O uso de rede de neblina também é utilizado em pesquisas qualitativas, o método consiste na instalação de uma rede que captura as aves em voo. Esta metodologia oferece algumas vantagens, como por exemplo, a captura de espécies de difícil visualização, espécies de aves não residentes e aves raras. Entretanto, o uso de redes provoca a alta mortalidade das aves capturadas, a predação de aves por animais oportunistas e a vulnerabilidade dessas aves quando capturadas na rede (Develey, 2003; Cardoso et al., 2022).

CAPÍTULO 1 - ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO E INTERAÇÕES PLANTA-AVE EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS DE CAFÉ

1. Introdução

Sistemas agroflorestais (SAFs) são formas de cultivo múltiplo caracterizados pela presença de pelo menos duas espécies vegetais, incluindo uma espécie lenhosa perene, que mantêm interações biológicas e são manejadas para produção agrícola, florestal ou forrageira (Somarriba, 1992). As interações que ocorrem em SAFs simulam um ambiente natural (ABDO, et al., 2008; ALTIERI, 2012; LIMA et al., 2018).

Os SAFs têm sido amplamente reconhecidos como estratégias sustentáveis, capazes de conciliar produção agrícola, conservação da biodiversidade e regeneração ambiental (NAIR, 1993; FROUFE; SEOANE, 2011; SOUZA et al., 2012; GOMES et al., 2020). A regeneração ambiental é facilitada porque os SAFs atuam como corredores ou trampolins ecológicos, o que favorece a conectividade entre fragmentos florestais, pois permite o trânsito das espécies entre os ambientes (HERNANDEZ et al., 2013). Os SAFs favorecem ainda a permanência de populações rurais no campo (LINDENMAYER et al., 2006), não apenas porque favorecem a produção agrícola, mas por inúmeros outros benefícios promovidos pelas árvores, que mantêm a biodiversidade associada nos agroecossistemas, incluindo aves frugívoras (Verea & Solozano, 2005; Sekercioglu, 2012).

Dentre os SAFs, aqueles com café são reconhecidos e utilizados em vários países, mas, no Brasil, a maioria dos agricultores cultivam o café a pleno sol (Ricci et al., 2002). No entanto, a necessidade de sombreamento do café tem sido apontada por alguns autores (Perfecto et al. 1996; Cardoso et al., 2001; Soto-Pinto et al. 2001; Zapata, 2019), pois os sistemas de produção de café em monocultura e a pleno sol não beneficiam a biodiversidade, a regeneração e a conectividade entre os ambientes agrícolas e florestais, o que leva a perda de processos ecológicos fundamentais como a frugivoria (Howe; Smallwood, 1982; Munoz et al., 2022).

Aves frugívoras são importantes agentes de dispersão de sementes e são responsáveis pela propagação de grande parte das espécies vegetais lenhosas em ecossistemas tropicais (WENNY et al., 2016). A presença e a diversidade dessas aves estão diretamente relacionadas à disponibilidade de recursos alimentares e às características estruturais da vegetação, como a estrutura vertical e horizontal (LIMA et al., 20018; SCHLEUNING et al., 2020; CARVALHO et al., 2023).

A estrutura da vegetação exerce papel determinante na organização das comunidades de aves, influenciando tanto a disponibilidade de nichos quanto a acessibilidade aos recursos alimentares. Ambientes agrícolas, a exemplo dos SAFs, com maior complexidade estrutural, caracterizados por diferentes estratos verticais e maior diversidade de formas de vida, tendem a suportar maior riqueza e diversidade de aves (MACARTHUR; MACARTHUR, 1961; LUCK; DAILY; EHRLICH, 2013; LIMA et al., 2018).

O estudo da estratificação vertical dos SAFs, assim como em sistemas naturais, fornece informações ecológicas importantes que contribuem para o entendimento das estratégias de regeneração natural, crescimento e modo de sobrevivência dos indivíduos (SANQUETTA, 1995) e para a compreensão dos fatores que influenciam a presença da biodiversidade associada, a exemplo das aves (FREITAS et al., 2021; CARVALHO et al., 2023). Para estudos da estratificação vertical é importante realizar inventários florísticos e análises fitossociológicas.

Os inventários florísticos permitem caracterizar a composição e a diversidade das espécies vegetais presentes nos SAFs e os seus índices fitossociológicos possibilitam a compreensão da distribuição e estrutura horizontal da vegetação. Em estudos de avifauna, os inventários e as análises fitossociológicas contribuem para identificar potenciais fontes alimentares e condições que favorecerão ou não determinado tipo de ave no ambiente (MUELLER-DUMBOIS; ELLENBERG, 1974) nos SAFs. Dentre os índices fitossociológicos utilizados encontram-se o índice de diversidade de Shannon (H'), número de indivíduos por estratos, densidade relativa, dominância relativa, frequência relativa e índice de valor de importância.

Estudos que relacionam aves frugívoras e árvores em SAFs é importante porque ajudam a compreender como sistemas biodiversos funcionam como refúgios de biodiversidade e promovem serviços ecossistêmicos, como a dispersão de

sementes. Assim, objetivou-se analisar a composição florística e a estrutura vegetal do componente arbóreo, arbustivo e herbáceo de cafezais cultivados em SAFs e a pleno sol. Especificamente, objetivou-se identificar espécies vegetais-chave para a alimentação de aves frugívoras e a distribuição horizontal e vertical da vegetação.

2. Material e Métodos

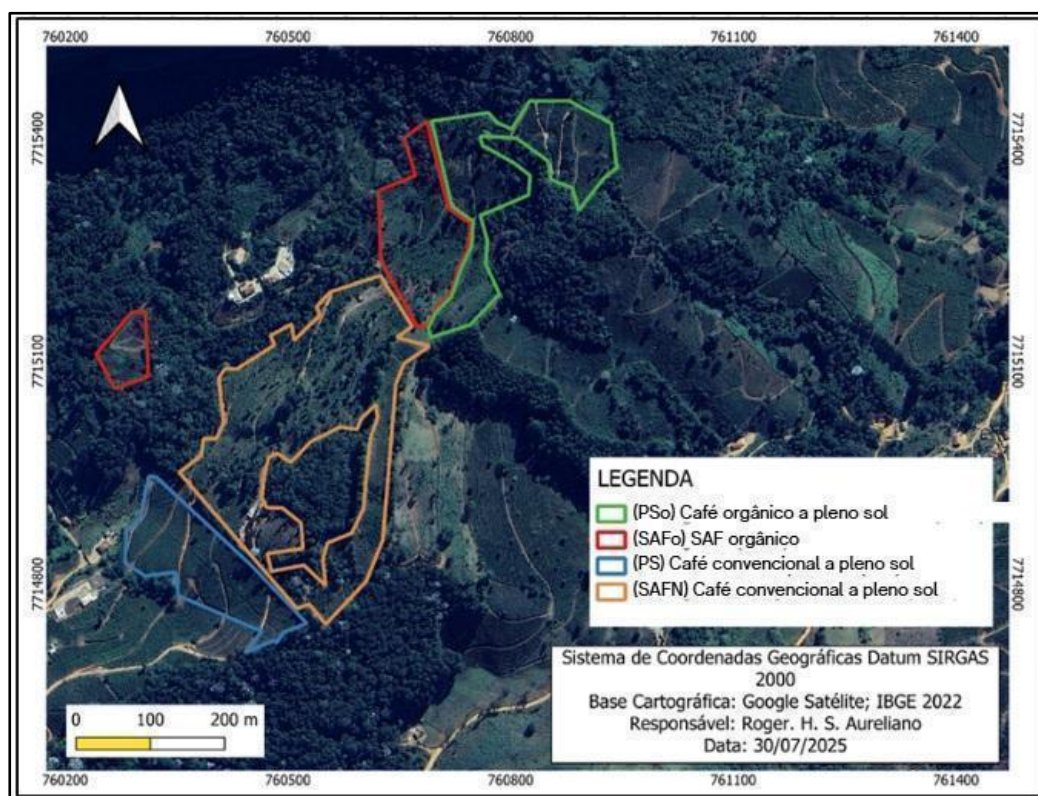
2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado em quatro áreas no município de Araponga, na Zona da Mata mineira (Figura 1), Este município encontra-se na área de amortecimento do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), importante unidade de conservação da Mata Atlântica. A região caracteriza-se por relevo montanhoso, com altitudes que variam entre 1246 e 1360 metros; o clima é tropical de altitude e temperatura média de 18 °C; e a precipitação média é de 1500 mm (GOLFARI, 1975).

A região é considerada Polo Agroecológico e de Produção Orgânica (Lei 23.207/2018), graças às inúmeras experiências com agroecologia existentes na região. A cafeicultura desempenha papel central na economia local e há experiências bem-sucedidas com SAFs com café (CARDOSO et al., 2001; SOUZA et al., 2010; FIGUEIREDO, 2023), inclusive na comunidade de Pedra Redonda (Latitude: -20.646490 de Longitude: -42.500267), onde o estudo foi realizado (Figura 1).

Para a pesquisa, sistemas de produção de café foram selecionadas com base em suas diferenças estruturais, composição vegetal e formas de manejo, de forma a representar distintos níveis de complexidade vegetal e de sombreamento. Estes sistemas (Figura 2) foram SAF orgânico em agricultura natural (SAF_N), SAF orgânico (SAF_O), Café orgânico a pleno sol (PS_O) e Café convencional a pleno sol (PS_C).

Figura 2 - Sistemas de cultivo de café estudados, na comunidade Pedra Redonda em Araponga, Minas Gerais.



2.2. Caracterização dos sistemas de cultivo de café

SAF orgânico em agricultura natural (SAF_N)

O SAF_N é conduzido pela família de Edmar Lopes e está localizado na latitude 20° 38' 53" S e na longitude 42° 29' 57" W. Em 2003, a família iniciou a produção de café em SAF orgânico e em 2014 parte do cafezal passou a ser conduzido utilizando os princípios da agricultura natural, a partir de uma proposta da organização japonesa Shumei Agricultura Natural. Neste sistema de agricultura não se utiliza insumos externos e nem de origem animal para a produção do café. Edmar Lopes maneja o cafezal com a ajuda esporádica de seu filho e com trocas de dias com agricultores agroecológicos da região. Para a fertilização dos solos, ele utiliza resíduos vegetais de árvores, arbustos e herbáceas, incluindo algumas plantadas com a função de adubação verde, e da serapilheira. Esta forma de fertilização garante a produção de café de qualidade e retornos econômicos e ambientais (Souza, 2023; Figueiredo,

2023). O SAF possui 5,18 ha de área plantada de café, com espaçamento de 3,1 m x 0,7 m. As árvores, arbustos e bananeiras encontravam-se distribuídos aleatoriamente por toda a área de café.

Parte de seu café era comercializado como orgânico via COOPFAM (Cooperativa da Agricultura Familiar) de Poço Fundo, Sul de Minas Gerais, e outra parte como café natural para a instituição Shumei. Um fragmento de floresta secundária de aproximadamente 1,4 hectares encontrava-se envolvido pelo SAF. Deste e de outros fragmentos nas proximidades, o agricultor extraía a serapilheira utilizada para fertilizar o café (Souza, 2023; Figueiredo, 2023). Outros produtos produzidos no SAF como as bananas e abacates eram comercializados na feira local e ou consumidos pela família.

SAF orgânico (SAFo)

O SAFo pertence à família de Samuel Lopes (irmão e vizinho de Edmar) e estava localizado na latitude de 20° 38' 36" S e longitude de 42° 29' 54" W e fazia divisa com o SAF_N. Em 2009, a família iniciou a produção de café em sistema agroflorestal. A adubação orgânica utilizada é a base de cama de frango e é realizada uma ou duas vezes por ano. Utiliza-se 3 litros de cama de frango por planta. A fertilização do solo era feita ainda por restos de podas de árvores, folhas e pseudocaules de bananeira, material vegetal de capinas e cascas de café, colocados à superfície e, posteriormente, incorporados ao solo pelos organismos (Souza, 2023). O espaçamento das plantas de café era de 2,5 x 1,0 m. As árvores, arbustos e bananeiras estavam distribuídos aleatoriamente. O SAF possuía área de 2,49 ha.

O café era comercializado como orgânico via COOPFAM. Os outros produtos produzidos no SAF, como o abacate e a banana, eram consumidos pela família e ou vendidos no mercado local.

Cafezal orgânico a pleno sol (PSo)

O PSo da família de Natanael Lopes, localizava-se na latitude de 20° 38' 41,57" S e longitude de 42° 29' 52,14" W. Nesta propriedade há presença de afloramento rochoso e vegetação rupícola. Havia algumas árvores, muito espaçadas e distribuídas aleatoriamente no cafezal, com poucas espécies de plantas frutíferas. Por isto, o

sistema foi considerado a pleno sol. O cafezal está cercado por dois fragmentos florestais.

A adubação orgânica era a base de cama de frango e era realizada uma ou duas vezes por ano. Utilizava-se 3 litros de cama de frango por planta. A fertilização do solo era feita também por restos de podas de árvores e por material vegetal de folhas e pseudocaules de bananeira, capinas e cascas de café colocados à superfície e, posteriormente, incorporados ao solo pelos organismos (Souza, 2023). O espaçamento das plantas de café era de 2,5 x 1,0 m. A área de plantio de café era de 2,40 ha.

Café convencional a pleno sol (PS_c)

O PS_c da família de José Lopes encontrava-se localizado na latitude 20° 38' 54,50" S, longitude 42° 30' 0,61" W e próximo a um fragmento florestal. Uma pequena área do cafezal faz divisa com um fragmento florestal (Souza, 2023).

Em 2019, a lavoura foi implantada em uma área que estava em pousio com predominância de samambaias. No manejo convencional, utiliza-se agrotóxicos (*round-up*), fertilizantes químicos e monocultivo, portanto a pleno sol. Aproximadamente 250 g de NPK 20-5-20 por planta era aplicado anualmente. O manejo de plantas espontâneas era feito com roçadeira e também com a aplicação de herbicida (RoundUp®) no mínimo uma vez por ano (Souza, 2023). O espaçamento do café era de 2,3 x 0,9 metros. Havia algumas poucas espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas distribuídas aleatoriamente. A área de plantio era de 1,94 ha. As bananas e abacates produzidos pelo agricultor são comercializados em feiras locais e/ou consumidas pela família.

2.3 Inventário florístico

O inventário florístico dos cafezais incluiu indivíduos arbóreos, arbustivos e bananeiras (*Musa paradisiaca*, herbácea). Apesar de ser classificada como herbácea, as bananeiras foram incluídas no inventário porque são abundantes nos sistemas estudados e exercem algumas funções similares às árvores, como por exemplo,

fornece alimentação para as aves, sombra para o café e matéria orgânica para o solo.

Todo o inventário foi realizado entre os meses de outubro e novembro de 2025. Em cada sistema produtivo foram estabelecidas duas parcelas de 30 × 50 m (1.500 m²), totalizando oito parcelas e uma área amostral total de 12.000 m². Todos os indivíduos possuíam circunferência à altura do peito (CAP) maior que 0,21 m, medido a aproximadamente 1,30 m do solo, foram incluídos no inventário. Para o inventário de *M. paradisiaca* considerou-se, em cada parcela, todos os pseudocaules com altura igual ou superior a 3 m de altura. Cada pseudocaulo foi considerado uma unidade amostral (Soto-Pinto et al., 2001; Zapata Arango, 2019). O critério de CAP e altura dos indivíduos foram utilizados para incluir nas análises apenas os indivíduos em estágio de desenvolvimento capazes de contribuir para a estrutura do sistema e com potencial de produção de flores e frutos.

Desses indivíduos, coletou-se estruturas vegetativas e reprodutivas, como folhas, flores e frutos, sempre que disponíveis. A identificação taxonômica foi realizada com auxílio de literatura especializada, consultas a especialistas e comparação com exsicatas depositadas no Herbário da Universidade Federal de Viçosa (VIC). A nomenclatura botânica e a classificação das famílias seguiram o sistema do Angiosperm Phylogeny Group IV (APG IV).

Quanto à origem, as espécies registradas foram classificadas em nativas, endêmicas, cultivadas ou naturalizadas, com base em informações disponíveis na Flora e Funga do Brasil (2020, Tabela 1).

Tabela 1 – Definição dos conceitos adotados para a classificação das espécies identificadas no inventário florístico (Flora e Funga do Brasil, 2020).

Classificação (origem)	Definições
Nativa	Espécie que ocorre naturalmente no território brasileiro.
Endêmica	Nativa e exclusiva de uma determinada região ou bioma
Cultivada	Espécie exótica que se reproduz apenas através do manejo humano, sem populações estabelecidas espontaneamente.
Naturalizada	Espécie exótica que se reproduz naturalmente no território brasileiro.

2.4 Análises de diversidade

A diversidade florística das áreas estudadas foi avaliada por meio do Índice de Diversidade de Shannon (H'), amplamente utilizado em estudos ecológicos para mensurar concomitantemente a riqueza e a equabilidade das comunidades vegetais. O índice foi calculado conforme a fórmula:

$$H' = - \sum (p_i \times \ln p_i)$$

em que:

H' = índice de diversidade de Shannon;

p_i = proporção de indivíduos da espécie i em relação ao total de indivíduos amostrados;

$\ln$ = logaritmo natural.

Pesquisas com SAFs, em condições similares aos estudos realizados, consideram como baixa diversidade de espécies $H' \geq 0,1$ até 1,79, moderada diversidade de espécies $H' \geq 1,8$ até 2,58 (Tebkew et al., 2023; Boadi et al., 2024; Guimarães et al. 2025) e alta diversidade de espécies $H' > 2,59$ (Moraes, Costa e Rayol, 2023; Silva et al., 2017; Gervazio et al., 2022).

2.5 Levantamento fitossociológico

O levantamento fitossociológicos foi realizado concomitantemente ao inventário florístico, nas mesmas parcelas amostrais. Para cada indivíduo, mensurou a circunferência à altura do peito (CAP), estimou a altura e contou-se o número de indivíduos por espécie (FELFILI et al. 2011).

A partir dos dados obtidos foram calculados os parâmetros fitossociológicos de densidade relativa (DeR), dominância relativa (DoR), frequência relativa (FrRe) e índice de valor de importância (IVI), conforme proposto por Mueller-Dombois e Ellenberg (1974) e Felfili et al. (2011).

A densidade relativa (DeR) foi calculada pela proporção do número de indivíduos de uma espécie em relação ao total de indivíduos amostrados. A dominância relativa (DoR) correspondeu à proporção da área basal de cada espécie em relação à área basal total da comunidade. Para o cálculo da frequência relativa (FrRe) considerou-se a razão entre a frequência de ocorrência e a soma das frequências de todas as espécies. O índice de valor de importância (IVI) foi obtido pela soma da densidade relativa, dominância relativa e frequência relativa.

Por integrar DeR, FrRe e DoR, o IVI permite identificar as espécies que exercem maior influência na estrutura da comunidade vegetal e, por isto, é considerado um dos principais parâmetros utilizados em estudos fitossociológicos de sistemas agroflorestais. A espécie *M. paradisiaca* não foi incluída no cálculo do IVI por se tratar de uma herbácea, cujo pseudocaule não permite estimativas de dominância baseadas em área basal comparáveis às espécies arbóreas (Mueller-Dombois e Ellenberg, 1974; Felfili et al., 2011).

Os índices foram utilizados para identificar as espécies mais representativas de cada sistema agroflorestal. Espécies com elevados valores (>16) de IVI (Tabkew et al., 2023; Moraes; Costa & Rayol, 2024; Guimarães et al., 2025) foram consideradas ecologicamente mais importantes por apresentarem maior abundância, dominância e distribuição espacial nas áreas amostradas.

As plantas de café (*Coffea arabica*) não foram incluídas nas análises fitossociológicas, pois sua elevada densidade poderia superestimar os parâmetros estruturais e comprometer a interpretação ecológica da vegetação associada aos sistemas produtivos. O café foi contabilizado apenas para fins de registro de episódios de forragem por aves frugívoras.

2.6 Estrutura vertical da vegetação

Para análise da estrutura vertical, os indivíduos amostrados foram distribuídos em três classes de acordo com método proposto por SOUZA. (1990). Este método considera a altura do indivíduo em relação aos demais para definir em qual estrato o indivíduo se encontra. Para calcular a altura de cada estrato utilizou-se as seguintes equações:

Estrato inferior:

$$H < (H_m - s)$$

Estrato intermediário:

$$(H_m - s) \leq H < (H_m + s)$$

Estrato superior:

$$H \geq (H_m + s)$$

Onde:

H = altura total do indivíduo;

H_m = altura média de todos os indivíduos amostrados;

s = desvio-padrão das alturas

Indivíduos com altura relativa $\leq 5,49$ m são considerados de estrato inferior; de $> 5,49$ e $\leq 16,51$ m, de estrato intermediário; e $> 16,51$ m, de estrato superior. Essa classificação permitiu avaliar o grau de estratificação da vegetação e a complexidade estrutural dos sistemas estudados (SANQUETTA; DALLA CORTE; KOVALEK, 2011).

2.7 Registros de alimentação de aves frugívoras

2.7.1 Roteiro de observações

Inicialmente, locais estratégicos para observação das aves foram identificados. Para isto, o reconhecimento topográfico das áreas estudadas foi realizado, delimitando as áreas de cultivo com o uso de GPS. Com os dados registrados em campo, definiu-se os pontos e transectos e mensurou-se as áreas agrícolas, utilizando o software MAPINITUDE versão 9. 13. 1. (Caliper corporation, 2026)

Realizou-se revisão das espécies que ocorrem na região de Araponga utilizando dados da plataforma WIKIAVES. (2026). Realizou-se também, como piloto, observações visuais e auditivas no campo a fim de aprimorar o senso de ocorrência no local. As observações foram realizadas no mês de setembro a outubro, com duração aproximada de quatro horas por dia, durante 20 dias. Nestas observações piloto, registrou-se 26 famílias representadas por 37 espécies de aves de todas as

guildas tróficas. A partir destes dados selecionou-se cinco famílias de aves a serem estudadas.

As famílias de aves estudadas foram: Ramphastidae, Icteridae, Cracidae, Thraupidae e Fringilidae. Essas famílias foram selecionadas, pois se alimentam principalmente de frutos e sementes (Moojen et al., 1941; Schubbart et al., 1965; Sick, 1997) e utilizam substratos variados, como árvores de sub-bosque e dossel e, conseqüentemente, respondem bem a estrutura vegetal de sistemas agroflorestais. Estas famílias são importantes para a dispersão de sementes.

2.7.2 Coleta de dados da avifauna

Para as observações das aves utilizou-se o método de pontos fixos, complementado pelo deslocamento em transecto entre os pontos (BIBBY et al. 2000; VIELLIARD et al. 2010). Em cada sistema de cultivo foram estabelecidos dois pontos fixos de observação, posicionados entre 150 e 200 metros de distância um do outro. O percurso realizado entre esses pontos foi considerado o transecto amostral. As observações utilizando o método de pontos fixos são empregados em estudos ecológicos com aves por permitir o monitoramento padronizado do comportamento e uso do habitat (VIELLIARD; ALMEIDA; ANJOS, 2010).

O pesquisador se posicionou em cada ponto fixo e ali permaneceu por um período de 20 minutos, quando, então, as aves observadas visualmente e seus episódios de alimentação foram registradas. Após 20 min, o pesquisador se deslocou entre os pontos fixos e realizou registros ocasionais da avifauna e observações complementares do uso do ambiente.

Para facilitar as observações em campo, binóculos com lente de aproximação 20 x 50 e um *tablet* para anotação foram utilizados. Observou-se e anotou-se as datas, os pontos de observação, os horários, as condições climáticas (Sick, 1997), as espécies da ave e as espécies vegetal utilizada durante os episódios de alimentação (Goulart et al., 2011).

As observações foram realizadas diariamente, uma vez por dia em cada área, entre 10 de outubro de 2026 e 10 de dezembro de 2026, no período da manhã, iniciando às 6h00 e encerrando por volta das 10h40. Optou-se pelo período matutino

por corresponder ao horário de maior atividade alimentar das aves, além de proporcionar melhores condições de deslocamento e observação em campo.

Cada sistema de cultivo foi monitorado durante aproximadamente uma hora por dia, considerando o tempo de permanência nos pontos e o deslocamento entre eles, ao longo de 40 dias. A ordem de visitação dos pontos foi aleatorizada, de modo que todos os pontos fossem amostrados na mesma quantidade de vezes e em diferentes horários ao longo do estudo.

2.8 Análise estatística de correlação

As análises de correlação foram realizadas utilizando o coeficiente de Spearman (ρ), por se tratar de um método não paramétrico adequado para conjuntos de dados com pequeno número amostral e sem pressuposição de normalidade.

As análises estatísticas foram realizadas no software Jamovi, versão 2.6.44, utilizando nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Devido ao reduzido número de áreas avaliadas, realizou-se análises exploratórias, que buscam identificar tendências ecológicas relacionadas à heterogeneidade estrutural dos sistemas agroflorestais e sua influência sobre os episódios de alimentação das aves frugívoras.

3. Resultados e discussões

3.1 Inventário Florístico

Em 12.000 m², total da área amostral de todos os sistemas de cultivos avaliados, identificou-se 158 indivíduos arbóreos ou arbustivos e 130 bananeiras. As 26 espécies vegetais identificadas encontram-se distribuídas em 26 gêneros e 21 famílias (Tabela 2). As cinco famílias mais ricas encontradas foram Fabaceae (2 spp.), Meliaceae (2 spp.), Melastomataceae (2 spp.), Myrtaceae (2 spp.), Bignoniaceae (2 spp.). Destas espécies, 61,53% são nativas (20 spp.) e destas 25% são endêmicas (4 spp.). Em relação ao total, 15,38% são espécies cultivadas (4 spp.) e 7,6% são naturalizadas (2 spp.; Tabela 2).

Tabela 2 – Espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas identificadas no inventário florístico em Pedra Redonda, Araponga-Mg.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	Sistema de cultivo ^{4/}	ORIGEM ^{5/}
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Manga	SAF _O ,	Na, C
Apocynaceae	<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	Pereiro	SAF _N , SAF _O , PS _O ,	N
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i>	Araucária	SAF _N ,	N, C
Arecaceae	<i>Archontopoenix cunninghamiana</i>	Palmeira-real	SAF _N ,	C
Asteraceae	<i>Moquiniastrum polymorphum</i>	Cambará ^{a/}	SAF _N , PS _O ,	N
Bignoniaceae	<i>Jacaranda macrantha</i>	Jacarandá	SAF _O , PS _O ,	E
	<i>Handroanthus serratifolius</i>	Ipê-amarelo	SAF _N , PS _O ,	N
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Mamão ^{a/}	SAF _O , PS _O ,	N
Celastraceae	<i>Maytenus boaria</i>	Coração-de-bugre ^{1/}	SAF _N ,	N
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i>	Sangra D'água	SAF _N ,	N
Fabaceae	<i>Inga cayennensis</i>	Ingá	SAF _N , SAF _O , PS _O ,	N
	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Pau jacaré	SFA _N	N
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i>	Jequitibá-branco	SAF _O ,	N
Lamiaceae	<i>Hyptidendron asperrimum</i>	Maria-mole ^{1/}	SAF _N , PS _O ,	E
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Abacateiro	PS _C , SAF _N , SAF _O ,	Na, C
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	SAF _N , SAF _O , PS _O ,	N
	<i>Cabralea canjerana</i>	Canjarana ^{1/}	SAF _N , SAF _O ,	N
Melastomataceae	<i>Pleroma granulosum</i>	Quaresmeira ^{2/}	SAF _N ,	E
	<i>Miconia prasina</i>	Canela-de-velho ^{1/}	SAF _N ,	N
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Bananeira ^{3/}	SAF _N , SAF _O , PS _C ,	C
Myrtaceae	<i>Corymbia citriodora</i>	Eucalipto	SAF _N ,	C
	<i>Plinia peruviana</i>	Jabuticaba	SAF _O ,	N, C
Philanthaceae	<i>Hieronima alchorneoides</i>	Licurana	SAF _N ,	N
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	Canela-pororoca ^{1/}	PS _C , SAF _N , SAF _O ,	N
Solanaceae	<i>Solanum mauritianum</i>	Capoeira-branca	SAF _N ,	N

Urticaceae *Cecropia glaziovii* Embaúba SAF_N, SAF_O, E

^{1/}: espécies arbustivas/arbóreas; ^{2/}: espécies arbustivas; ^{3/}: herbácea, mas considerada como arbórea devido ao seu porte; ^{4/} Sistemas de cultivo de café, SAF_N: SAF em agricultura natural; SAF_O: SAF orgânico; PS_O: Café orgânico; e PS_C: convencional a pleno sol. ^{5/} N: Nativa, E: endêmicas, C: cultivada e Na: naturalizada.

Fonte: Roger Aureliano

No SAF_N, 109 indivíduos arbóreos e arbustivos (69% do total), 59 herbáceos (*M. paradisiaca* = 45,4% do total) e 22 espécies (84,6% do total), incluindo as bananeiras, foram identificadas. No SAF_O, identificou-se 30 indivíduos arbóreos e arbustivos (19% do total) e 61 herbáceos (*M. paradisiaca* = 61; 46% do total) e 13 espécies (50% do total); No PS_O, identificou-se 16 indivíduos arbóreos e arbustivos (5,5 % do total) e 8 espécies (30,76%) e *M. paradisiaca* não foi identificada. No PS_C, identificou-se 3 indivíduos arbóreos e arbustivos (4,5 % do total) e 10 herbáceos (*M. paradisiaca* = 7,7%) e 3 espécies (11,5 %). Portanto, o SAF_N, foi o sistema de cultivo com o maior e PS_C o sistema com o menor número de indivíduos e de espécies vegetais (Tabela 3). O Índice de Diversidade de Shannon também indicou SAF_N (H'=2,17) com a maior e PS_C (0,69), com a menor diversidade; SAF_N e PS_O com moderada diversidade; e SAF_O (predomínio de bananeiras) e PS_C com baixa diversidade (Tebkew et al., 2023; Boadi et al., 2024; Guimarães et al. 2025; Moraes, Costa e Rayol, 2024; Silva et al., 2017; Gervazio et al., 2022).

Tabela 3 – Número de espécies, famílias e indivíduos vegetais e índice de Shannon (H') identificados em sistemas de cultivo de café na comunidade de Pedra Redonda, Araponga, MG.

Sistemas de cultivo ¹	Espécies	Famílias	Indivíduos arbóreos/arbus- tivos 0,3ha	Indivíduos de banana de banana 0,3ha	H'
SAF _N	22	18	109	59	2,17
SAF _O	13	13	30	61	1,28
PS _O	8	7	16	0	1,96
PS _C	3	3	3	10	0,69

¹Cafezais em SAF_N: sistema agroflorestal em agricultura natural; SAF_O: SAF orgânico; PS_O: pleno sol orgânico; e PS_C: pleno sol convencional.

Fonte: Roger Aureliano

3.2 Levantamento fitossociológico

SAF_N apresentou a maior heterogeneidade florística, com distribuição mais equilibrada entre espécies (Tabela 4). Nesse sistema, a *M. paradisiaca* foi a espécie mais abundante (DeR: 34,92). Entretanto, outras espécies sustentam a estrutura do sistema como *Aspidosperma pyrifolium* (Pereiro; DeR: 12,7) e *Pleroma granulosum* (Quaresmeira; DeR: 9,9; Tabela 4).

Em relação ao SAF_N, o SAF_O foi considerado com menor complexidade estrutural e mais homogêneo, devido a maior concentração de indivíduos de *M. paradisiaca* (Bananeira; DeR: 67), uma espécie cultivada no território brasileiro. PS_O e PS_C possuem baixo número de indivíduos, o que amplia proporcionalmente a contribuição individual de cada espécie na DeR e no Índice de valor de importância (IVI; Tabela 4).

SAF_N e PS_O apresentaram os IVI mais similares entre as espécies. Em SAF_N os valores de IVI foram mais altos para as espécies nativas (*A. pyrifolium* e *P. granulosum*), mas similares para as demais espécies. Em sistemas agroflorestais mais diversos, com associação de espécies de interesse ecológico e econômico, com espécies nativas, naturalizadas e cultivadas de forma uniforme (IVI similar entre as espécies), sem a dominância de uma espécie, como em SAF_N, indica maior heterogeneidade estrutural e funcional e complementaridade ecológica entre espécies (Adnan et al., 2026). O equilíbrio estrutural e menor dominância de uma única espécie em SAF_N é compatível com o maior índice de diversidade de Shannon desse sistema ($H' = 2,17$).

Tabela 4 – Dados de densidade relativa e fitossociológicos das cinco principais espécies vegetais identificadas em sistemas de cultivo de café, na comunidade de Pedra Redonda, Araponga, MG.

Sistemas de cultivo ^{1/}	Nome científico	DeR ^{2/}	IVI ^{3/}
SAF _N	<i>Musa paradisiaca</i>	34,92	0
	<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	12,70	36,01
	<i>Pleroma granulosum</i>	9,92	33,98
	<i>Persea americana</i>	11,90	28,35
	<i>Corimbia citriodora</i>	9,13	27,10
SAF _O	<i>Musa paradisiaca</i>	67,03	0
	<i>Persea americana</i>	14,29	14,26

	<i>Cecropia glaziovii</i>	2,20	8,80
	<i>Cabralea canjerana</i>	1,10	7,74
	<i>Cedrela fissilis</i>	4,40	6,15
PS _o	<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	25,00	53,14
	<i>Hyptidendron asperrimum</i>	12,50	52,32
	<i>Moquiniastrum polymorphum</i>	6,25	49,29
	<i>Cedrela fissilis</i>	18,75	44,06
	<i>Myrsine coriacea</i>	12,50	33,43
PS _c	<i>Musa paradisiaca</i>	76,92	0
	<i>Persea americana</i>	15,38	224,87
	<i>Myrsine coriacea</i>	7,69	75,13

¹SAF_N: sistema agroflorestal em agricultura natural; SAF_o: sistema agroflorestal orgânico; PS_o: pleno sol orgânico; e PS_c: pleno sol convencional. ²Densidade relativa (DeR) e ³Índice de valor de importância (IVI).

Fonte: Roger Aureliano

Em SAF_o, *P. americana* apresentou o maior IVI (14,26), as espécies nativas apresentaram os menos valores de IVI e as bananeiras os maiores valores de DeR (67; Tabela 4). Portanto, comparado ao SAF_N, SAF_o possui estrutura e composição mais simplificada. As duas espécies mais comuns em SAF_o (abacateiro e bananeiras) são alimentícias e comumente comercializadas na região. Espécies com estas características assumem papel estrutural importante em sistemas manejados pela agricultura familiar (Gervazio et al., 2022).

3.3 Estrutura vertical

Entre os sistemas estudados, o SAF_N apresentou a maior concentração de espécies (56,5 %; 95 indivíduos) no estrato intermediário (Tabela 5), seguido pelo estrato inferior (29,2%; 49 indivíduos) e superior (24 indivíduos). O SAF_o apresentou, aproximadamente, 78% dos indivíduos no estrato inferior (principalmente *M. paradisiaca*) e 20 % no estrato intermediário (principalmente *P. americana*). PS_o apresentou estrutura concentrada no estrato intermediário (87,5 %) e PS_c no estrato inferior (69 %; Tabela 5).

Tabela 5 – Número de indivíduos em diferentes estratos em sistemas de cultivo de café na comunidade de Pedra Redonda, Araponga, MG.

Sistemas de cultivo ¹	Estrato inferior (até 5,49m)	Estrato intermediário (5,49-16,51m)	Estrato superior (maior que 16,51m)
SAF _N	49	95	24
SAF _o	71	18	2
PS _o	1	14	1
PS _c	9	4	0

¹Cafezais em SAF_N: sistema agroflorestal em agricultura natural; SAF_o: SAF orgânico; PS_o: pleno sol orgânico; e PS_c: pleno sol convencional.

Fonte: Roger Aureliano

SAF_N possui melhor distribuição das espécies nos estratos inferior (*M. paradisíaca* 42,8%; *P. americana* 26,5%; e *P. granulosum* 22,4%); no estrato intermediário predominam *A. pyrifolium* (31,6%); e *M. paradisíaca* (20%); e no estrato superior, há predominância de *C. citriodora* (63 %). Em SAF_o e PS_c a predominância de poucas espécies no estrato inferior e intermediário indicam baixa estrutura florestal.

A presença de espécies nos três estratos verticais indica maior complexidade estrutural dos SAFs estudados. Os diferentes estratos aumentam a heterogeneidade do habitat e da ocupação do espaço vertical (Arango, 2019; Heryandi et al., 2022). Paisagens, como o SAF_N, com maior quantidade de manchas arbóreas e maior complexidade estrutural favorecem o aumento da riqueza de aves, uma vez que ampliam as oportunidades de alimentação, abrigo e deslocamento entre habitats (MWAVU et al., 2016; Dvořáková et al., 2023).

3.3 Espécies-chave para alimentação de aves

As espécies vegetais com a maior quantidade de registros de episódios de forrageamento pelas aves frugívoras, em todas as áreas estudadas, foram *Coffea arabica* (Café), *Persea americana* (Abacate), *Cecropia glaziovii* (Embaúba), *Hyptidendron asperimum* (Maria-mole), *Aspidosperma pyrifolium* (Pereiro) e *Myrsine coriacea* (Canela-pororoca). Com exceção das duas primeiras que são naturalizadas,

as outras espécies são nativas, sendo *C. glaziovii* e *H. asperrimum* endêmicas do Brasil (Tabela 6).

Entre as cinco principais espécies vegetais utilizadas para alimentação em SAF_N, mais da metade (53,8%) dos episódios de forragem ocorreram em espécies endêmicas e nativas (Tabela 7). Os sistemas SAF_N e SAF_O apresentaram proporções de uso (PU%) mais equilibrados e melhor distribuídos entre as espécies do que nos sistemas a pleno sol, onde houve maior concentração nos valores de PU% em *C. arábica* (PS_O) e *P americana* (PS_C) e menor quantidade de registros de episódios de forragem (EpF; Tabela 7).

Do total, 35,3% das espécies de aves registradas (6 espécies) utilizaram frutos de *M. coriacea* como alimento (Tabela 7), o que indica a importância ecológica dessa árvore nativa como espécie-chave em sistemas de produção de café. *M. coriacea* frutifica durante o período de nidificação de diversas aves e seus frutos são importantes para a alimentação dos adultos e filhotes (Shayana-de-Jesus e Monteiro-Filho, 2007). Estes autores encontraram 22 espécies de aves consumindo frutos de *M. coriacea* no estado do Paraná.

Entre as espécies vegetais avaliadas, *C. glaziovii* apresentou forte interação com a avifauna. Esta é uma espécie endêmica do Brasil (Tabela 7) e foi utilizada como recurso alimentar por sete espécies de aves. Ao todo, foram registrados 41 episódios de forrageamento nessa espécie, dos quais 38 ocorreram no SAF_N e apenas três no SAF_O. Mesmo com baixa densidade (SAF_N, Der: 4,27 e SAF_O, DeR: 6,7) a espécie atraiu muitas aves, dentre elas, *R. toco* (Tucano). Segundo Galetti, Laps & Pizo (1999), os frutos de *C. glaziovii* estão entre os principais consumidos por espécies de Tucanos na Mata Atlântica.

Tabela 6 – Espécies vegetais mais utilizadas por aves frugívoras em cafezais na comunidade Pedra Redonda em Araponga, MG.

Nome científico	Espécies de Aves	% de espécies de aves (n = 17)	Total de Episódios de forragem	Origem ^{1/}
<i>Coffea arábica</i>	8	47,1	84	Nz, C
<i>Persea americana</i>	8	47,1	57	Nz, C

<i>Cecropia glaziovii</i>	7	41,2	41	E
<i>Hyptidendron asperrimum</i>	9	52,9	37	E
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	8	47,1	36	N
<i>Myrsine coriacea</i>	6	35,3	34	N
<i>Corimbia citriodora</i>	6	35,3	24	C
<i>Musa paradisiaca</i>	4	23,5	14	Nz, C
<i>Cedrela fissilis</i>	5	29,4	10	N
<i>Handroanthus serratifolius</i>	4	23,5	7	N

¹Nz: Naturalizada, E: Endêmica, N: Nativa, C: Cultivada

Fonte: Roger Aureliano

Os SAFs são amplamente reconhecidos por sua capacidade de conservar e incorporar espécies da vegetação nativa, contribuindo para a manutenção da biodiversidade e da funcionalidade ecológica dos agroecossistemas (Soto-Pinto et al., 2001; Tebkew et al., 2023). No município de Araponga, essa característica também tem sido observada em SAFs que foram implantados predominantemente com espécies nativas, em sua maioria de germinação espontâneas com sementes provenientes de fragmentos florestais da região (Fernandes et al., 2007; Heidegger, 2000). Embora o aumento da heterogeneidade estrutural dos SAFs representa uma estratégia eficaz para conciliar a produção agrícola com a manutenção da diversidade, essa prática não substitui a importância da cobertura florestal nativa (Fuzessy et al., 2024), devido aos seus inúmeros serviços ecossistêmicos, inclusive como fonte de alimento extremamente importante para as aves locais (Pizo, 2004). As aves, por sua vez, também prestam importantes serviços ecossistêmicos, como por exemplo na dispersão de sementes, necessária para a reprodução das espécies vegetais,

As espécies vegetais mais utilizadas como alimento para aves, tais como *C. arabica*, *P. americana*, *C. glaziovii* e *M. coriácea* (Tabela 7) apresentam dispersão zoocórica, portanto, o consumo de seus frutos por aves frugívoras é importante para a manutenção das espécies vegetais. Segundo Howe e Smallwood (1982), aproximadamente 70–90% das espécies arbóreas das florestas tropicais apresentam síndrome de dispersão zoocórica, o que evidencia a importância das interações entre plantas e animais na manutenção da dinâmica desses ecossistemas. Embora aves frugívoras possam consumir frutos de espécies exóticas, as espécies nativas, como

aquelas presentes nos SAFs estudados (Tabela 7), desempenham papel fundamental na manutenção das interações ecológicas e tendem a sustentar uma maior diversidade de aves, em razão da maior compatibilidade com a fauna local (Pizo, 2004). Por isto, deve-se sempre incluir espécies arbóreas nativas no desenho de SAFs.

Tabela 7 –Principais espécies vegetais, presentes em sistemas de cultivo de café, utilizadas para alimentação de aves frugívoras, número de episódios de forrageamento (EpF), proporção de uso (P.U) em relação ao total e total de episódios de forrageamento, comunidade Pedra Redonda, Araponga, MG.

Sistema de cultivo ^{1/}	Nome científico	EpF	PU (%)	Total EpF	Origem ^{2/}
SAF _N	<i>Cecropia glaziovii</i>	38	20,43	148	E
	<i>Hyptidendron asperrimum</i>	37	19,89		
	<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	25	13,44		
	<i>Corimbia citriodora</i>	24	12,90		
	<i>Coffea arabica</i>	15	8,06		
SAF _o	<i>Coffea arabica</i>	33	35,48	91	Nz
	<i>Myrsine coriacea</i>	18	19,35		
	<i>Persea americana</i>	8	8,60		
	<i>Musa paradisiaca</i>	6	6,45		
	<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	6	6,45		
PS _o	<i>Coffea arabica</i>	18	64,29	31	Nz
	<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	5	17,86		
	<i>Cedrela fissilis</i>	2	7,14		
	<i>Moquiniastrum polymorphum</i>	2	7,14		
	<i>Myrsine coriacea</i>	1	3,57		
PS _c	<i>Persea americana</i>	43	64,18	76	Nz
	<i>Coffea arabica</i>	18	26,87		
	<i>Myrsine coriacea</i>	5	7,46		

Musa paradisiaca

1

1,49

C

¹ SAF_N: sistema agroflorestal em agricultura natural; SAF_O: sistema agroflorestal orgânico; PS_O: pleno sol orgânico; e PS_C: pleno sol convencional. ²E: endêmicas, N: nativa; C: cultivada, Nz: naturalizada

Fonte: Roger Aureliano

3.4 Análise estatística de correlação

EpF (episódio de forragem) se correlacionou com o número de espécies alimentares ($\rho = 0,949$, $P = 0.0051$), o que sugere que sistemas com maior riqueza de espécies alimentares frutíferas tendem a apresentar mais registros de forragem como observado em SAF_N e SAF_O (Tabela 2). À medida que aumenta o número de espécies alimentares presentes no sistema, amplia-se a oferta de frutos em quantidade e diversidade, o que favorece a utilização do agroecossistema por um maior número de indivíduos e espécies de aves. Segundo Kissling, Rahbek e Böhning-Gaese (2007), a riqueza de plantas alimentícias representa um dos principais determinantes da riqueza de aves frugívoras em ecossistemas tropicais, superando inclusive variáveis relacionadas ao clima e à heterogeneidade ambiental. A diversidade de plantas frutíferas aumenta a complementaridade temporal na oferta de recursos, permitindo a manutenção das assembleias de aves ao longo do ano (Carlo, Camargo e Pizo, 2022).

O número de espécies no estrato superior também se correlacionou com o número de espécies alimentares ($\rho = 0,949$, $P = 0.0051$), o que sugere que sistemas com maior participação do estrato superior, são também mais atrativos para aves frugívoras forragearem. As demais variáveis não apresentaram correlação significativas.

A correlação positiva entre o número de espécies no estrato superior e o número de espécies alimentícias sugerem maturidade do sistema. A presença do estrato superior é utilizada como indicador de maturidade ecológica, pois indicam maior oferta de abrigo, alimento e nichos ecológicos para a avifauna (SANQUETTA, 1998; CURTO et al., 2013). Portanto, paisagens agrícolas bem estruturadas verticalmente, com extrato superior, a exemplo do SAF_N, possibilitam melhores condições de permanência e forrageio para aves.

4. Conclusão

O SAF_N apresentou maior riqueza, heterogeneidade e equilíbrio estrutural da comunidade vegetal. Entretanto, mesmo com menor densidade arbórea, os demais sistemas de cultivo também contribuíram para a alimentação da avifauna, reforçando a importância do consórcio do café com árvores.

As espécies nativas *C. glaziovii*, *H. asperrimum*, *A. pyrifolium* e *M. coriacea* constituem importantes recursos alimentares para aves frugívoras e desempenham papel fundamental na manutenção da diversidade da avifauna.

Para melhor compreensão da oferta de alimentos nos sistemas, futuras pesquisas devem incluir estudos fenológicos, evidenciando o número de espécies em fase de floração e frutificação e observações ao longo do ano. O estudo ao longo do ano é especialmente importante para grandes aves frugívoras que utilizam os estratos superiores como poleiros, locais de nidificação e forrageamento.

CAPÍTULO 2- DIVERSIDADE E FREQUÊNCIA ALIMENTAR DE AVES FRUGÍVORAS EM CAFEZAIS AGROFLORESTAIS E A PLENO SOL

1. Introdução

A expansão da agricultura convencional, denominada de “moderna”, tem sido apontada como uma das principais causas da perda de biodiversidade em ecossistemas tropicais, sobretudo devido à simplificação estrutural da vegetação, fragmentação de habitats e redução da disponibilidade de recursos alimentares para a fauna silvestre (Perfecto et al., 1996; Tscharntke et al., 2005). No bioma Mata Atlântica, um *hotspots* mundial de biodiversidade, a conversão de áreas florestais em sistemas agrícolas convencionais contribuiu significativamente para alterações na composição e funcionamento ecológico das comunidades biológicas (Myers et al., 2000; Ribeiro et al., 2009). Na Zona da Mata mineira, inserida no bioma Mata Atlântica, uma das atividades agrícolas predominantes é a cafeicultura, cuja forma de manejo influencia diretamente a conservação da biodiversidade local.

Os sistemas convencionais de cultivo de café a pleno sol e em monocultivo geralmente apresentam baixa heterogeneidade ambiental, reduzida cobertura arbórea e menor diversidade vegetal que limitam a oferta de abrigo, locais de reprodução e recursos alimentares para diferentes grupos da fauna, incluindo as aves (Perfecto et al., 1996; Moguel & Toledo, 1999). Em contrapartida, os sistemas agroflorestais (SAFs) com café promovem maior complexidade estrutural e florística, favorecendo a manutenção de processos ecológicos importantes, como ciclagem de nutrientes, conservação do solo, regulação microclimática e interação entre a flora e a fauna (Beer et al., 1998; Perfecto et al., 2003; Schroth et al., 2004).

Entre os grupos faunísticos associados aos SAFs, as aves desempenham papel ecológico fundamental, especialmente as espécies frugívoras, que atuam na dispersão de sementes e na regeneração natural da vegetação (Howe & Smallwood, 1982; Galetti & Pizo, 1996). Além disso, aves frugívoras respondem rapidamente às alterações ambientais, sendo frequentemente utilizadas como bioindicadoras da qualidade ecológica de agroecossistemas (Sekercioglu, 2002). A presença dessas espécies em áreas agrícolas está diretamente relacionada à disponibilidade de frutos, diversidade vegetal e complexidade da estrutura da vegetação.

Estudos realizados em sistemas agroflorestais demonstram que ambientes mais heterogêneos tendem a sustentar maior riqueza e abundância de aves quando comparados a monocultivos convencionais (Perfecto et al., 2003; Philpott et al., 2008). A presença de árvores de diferentes portes e espécies amplia a oferta de nichos ecológicos, substratos de forrageamento e recursos alimentares ao longo do ano, favorecendo espécies especialistas e generalistas (Harvey & González Villalobos, 2007). Dessa forma, sistemas agroflorestais podem funcionar como áreas complementares para conservação da avifauna em paisagens fragmentadas da Mata Atlântica (Goulart et al., 2011). Apesar da importância ecológica desses sistemas, ainda são escassos estudos que avaliem como diferentes formas de manejo do café influenciam a presença, diversidade e comportamento alimentar de aves frugívoras.

Objetivou-se analisar como diferentes sistemas de produção de café influenciam a diversidade e a frequência de alimentação de aves. Especificamente, objetivou-se avaliar i) a diversidade de aves frugívoras; ii) a frequência de alimentação dessas aves; e iii) a relação entre presença, diversidade e frequência de alimentação de aves frugívoras em diferentes sistemas de cultivo de café. A pesquisa foi realizada em Araponga, Minas Gerais, na comunidade Pedra Redonda, em sistemas agroflorestais manejados conforme os princípios da agricultura natural e orgânico e em cafezais a pleno solo orgânico e convencional.

2. Material e Métodos

2.1 Área de estudo

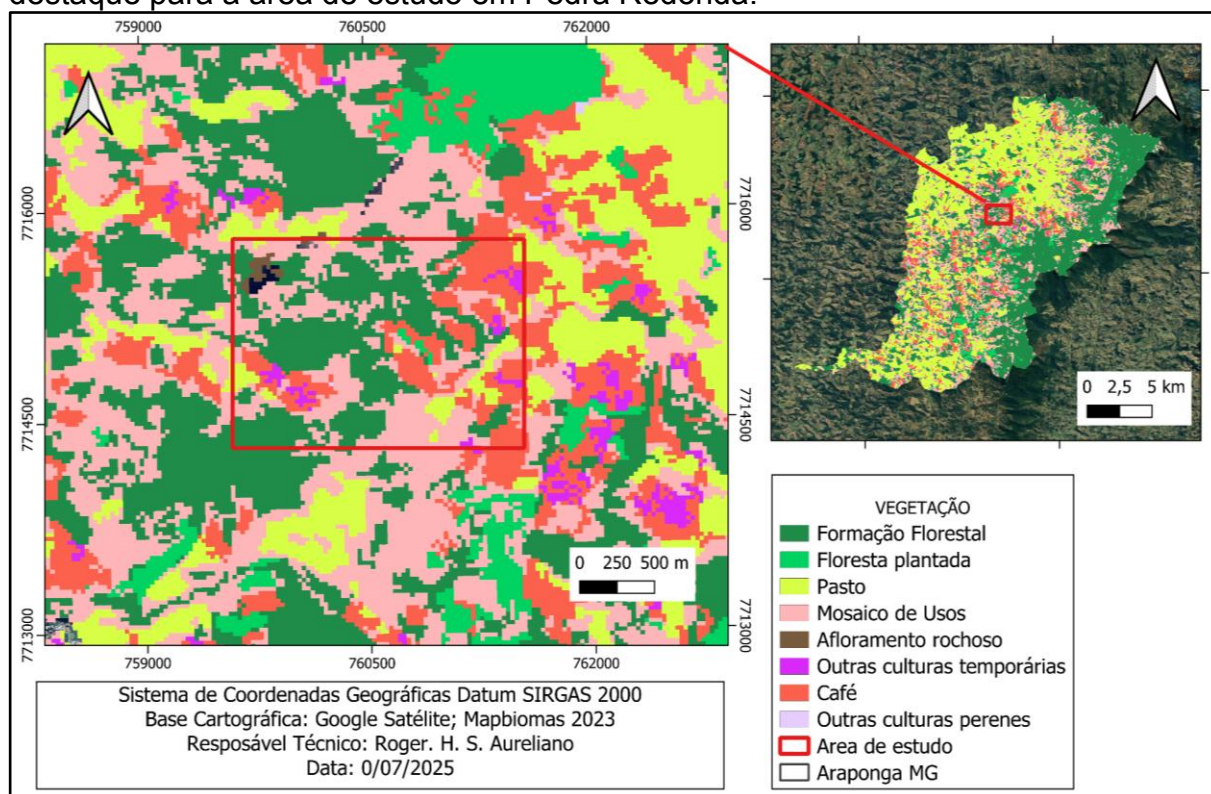
A pesquisa foi realizada em Araponga, município da região Zona da Mata de Minas Gerais, na comunidade Pedra Redonda, inserida na área de amortecimento do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), região considerada muito importante como reserva de Mata Atlântica. A região caracteriza-se por relevo montanhoso, com altitudes que variam entre 1246 e 1360 metros, com presença de afloramentos rochosos; clima tropical de altitude e temperatura média de 18 °C; e precipitação média de 1500 mm (Golfari, 1975). O tipo de solo predominante é Latossolo, altamente

intemperizado, profundo, bem drenado e ácido (Sarcinelli et al., 2009; Embrapa, 2018).

A Zona da Mata possui predominância de pastagens, com formações florestais e cultivos diversificados, dentre eles a cafeicultura que desempenha papel central na economia regional (Cardoso et al., 2001; Souza et al., 2010; Figueiredo, 2023). Em menores áreas, há florestas plantadas e outros cultivos temporários, importantes para a soberania e segurança alimentar das famílias (Figura 1). A Zona da Mata mineira é considerada Polo Agroecológico e de Produção Orgânica (Lei 23.207/2018), graças às inúmeras experiências com agroecologia na região.

A comunidade Pedra Redonda, no município de Araponga, tem adotado práticas agroecológicas, com a implementação de sistemas agroflorestais para a produção orgânica de café (Cardoso et al., 2001; Souza et al., 2010).

Figura 1 - Uso da terra no município de Araponga na Zona da Mata mineira, com destaque para a área de estudo em Pedra Redonda.



As áreas estudadas foram selecionadas com base nas diferenças de manejo, composição florística e complexidade estrutural da vegetação, para representar distintos níveis de heterogeneidade ambiental associados ao cultivo do café.

2.2 Caracterização dos sistemas de cultivo do café

SAF orgânico em agricultura natural (SAF_N)

O SAF_N, conduzido pela família de Edmar Lopes, está localizado na latitude 20° 38' 53" S e na longitude 42° 29' 57" W e possui muitos fragmentos de florestas em suas proximidades. O sistema possuía 11 anos em SAF orgânico, quando, em 2014, parte do cafezal passou a ser conduzido utilizando os princípios da agricultura natural. Neste sistema de agricultura não se utiliza insumos externos e nem esterco de origem animal para a produção do café. Para a fertilização dos solos, o agricultor maneja os resíduos vegetais das árvores, da adubação verde e da serapilheira, o que garante a produção de café de qualidade, vantagens econômicas e ambientais (Souza, 2023; Figueiredo, 2023). O SAF possuía 5,18 ha de área plantada de café, com espaçamento de 3,1 m x 0,7 m por planta. As árvores estavam distribuídas de forma aleatória.

A área estudada de SAF_N possuía um total de 168 indivíduos arbóreos, arbustivos e herbáceos (bananeira), distribuídos em 22 espécies e 18 famílias botânicas (Tabela 2, capítulo 1). O sistema apresentou o maior índice de diversidade de Shannon ($H' = 2,17$) entre os sistemas estudados, indicando diversidade moderada (Tebkew et al., 2023; Boadi et al., 2024; Guimarães et al. 2025; Moraes, Costa e Rayol, 2024; Silva et al., 2017; Gervazio et al., 2022). Em relação à estrutura vertical, os indivíduos distribuíram-se nos três estratos avaliados, sendo estrato inferior (49 indivíduos), estrato intermediário (95 indivíduos) e estrato superior (24 indivíduos; Tabela 4, capítulo 1).

SAF orgânico (SAFo)

O SAFo pertence à família do Samuel Lopes (vizinho do Edmar), está localizado na latitude 20° 38' 36" S e na longitude 42° 29' 54" W e faz divisa com SAF_N. Em 2009, a família iniciou a produção de café no sistema agroflorestal orgânico. A adubação orgânica, a base de cama de frango, é realizada uma ou duas vezes por ano. Utiliza-se três litros de cama de frango por planta. A fertilização do solo é feita ainda por restos de podas de árvores, folhas e pseudocaules de bananeira, material

vegetal de capinas e cascas de café que cobrem a superfície do solo e, posteriormente, são incorporados pela vida do solo (Souza, 2023).

Na área estudada de SAF_o foram identificados 91 indivíduos arbóreos e arbustivos e herbáceos, distribuídos em 13 espécies e 13 famílias (Tabela 2, capítulo 1). O índice de diversidade de Shannon foi igual a 1,28, o que indica dominância de algumas espécies e menor riqueza, em relação ao SAF_N. Este índice é considerado baixo (Tebkew et al., 2023; Boadi et al., 2024; Guimarães et al. 2025; Moraes, Costa e Rayol, 2024; Silva et al., 2017; Gervazio et al., 2022). A espécie predominante é *Musa paradisiaca* (bananeira), com 67% dos indivíduos. A estrutura vertical mostrou predominância acentuada do estrato inferior com 71 indivíduos, o estrato intermediário apresentou 18 e o superior dois indivíduos (Tabela 4, capítulo 1). O cafezal em SAF possuía área de 2,49 ha e o espaçamento das plantas de café é de 2,5 x 1,0 m. As árvores estavam distribuídas de forma aleatória.

Cafezal orgânico à pleno sol (PSo)

O PS_o pertence à família de Natanael Lopes (vizinho de Samuel e Edmar), encontrava-se nas latitudes 20° 38' 41,57" S e longitude 42° 29' 52,14" W e fazia divisa com SAF_o. Nesta propriedade há a presença de afloramento rochoso e vegetação rupícola. A adubação orgânica é a base de cama de frango e é realizada uma ou duas vezes por ano. Utiliza-se 3 litros de cama de frango por planta. A fertilização do solo é feita também por restos de podas de árvores e por material vegetal de folhas e pseudocaules de bananeira, capinas e cascas de café que cobrem a superfície do solo. Estes resíduos são lentamente incorporados ao solo pelos processos biológicos (Souza, 2023).

O sistema foi caracterizado como cultivo a pleno sol, pois apresentou estrutura vegetal simplificada, embora com a presença esparsa de algumas árvores. Na área estudada, identificou-se 16 indivíduos arbóreos, distribuídos em oito espécies e sete famílias (Tabela 2, capítulo 1). O índice de diversidade de Shannon (H') foi de 1,96), considerado moderado (Tebkew et al., 2023; Boadi et al., 2024; Guimarães et al. 2025; Moraes, Costa e Rayol, 2024; Silva et al., 2017; Gervazio et al., 2022), este resultado está associado à distribuição mais equilibrada entre as poucas espécies presentes. Na estrutura vertical, houve predominância do estrato intermediário, com 14 indivíduos, enquanto os estratos inferior e superior apresentaram apenas um indivíduo

cada, indicando baixa estratificação vertical e reduzida maturidade estrutural (Tabela 4, capítulo 1). O espaçamento das plantas de café é de 2,5 x 1,0 m e a área do cafezal é de 2,40 ha.

Café convencional a pleno sol (PSc)

O PSc pertence à família de José Lopes (vizinho de Edmar Lopes), localizado na latitude 20° 38' 54,50" S e na longitude 42° 30' 0,61" W e faz divisa com SAF_N. Uma pequena área do cafezal faz divisa com um fragmento florestal (Souza, 2023). Em 2019, a lavoura convencional foi implantada em uma área em pousio, com predominância de samambaias. O sistema foi considerado convencional porque o agricultor utiliza agrotóxicos (round-up), fertilizantes químicos e monocultivo de café (a pleno sol). O agricultor utiliza aproximadamente 250 g de NPK 20-5-20 por planta, aplicado anualmente. O manejo de plantas espontâneas é feito com aplicação de herbicida (RoundUp®) a cada dois anos (Souza, 2023). A área do cafezal é de 1,94 ha, com espaçamento entre as plantas de café é de 2,3 x 1,0 metros.

O cultivo é a pleno sol, mas identificou-se três indivíduos arbóreos e dez bananeiras (Tabela 2, capítulo 1). O índice de diversidade de Shannon foi igual a 0,69, portanto, um sistema com estrutura vegetal simplificada e baixa diversidade vegetal (Tebkew et al., 2023; Boadi et al., 2024; Guimarães et al. 2025; Moraes, Costa e Rayol, 2024; Silva et al., 2017; Gervazio et al., 2022). Em relação à estrutura vertical, o sistema apresentou nove indivíduos no estrato inferior, quatro no estrato intermediário e ausência de indivíduos no estrato superior (Tabela 4, capítulo 1).

2.3. Observação de aves

2.3.1 Roteiro de observações

Inicialmente, locais estratégicos para observação das aves foram identificados. Para isto, foi realizado o reconhecimento topográfico das áreas estudadas, delimitando as áreas de cultivo com o uso de GPS. Com os dados registrados em

campo, definiu-se os pontos e transectos e mensurou-se as áreas agrícolas, utilizando o software MAPINITUDE v. 9. 13. 1.

Uma revisão de literatura foi realizada sobre as espécies de aves que ocorrem na região de Araponga utilizando dados da plataforma WIKIAVES. (2026). Realizou-se observações visuais e auditivas no campo a fim de aprimorar a percepção da ocorrência de espécies nas áreas. As observações foram realizadas no mês de setembro a outubro, com duração aproximada de quatro horas por dia, durante 20 dias. Registrou-se 26 famílias representadas por 37 espécies de aves de todas as guildas tróficas. A partir destes dados selecionou-se as famílias a serem estudadas.

Cinco famílias de aves foram selecionadas para o estudo, sendo elas: Ramphastidae, Icteridae, Cracidae, Thraupidae e Fringilidae. Essas se alimentam principalmente de frutos e sementes (Moojen et al., 1941; Schubbart et al., 1965; Sick, 1997) e utilizam substratos variados, como árvores de sub-bosque e dossel e, consequentemente, respondem bem a estrutura vegetal de sistemas agroflorestais. Estas famílias são importantes para a dispersão de sementes. Entretanto, a utilização de apenas uma guilda alimentar pode ter representado uma simplificação da dieta das aves, já que os limites entre as guildas não são tão rígidos (Fadini; De Marco Jr., 2004; Lopes et al., 2016) e outras guildas podem consumir frutos.

2.3.2 Coleta de dados da avifauna

Para as observações das aves utilizou-se o método de pontos fixos, complementado pelo deslocamento em transecto entre os pontos fixos (BIBBY et al. 2000; VIELLIARD et al. 2010). Em cada sistema de cultivo foram estabelecidos dois pontos fixos de observação, posicionados entre 150 e 200 metros de distância um do outro. O percurso realizado entre esses pontos foi considerado o transecto amostral.

O pesquisador se posicionou em cada ponto fixo e ali permaneceu por um período de 20 minutos, quando, então, as aves observadas visualmente e seus episódios de alimentação foram registrados. Após 20 min, o pesquisador se deslocou entre os pontos fixos e realizou registros ocasionais da avifauna e observações complementares do uso do ambiente.

Para facilitar as observações em campo, binóculos com lente de aproximação 20 x 50 e um tablet para anotação foram utilizados. Observou-se e anotou-se as datas, os pontos de observação, os horários, as condições climáticas (Sick, 1997), as espécies da ave e as espécies vegetais utilizadas durante os episódios de alimentação (Goulart et al., 2011).

As observações foram realizadas diariamente, uma vez por dia em cada área, entre 10 de outubro de 2026 e 10 de dezembro de 2026 (estação chuvosa), no período da manhã, iniciando às 6h00 e encerrando por volta das 10h40. Optou-se pelo período matutino por corresponder ao horário de maior atividade alimentar das aves, além de proporcionar melhores condições de deslocamento e observação em campo. Cada sistema de cultivo foi monitorado durante aproximadamente uma hora por dia, considerando o tempo de permanência nos pontos e o deslocamento entre eles, ao longo de 40 dias. A ordem de visita dos pontos foi aleatorizada, de modo que todos os pontos fossem amostrados na mesma quantidade de vezes e em diferentes horários ao longo do estudo.

A curva de acumulação de espécies (Figura 2) apresentou tendência à estabilização após o décimo dia, com o último acréscimo registrado no dia 34, indicando suficiência do esforço amostral para registrar a maior parte das espécies frugívoras que utilizavam os cafezais. O esforço amostral totalizou 180 horas de observação ativa, correspondendo a 45 horas de observação em cada uma das quatro áreas estudadas. De acordo com a literatura, o esforço amostral é compatível com estudos de levantamento de avifauna, principalmente frugívora (Shayana & Monteiro-filho, 2007; Melo & Oliveira, 2007; Gomes et al., 2008; Marçal-Júnio et al., 2009; Allenspach & Dias, 2012; Santos & Cademartori, 2015; O'Connor; Garcia; Isacch. 2026).

2.4 Análise de diversidade de aves frugívoras

Para a análise da diversidade de aves frugívoras registrada nas áreas estudadas, utilizou-se o índice de diversidade de Shannon (H'), amplamente utilizado em estudos ecológicos. O índice combina simultaneamente a riqueza de espécies e a distribuição de abundância (equabilidade) entre elas. Valores mais elevados de H' indicam maior diversidade. O índice foi calculado conforme a fórmula:

$$H' = - \sum (p_i \times \ln p_i)$$

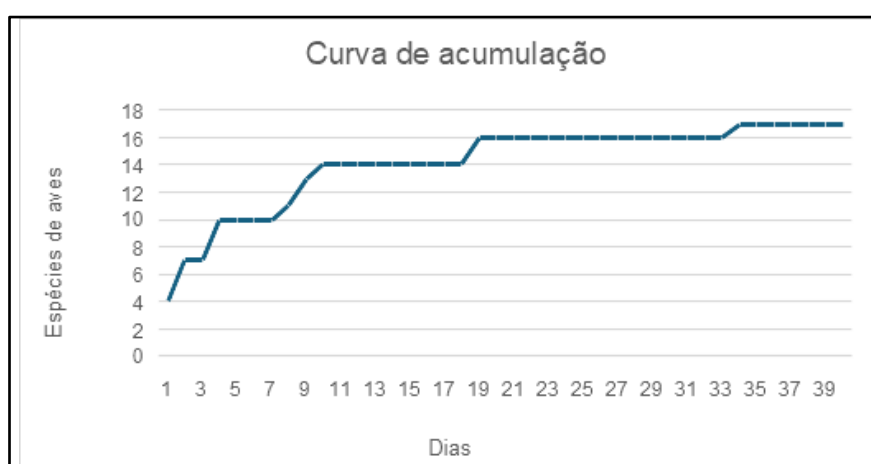
em que:

H' = índice de diversidade de Shannon;

p_i = proporção de indivíduos da espécie i em relação ao total de indivíduos amostrados;

$\ln$ = logaritmo natural.

Figura 2 – Curva de acumulação de espécies frugívoras ao longo de 40 dias de amostragem em sistema agroflorestal.



Fonte: Roger Aureliano

2.5. Análise de presença e índice de Alimentação

Considerou-se como frequência de presença (FP) o número de registros das espécies avistadas em cada área de estudo. A frequência de alimentação (FA) correspondeu ao número de episódios de alimentação registrados em cada sistema produtivo. Na literatura internacional, esses episódios alimentares são frequentemente denominados *feeding bouts* (PIZO; GALETTI, 1996; GOULART et al., 2011).

O índice de episódios alimentares (IEA) é a relação entre o número de episódios de alimentação (FA) e a frequência de presença (FP) em uma dada unidade de tempo ou espaço. O índice foi calculado com a fórmula:

$$IEA = FP/FA$$

Onde:

IEA = Índice de episódios de alimentação

FA = Frequência de alimentação

FP = Frequência de presença

2.6 Levantamento florístico

O inventário florístico dos indivíduos arbóreos, arbustivos e herbáceos (Bananeiras) foi realizado entre os meses de outubro e novembro de 2025. Em cada sistema produtivo foram estabelecidas duas parcelas de 30 × 50 m (1.500 m²), totalizando oito parcelas e uma área amostral total de 12.000 m² (para maiores detalhes, veja capítulo 1).

A distribuição das parcelas ocorreu com base na localização dos pontos fixos utilizados para observação da avifauna, com o objetivo de estabelecer relação entre a vegetação e a presença de aves frugívoras se alimentando.

2.7. Análise estatística

2.7.1 Kruskal-Wallis e post-hoc (comparações múltiplas)

Os dados não atenderam aos pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias e, portanto, utilizou-se análises estatísticas não-paramétricas. O teste de Kruskal-Wallis foi aplicado para verificar diferenças entre os sistemas de cultivo quanto à diversidade de aves frugívoras, frequência de alimentação e frequência de presença das espécies.

Quando identificadas diferenças significativas entre os grupos ($p < 0,05$), análises post-hoc comparações múltiplas por pares foram realizadas, com correção de significância, a fim de identificar quais sistemas diferiram entre si. Em geral, adotou-

se o nível de significância de 5% ($p < 0,05$), mas como pesquisas de campo possuem alta variabilidade, o nível de significância de 10% ($p < 0,1$) também foi aceito. As análises foram realizadas no software The Jamovi project (2024) versão 2.6.44

2.7.2 Análises de correlação e regressão linear simples

A relação entre a diversidade de aves frugívoras e a frequência de alimentação foi avaliada por meio de análise de correlação. Para isso, utilizou-se o coeficiente de correlação de Spearman, adequado para dados não paramétricos, para verificar a existência, a direção e a intensidade da associação entre as variáveis.

Para avaliar a relação entre a frequência de presença de aves e as variáveis explicativas como a frequência de alimentação e o índice de diversidade de Shannon, uma análise de regressão linear simples foi realizada utilizando a frequência de presença como variável resposta. As análises foram conduzidas no software Jamovi, v 2.6.44, considerando a frequência de alimentação e o índice de Shannon como variáveis preditoras. A significância dos coeficientes foi avaliada pelo teste t, adotando-se nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$). O teste foi utilizado com o objetivo de verificar a influência das variáveis ecológicas sobre a ocorrência das aves nas áreas avaliadas.

3. Resultados e Discussão

3.1. Diversidade de aves frugívoras

Ao todo, 17 espécies de aves frugívoras foram identificadas, quatro delas endêmicas da Mata Atlântica (Tabelas 1). A família com maior quantidade de espécies identificada foi Thraupidae (11 spp.). Aproximadamente 70% das aves pertencem a ordem passeriforme (12 spp.). As espécies identificadas enquadraram-se na categoria de Conservação Pouco Preocupante, de acordo com Lista Vermelha da União

Internacional para Conservação da Natureza (IUCN, 2025). Essa Lista classifica as espécies de acordo com o risco de extinção, em Criticamente Em Perigo, Em Perigo, Vulnerável, Quase Ameaçada e Pouco Preocupante.

Espécies frugívoras são dispersoras de sementes (zoocóricas) e, assim, quando utilizam ambientes com maior diversidade de plantas, elas tendem a sustentar comunidades (zoocóricas) mais ricas de dispersores de sementes (Strada et al., 1993; Sick, 1997; Rocha & Ovalle, 2025). A frugivoria gera eventos de dispersão de sementes de média e longa distância, a depender do território que a ave utiliza (Hilty, 1994), e propicia a colonização de novos habitats, recupera populações em ambientes degradados e sustenta o fluxo gênico em diferentes paisagens (Cazetta & Guimarães-jr, 2026; Nathan & Muller Landau, 2000).

Tabela 1. Espécies de aves identificadas se alimentando de frutos e sementes em cafezais, município de Araponga, Minas Gerais.

Família	Espécie	Nome popular	Sistema de cultivo ^{2/}
Thraupidae	<i>Thraupis sayaca</i>	Sanhaçu-cinzentos	SAF _N , SAF _O , PSo, PSc
Thraupidae	<i>Thraupis ornata</i> ¹	Sanhaçu-do-encontro-amarelo	SAF _N , SAF _O , PSc
Thraupidae	<i>Thraupis palmarum</i>	Sanhaçu-do-coqueiro	SAF _N ,
Thraupidae	<i>Tangara cyanoventris</i> ¹	Saíra-douradinha	SAF _N , SAF _O , PSo, PSc
Thraupidae	<i>Tangara desmaresti</i> ¹	Saíra-lagarta	SAF _N , SAF _O , PSo
Thraupidae	<i>Hemithraupis ruficapilla</i> ¹	Saíra-ferrugem	SAF _N ,
Thraupidae	<i>Stilpnia cayana</i>	Saí-amarela	SAF _N , SAF _O , PSo, PSc
Thraupidae	<i>Dacnis cayana</i>	Saí-azul	SAF _N , SAF _O , PSc
Thraupidae	<i>Trichothraupis melanops</i>	Tiê-de-topete	SAF _N , SAF _O ,
Thraupidae	<i>Tachyphonus coronatus</i>	Tiê-preto	SAF _N , PSo
Thraupidae	<i>Schistoclamys ruficapillus</i>	Bico-de-veludo	SAF _N , PSo
Psittacidae	<i>Psittacara leucophthalmus</i>	Maritaca	SAF _N , SAF _O ,
Psittacidae	<i>Primolius maracanã</i>	Maracanã	SAF _N , SAF _O ,
Cracidae	<i>Penelope obscura</i>	Jacu	SAF _N , SAF _O , PSo, PSc
Icteridae	<i>Psarocolius decumanus</i>	Japu	SAF _N ,
Ramphastidae	<i>Pteroglossus aracari</i>	Araçari-de-bico-branco	SAF _N , SAF _O ,
Ramphastidae	<i>Ramphastos toco</i>	Tucanuçu	SAF _N , SAF _O , PSc

¹ Espécie endêmica da Mata Atlântica. ²Cafezais em SAF_N: sistema agroflorestal em agricultura natural; SAF_O: orgânico; PS_O: pleno sol orgânico; e PS_C: pleno sol convencional. Fonte: Roger Aureliano

A maior riqueza de aves frugívoras observada em SAF_N (17), seguida de SAF_O (12, Tabela 2) sugere que a complexidade estrutural da vegetação favorece a manutenção da avifauna. Sistemas agroflorestais com maior diversidade de árvores e maior heterogeneidade ambiental, com maior estratificação vertical, tendem a disponibilizar mais alimentos e nichos ecológicos, sustentando comunidades mais diversas e ricas de aves (Oliveira et al., 2026; Falkowski et al., 2020; Goulart et al., 2011; Kurnianto et al., 2025), especialmente aves frugívoras. Estas aves se alimentam de uma ampla variedade de frutos ao longo do ano e estão, portanto, diretamente associadas à disponibilidade de frutos produzidos pela vegetação.

Os índices de Shannon encontram-se na Tabela 2. Houve diferença entre os índices (χ^2 : 13,3; $p < 0,004$). O índice de Shannon foi maior ($P < 0,005$; Figura 2) em SAF_N ($H' = 2,16$; 17 spp) e os demais não diferiram ($P < 0,05$; Figura 2) entre si e variaram de 1,90 (spp: 12; SAF_O) a 1,79 (spp: 7; PS_O).

Tabela 2 - Número de espécies de aves frugívoras e índice de diversidade de Shannon de acordo com o sistema de cultivo de Café, em Pedra Redonda, Araponga, Minas Gerais.

Área	Espécies de aves	Índice de Shannon (H')
¹ SAF _N	17	2,16
² SAF _O	12	1,90
³ PS _O	7	1,79
⁴ PS _C	8	1,84

¹Cafezais em SAF_N: sistema agroflorestal em agricultura natural; ²SAF_O: orgânico; ³PS_O: pleno sol orgânico; e ⁴PS_C: pleno sol convencional. Fonte: Roger Aureliano

Entre os sistemas estudados, o índice de Shannon (2,16) indicou maior diversidade de aves frugívoras em SAF_N. Índices de Shannon de 2,91 a 4,09 foram encontrados por outros autores em sistemas agroflorestais na Indonésia e Etiópia. Estes autores consideraram todas as guildas tróficas de aves no cálculo da diversidade (Falkowski et al., 2020; Kurnianto et al., 2025; Zelelew et al., 2026). Com bases nestes autores, assumiu-se que $H' > 2$ (SAF_N, Tabela 2) possui moderada

diversidade e $H' < 2$ possui baixa diversidade (demais sistemas, Tabela 2). Índices de Shannon que consideram apenas aves frugívoras (Tabela 2) são ausentes na literatura, até onde o autor tem conhecimento.

A similaridade entre SAFo, PSo e PSc possivelmente está associado à influência da conectividade entre as áreas estudadas com SAF_N e fragmentos florestais próximos, como observado por Yasin e Tekalign (2022). Ainda, embora considerados a pleno sol, árvores foram identificadas em PSo e PSc. Em PSc, *Persea americana* (abacateiro) estava em plena frutificação (observação de campo) e atraiu muitas aves.

3.2 Frequência de Presença e Frequência de alimentação

A Frequência de Presença (FP, Tabela 3) diferiu (χ^2 : 26,1; $p < 0,01$) entre os sistemas analisados. Em relação aos demais sistemas, a FP em SAF_N (248 registros) foi maior ($p < 0,05$; Figura 2); e a FP em SAFo (148 registros) foi similar ($p < 0,001$; Figura 2) a PSc (66 registros), que não diferiu ($p < 0,05$) de PSo (31 registros).

As espécies *Thraupis sayaca* (Sanhaço-cinzento), *Stilpnia cayana* (Saíra-amarela), *Tangara cyanoventris* (Saíra-douradinha), *Penelope obscura* (Jacu) e *Tangara desmaresti* (Saíra-lagarta) foram avistadas em todas as áreas. As espécies de aves *Psarocolius decumanus* (Japu), *Hemithraupis ruficapilla* (Saíra-ferrugem), *Thraupis palmarum* (Sanhaço-do-coqueiro) e *Tachyphonus coronatus* (Tie-preto) foram avistadas apenas em SAF_N.

As espécies de médio porte como *Psittacara leucophthalmus* (Maritaca) e de grande porte como *Primolius maracana* (Maracanã) e *Pteroglossus aracari* (Araçari-do-bico-branco) foram avistadas apenas em SAF_N e SAFo (Tabela 3). Isso indica que sistemas com maior estrutura florestal, como os SAFs, possivelmente possuem capacidade de sustentar populações e comunidades de aves de médio e grande porte (Sick, 1997; Sekercioglu, 2012).

A baixa ocorrência de algumas espécies frugívoras de médio e grande porte é normalmente atribuída à sensibilidade dessas espécies à fragmentação (Sick, 1997; Padoa-Schioppa et al., 2006; Sekercioglu, 2012), mas em PSo e PSc a baixa ocorrência pode estar associada à simplificação estrutural, já que todos os sistemas se encontram próximos entre si e a fragmentos florestais. Ainda, segundo Fuzessy et al.

(2024), aves que vivem em florestas tendem a desaparecer em ambientes mais simplificados e fragmentados, mesmo quando ainda existe algum nível de cobertura arbórea, principalmente pela perda da fonte principal da sua dieta. Para espécies especialistas, estritamente frugívoras, isso ocorre frequentemente (Sick, 1997; Sekercioglu, 2012; Kupusch et al., 2019; Maznikova et al., 2024).

A Frequência de Alimentação (FA; Tabela 3) diferiu (χ^2 : 24,9; $p < 0,001$) entre os sistemas analisados. Em relação aos demais sistemas, a FA em SAF_N foi maior ($p < 0,05$; Figura 2); a FA em SAF_O foi similar ($p < 0,001$; Figura 2) a PSc; e a FA em PSo foi a menor ($p < 0,05$; Figura 2).

A espécie *Ramphastos toco* (Tucanuçu), apesar de ser avistada em três das quatro áreas, só foi avistada se alimentando em SAF_N. Neste sistema, das 17 espécies avistadas, apenas *Psarocolius decumanu* (Japu) não foi avistada se alimentando (Tabela 3). Em SAF_O, das 12 espécies avistadas, quatro não foram avistadas se alimentando. Para PSo, todas as espécies registradas foram avistadas se alimentando ao menos uma vez. Em PSc apenas uma das oito espécies avistadas não foi registrada se alimentando.

A manutenção de espécies vegetais com períodos distintos de frutificação pode explicar a ocorrência contínua das aves frugívoras nos SAF_N. Goulart et al. (2011) demonstraram que quintais agroflorestais reduzem a sazonalidade da oferta de frutos, ao fornecer alimentos durante todo o ano, e aumenta, com isto, a capacidade desses sistemas de sustentar populações de aves frugívoras.

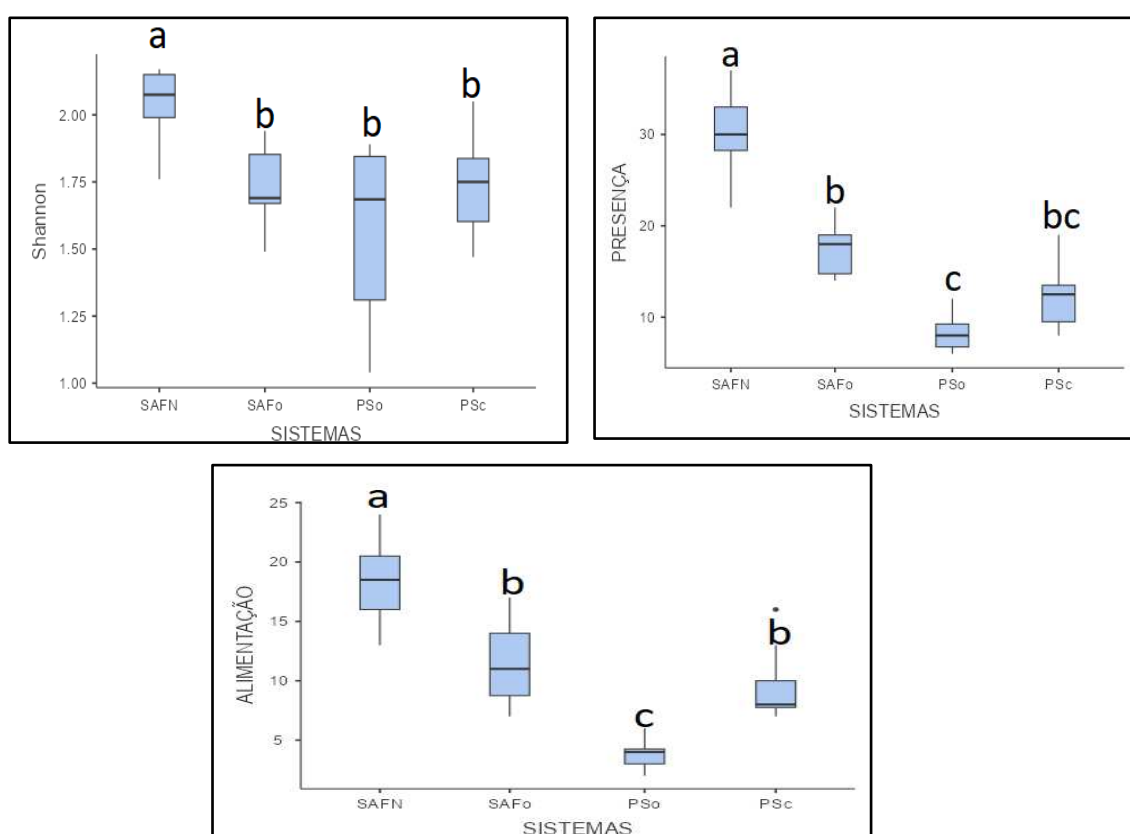
Tabela – 3 Frequência de presença (FP) e frequência de alimentação (FA) de espécies de aves que se alimentam de frutos e ou sementes em cafezais em sistemas agroflorestais naturais (SAF_N) e orgânico (SAF_O) e a pleno sol orgânico (PS_O) ou Convencional (PS_C), em Pedra Redonda, Araponga, Minas Gerais.

Nome científico	Nome popular	SAF _N		SAF _O		PS _O		PS _C	
		FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA
<i>Thraupis sayaca</i>	Sanhaço-cinzentos	65	41	38	24	16	3	28	20
<i>Stilpnia cayana</i>	Saí-amarela	49	27	32	23	9	2	16	11
<i>Tangara cyanoventris</i>	Saíra-douradinha	39	29	22	19	15	6	10	9
<i>Thraupis ornata</i>	Sanhaço-do-encontro-amarelo	29	13	7	4	0	0	5	2
<i>Dacnis cayana</i>	Saí-azul	11	9	2	0	0	0	20	19
<i>Penelope obscura</i>	Jacu	9	6	24	14	13	12	12	12
<i>Ramphastos toco</i>	Tucanuçu	6	3	1	0	0	0	1	0
<i>Tangara desmaresti</i>	Saíra-lagarta	5	4	2	0	7	5	6	3
<i>Schistoclamys ruficapillus</i>	Bico-de-veludo	5	1	0	0	4	2	0	0
<i>Trichothraupis melanops</i>	Tiê-de-topete	4	2	7	4	2	1	0	0
<i>Tachyphonus coronatus</i>	Tiê-preto	4	1	0	0	0	0	0	0
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	Maritaca	3	1	2	2	0	0	0	0
<i>Thraupis palmarum</i>	Sanhaço-do-coqueiro	3	3	0	0	0	0	0	0
<i>Hemithraupis ruficapilla</i>	Saíra-ferrugem	2	1	0	0	0	0	0	0
<i>Psarocolius decumanus</i>	Japu	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pteroglossus aracari</i>	Araçari-de-bico-branco	4	4	1	0	0	0	0	0
<i>Primolius maracaná</i>	Maracaná	1	1	2	1	0	0	0	0
Total de FP e FA		240	148	140	91	66	31	98	76
Total de espécies FP e FA		17	16	12	7	7	7	8	7

Fonte: Roger Aureliano

A presença de árvores frutíferas, mesmo que em pequenas quantidades, como em PSc e PSo, contribuem para a manutenção da biodiversidade, em especial quando próximos a fragmentos florestais. Entretanto, os SAFs, em especial natural e ou orgânico, permite além da diversidade, maior segurança de trânsito das aves e facilita, por isto, a conexão entre os fragmentos, pois além das aves encontrarem alimento e lugar de pouso, não correm o risco de serem contaminadas com agrotóxicos (Komar, 2006; Uezu et al., 2008).

Figura 2 - Distribuição e comparação das variáveis ecológicas, alimentação, presença e índice de Shannon das comunidades de aves em diferentes sistemas de uso da terra.



Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as áreas segundo comparações múltiplas de pós-hoc ($p \leq 0,05$).

Fonte: Roger Aureliano

3.3 Análises de correlação e regressão linear

Os índices de Shannon se correlacionaram ($p < 0,002$; Tabela 5) moderadamente com FP e FA ($p < 0,001$; Tabela 5), o que indica que o aumento das frequências de presença e alimentação estão associados com a diversidade de espécies de aves presentes.

A correlação positiva entre o índice de Shannon e a frequência de alimentação sugere que comunidades de aves mais diversas tendem a explorar mais intensamente os recursos alimentares disponíveis. Ambientes com maior heterogeneidade vegetal, como os SAFs estudados, oferecem maior variedade de recursos alimentares e oportunidades de forrageamento, o que favorece a ocorrência de espécies com diferentes estratégias ecológicas (Machado et al., 2016; Vieira et al., 2012).

A Frequência de Presença (FP) se correlacionou fortemente (p -valor $< 0,001$) com a Frequência de Alimentação (FA; Tabela 5). Esta correlação indica que os sistemas com maior registro de presença de aves, são também aqueles mais utilizados para forragem, que fornecem mais alimentos. Como é o caso do SAF_N e SAF_o.

Tabela 5 - Correlação entre as variáveis ecológicas presença, alimentação e Shannon

Variável	ρ (rho)	p-valor	Interpretação
Presença x Alimentação	0,889	$< 0,001$	Forte
Presença x Shannon	0,566	$< 0,001$	Moderada
Alimentação x Shannon	0,520	$< 0,002$	Moderada

ρ (rho) = coeficiente de correlação Spearman; indica a força e direção da associação entre as variáveis; p-valor= probabilidade estatística; p-valor $\leq 0,05$ indicam correlação significativa.

Fonte: Roger Aureliano

O índice de diversidade de Shannon correlacionou com a frequência de presença das aves ($\beta = 6,25$; $p = 0,066$). Ao aumentar a FP aumenta-se a FA. Os SAF_N e SAF_o apresentam os maiores índices de diversidade de Shannon ($H' = 2,16$ e $H' = 1,90$) e também os maiores registros de FP e FA (Tabela 2).

A disponibilidade de alimento é um dos principais determinantes da ocupação e permanência das aves em ambientes agroflorestais (Machado et al., 2016; Ribaski et al., 2002). Áreas com maior disponibilidade de alimentos apresentam maior ocorrência da avifauna, o que evidencia a importância dos recursos alimentares para a frequência e utilização dos sistemas pelas aves. Em especial para as aves frugívoras, a disponibilidade de frutos, constitui um dos principais fatores que determinam a sua ocorrência nos sistemas agrícolas e ecossistemas naturais, pois esses recursos sustentam a avifauna em diferentes períodos, incluindo o de maior escassez na floresta (Schaefer; Schmidt, 2004; Wenny et al., 2016).

Para Luck, Daily e Ehrlich (2013), outro fator determinante para a presença de aves é a complexidade estrutural da vegetação, que exerce forte influência sobre a composição das comunidades de aves, favorecendo a coexistência de espécies com diferentes exigências ecológicas.

Assim, matrizes agrícolas estruturalmente complexas e floristicamente diversas, como os SAFs, tendem a oferecer condições mais favoráveis para a manutenção das interações ecológicas entre plantas e aves, aproximando-se funcionalmente dos ecossistemas florestais naturais (Vieira et al., 2012; Ribaski et al., 2002). Por um lado, as matrizes agrícolas que possuem densos agrupamentos arbóreos e elevada heterogeneidade estrutural propiciam a diversidade de aves, visto que há maiores possibilidades de forrageio, refúgio e consequentemente maior fluxo entre os fragmentos e as matrizes agrícolas (Dvořáková et al., 2023). Por outro lado, as aves frugívoras são fundamentais para regeneração vegetal (Howe e Smallwood, 1982), devido à sua importância como dispersoras de sementes. Dessa forma, matrizes agrícolas, como os SAFs, contribuem com a manutenção das florestas.

4. Conclusão

As espécies de aves identificadas nos sistemas foram principalmente da família Thraupidae. Das espécies identificadas, quatro são endêmicas da Mata Atlântica. Os sistemas agroflorestais com café, especialmente o SAF_N,

favoreceram a avifauna frugívora ao proporcionarem maior diversidade vegetal, complexidade estrutural e disponibilidade de recursos alimentares. Entretanto, mesmo em pequenas quantidades, a presença de árvores frutíferas em PSc e PSo contribuem para a manutenção da biodiversidade. A diversidade de aves associou-se positivamente à frequência de alimentação e à presença das espécies, evidenciando que ambientes mais diversos e com maior oferta de frutos sustentam comunidades mais diversas.

A forte correlação entre presença e alimentação reforça a importância dos recursos alimentares para a permanência das aves nos agroecossistemas. De modo geral, os sistemas agroflorestais apresentaram maiores valores de FP e FA e foram os únicos sistemas com registros de *Psittacara leucophthalmus* (Maritaca), *Primolius maracana* (Maracanã) e *Pteroglossus aracari* (Araçari-do-bico-branco), aves de médio e grande porte.

O uso de sistemas agroflorestais é estratégico para conciliar a produção de café com a conservação da biodiversidade, pois mantém aves frugívoras relacionadas às interações ecológicas de dispersão de sementes e à regeneração da vegetação nativa.

Recomenda-se que em futuras pesquisas, os sistemas sejam amostrados ao longo do ano, pois a disponibilidade de alimentos varia entre as estações secas e chuvosas e interfere na composição e a atividade das aves. Deve-se ainda ter o cuidado de incluir outras guildas, para além das frugívoras, pois os limites entre elas não são bem definidos.

Considerações Finais

Os diferentes sistemas de cultivo de café influenciam diretamente a composição florística, a estrutura da vegetação e, conseqüentemente, a diversidade e a frequência de alimentação de aves frugívoras. Os sistemas agroflorestais com café favoreceram a avifauna frugívora e sustentaram populações e comunidades de aves de médio e grande porte.

A maior proporção de espécies nativas e endêmicas, associada à presença dos três estratos verticais, proporcionou maior oferta de recursos alimentares e de habitats para a avifauna, em especial em SAF_N. Espécies vegetais nativas como *Cecropia glaziovii*, *Hyptidendron asperrimum*, *Aspidosperma pyrifolium* e *Myrsine coriacea* foram identificadas, para o período amostrado, como espécies-chaves para alimentação de aves frugívoras, evidenciando seu potencial para compor sistemas agroflorestais mais funcionais e ecologicamente sustentáveis.

Sistemas com maior diversidade de espécies vegetais alimentares, como os SAFs, apresentam maior frequência de forrageamento e maior diversidade de aves frugívoras. Esses indicadores demonstram que a disponibilidade de alimento é um dos principais fatores que determina a presença de aves frugívoras nos agroecossistemas. Assim, a incorporação de espécies arbóreas nativas e o aumento da complexidade estrutural dos cafezais, como nos SAFs, constituem estratégias eficientes para conciliar produção de café, conservação da biodiversidade e fortalecimento de serviços ecossistêmicos, como a dispersão de sementes e a regeneração natural da vegetação.

Referências bibliográficas

- ADNAN, Bahana Aditya; ERLIN, Euis; DADI; KURNIAWATI, Tiktiek.
Vegetation diversity in the agroforestry system of Kuta Traditional Village, West Java, Indonesia. *Journal of Tropical Life Science*, v. 16, n. 1, p. 19–29, 2026. DOI: 10.11594/jtls.16.01.03.
- ALEIXO, A.; VIELLIARD, J. **Composição e dinâmica da avifauna da Mata de Santa Genebra**, Campinas, São Paulo. 1995.
- ALEXANDRINO, E. R.; BUECHLEY, E. R.; PIRATELLI, A. J. et al.
Sensibilidade de aves a perturbações como um indicador das condições de manchas florestais. 2016.
- ALMEIDA-NETO, Mário; CAMPASSI, Flávia; GALETTI, Mauro; JORDANO, Pedro; OLIVEIRA-FILHO, Ary. **Vertebrate dispersal syndromes along the Atlantic forest: broad-scale patterns and macroecological correlates**. *Global Ecology and Biogeography*, v. 17, n. 4, p. 503–513, 2008. DOI: 10.1111/j.1466-8238.2008.00386.x.
- ALTIERI, Miguel Ángel. *Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable*. México, D.F.: **Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente**; Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe, 2000. 250 p.
- ALTIERI, Miguel A. **Agroecologia: bases científicas e práticas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Expressão e Cultura, 2002.
- ALTIERI, Miguel A.; FUNES-MONZOTE, Fernando R.; PETERSEN, Paulo.
Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty. *Agronomy for Sustainable Development*, v. 32, p. 1–13, 2012. DOI: 10.1007/s13593-011-0065-6.
- ARANGO, P. C. Z. **Composición y estructura del dosel de sombra en sistemas agroforestales con café de tres municipios de Cundinamarca**, Colombia. *Ciência Florestal*, v. 29, n. 2, p. 685–697, 2019. DOI: 10.5902/1980509827037.

ARAÚJO, T. M. S.; FERNANDES, H. L. **Trama Interdisciplinar**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 107–127, 2024. DOI: 10.5935/2177-5672/trama.v15n1p107-127.

ATLAS DOS AGROTÓXICOS (ADA). **Fatos e dados sobre agrotóxicos na agricultura**. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll Stiftung, 2023. 68 p. ISBN 978-65-87665-17-7.

BANKS-LEITE, C.; PARDINI, R.; TAMBOSI, L. R.; PEARSE, W. D.; BUENO, A. A.; BRUSCAGIN, R. T.; CONDEZ, T. H.; DIXO, M.; IGARI, A. T.; MARTENSEN, A. C.; METZGER, J. P. **Usando limiares ecológicos para avaliar os custos e benefícios de reservas em um hotspot de biodiversidade**. *Science*, v. 345, p. 1041–1045, 2014. DOI: 10.1126/science.1255768.

BARRETT, G. W.; FORD, H.; RECHER, H. F. **Conservação de aves florestais em uma paisagem rural fragmentada**. *Pacific Conservation Biology*, v. 1, p. 245–256, 1994.

BEER, J.; MUSCHLER, R.; KASS, D.; SOMARRIBA, E. **Shade management in coffee and cacao plantations**. *Agroforestry Systems*, v. 38, p. 139–164, 1998.

BHAGWAT, S. A.; WILLIS, K. J.; BIRKS, H. J. B.; WHITTAKER, R. J. **Agrofloresta: um refúgio para a biodiversidade tropical?** *Trends in Ecology & Evolution*, v. 23, p. 261–267, 2008. DOI: 10.1016/j.tree.2008.01.005.

BIBBY, C. J.; BURGESS, N. D.; HILL, D. A.; MUSTOE, S. **Bird Census Techniques**. 2. ed. London: Academic Press, 2000.

BLITZER, E. J.; DORMANN, C. F.; HOLZSCHUH, A.; KLEIN, A.-M.; RAND, T. A.; TSCHARNTKE, T. **Spillover of functionally important organisms between managed and natural habitats**. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 146, p. 34–46, 2012. DOI: 10.1016/j.agee.2012.07.005.

BOADI, S.; NSOR, C. A.; ACQUAH, E.; HAMMOND, C.; OWUSU-PREMPEH, N.; ACOLATSE, R. **Variability in forest tree species composition and diversity in different aged cocoa agroforests of Ghana**. *Agroforestry Systems*, v. 98, n. 1, p. 255–268, 2024. DOI: 10.1007/s10457-023-00903-6.

BOESING, Andrea Larissa; BIANCHI, Felix J. J. A.; ROJAS, Andrés; POLESSO, Mariana; ROGERI, Patrícia Kerches; RIBEIRO, Milton César; METZGER, Jean Paul. **A sazonalidade modula os efeitos da cobertura do habitat nas respostas transfronteiriças e no transbordamento das aves.** *Ecography*, v. 2022, e06461, 2022. DOI: 10.1111/ecog.06461.

BOMBARDI, Larissa Mies. **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia.** São Paulo: FFLCH-USP, 2017.

BRASIL. Lei nº 11.936, de 14 de maio de 2009. **Dispõe sobre a proibição da fabricação, a importação, a exportação, a manutenção em estoque, a comercialização e o uso de diclorodifeniltricloroetano (DDT) e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 maio 2009.

BRASIL. Lei nº 14.785, de 27 de dezembro de 2023. **Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem, a rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e das embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, de produtos de controle ambiental, de seus produtos técnicos e afins.** 2023.

BUECHLEY, E. R.; ŞEKERCIOĞLU, C. H.; ATICKEM, A. et al. **Importância das fazendas de café à sombra da Etiópia para a conservação de aves florestais.** *Biological Conservation*, v. 188, p. 50–60, 2015.

CALIPER CORPORATION. Maptitude (versão 9.13.1): **software de Sistema de Informação Geográfica.** Newton: Caliper Corporation, 2026.

CARDOSO, I. M.; FERRARI, E. A.; SOUZA, H. N.; et al. **Experiências agroecológicas na Zona da Mata de Minas Gerais.** *Revista Agriculturas*, v. 1, n. 1, p. 18–23, 2001.

CARLO, Tomás A.; CAMARGO, Pedro H. A.; PIZO, Marco A. **Functional ecology of Neotropical frugivorous birds.** In: DEL-CLARO, Kleber; OLIVEIRA, Paulo S.; RICO-GRAY, Victor (org.). **Natural History and Ecology of Neotropical Birds.** Cham: Springer, 2022. p. 203–229.

- CARSON, Rachel. **Primavera silenciosa**. 1. ed. São Paulo: Gaia, 1969.
- CAZETTA, Eliana; GUIMARÃES JUNIOR, Paulo Roberto. **The disruption of seed dispersal networks: disentangling the effects of habitat loss and fragmentation**. *Oikos*, e12049, 2026. DOI: 10.1002/oik.12049.
- CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). **ToxFAQs para bisfenol A (BPA)**. CDC, 2022.
- COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS (CBRO). **Aves do Brasil**, 2014 – adaptada. In: Táxeus: listas. Disponível em: <https://www.taxeus.com.br/lista/2582>. Acesso em: 13 nov. 2024.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café: safra 2022**. Brasília, DF: CONAB, 2022.
- COX, C. **O legado da poluição em nosso quintal**. *Journal of Pesticide Reform*, v. 16, p. 2–6, 1996.
- DAMATTA, Fábio Murilo. **Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review**. *Field Crops Research*, v. 86, n. 2–3, p. 99–114, 2004. DOI: 10.1016/j.fcr.2003.09.001.
- DE PIACENTINI, V. Q.; ALEIXO, A.; AGNE, C. E. et al. **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*, v. 23, p. 91–298, 2015. DOI: 10.1007/BF03544294.
- DEMAMBRO, E.; PEITRAFEZA, P. A.; ROJAS, G. V. G. **A expansão do cultivo de soja e os impactos ambientais no vale do Araguaia, entre 2000 e 2019**. *South American Development Society Journal*, v. 7, n. 20, 2021. ISSN 2446-5763. DOI: 10.24325/issn.2446-5763.v7i20p-83-108.
- DOMÍNGUEZ-LÓPEZ, M. E.; ORTEGA-ÁLVAREZ, R. **A importância dos habitats ribeirinhos para as comunidades de aves em uma paisagem neotropical altamente modificada pelo homem**. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, v. 85, n. 4, p. 1217–1227, 2014.

DOS SANTOS, T. F.; SANTOS, S. S.; GOMES, I. S. de A.; SIQUEIRA, A. J. da S.; DOS SANTOS, M. de F.; OLIVEIRA, A. B. S.; GOMES, M. de J. P.; DA SILVA, M. F. N. **Interações entre aves e plantas: um estudo bibliométrico sobre a contribuição das aves como polinizadoras e dispersoras da flora.** *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, [S. l.], v. 16, n. 10, p. 24745–24759, 2023. DOI: 10.55905/revconv.16n.10-354.

DUELLI, P.; OBRIST, M. K. **Biodiversidade regional em uma paisagem agrícola: a contribuição de ilhas de habitat seminaturais.** *Basic and Applied Ecology*, v. 4, n. 2, p. 129–138, 2003.

DVOŘÁKOVÁ, Denisa; ŠIPOŠ, Jan; SUCHOMEL, Josef. **Impact of agricultural landscape structure on the patterns of bird species diversity at a regional scale.** *Avian Research*, v. 14, n. 4, 100147, 2023. DOI: 10.1016/j.avrs.2023.100147.

ELLIOTT, C. H. L.; MTOBESYA, B. N.; CHEKE, R. A. **Abordagens alternativas para o manejo do Quelea-de-bico-vermelho (Quelea quelea): captura em massa para alimentação.** *Ostrich*, v. 85, n. 1, p. 31–37, 2014. DOI: 10.2989/00306525.2014.900827.

ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R.; MERITT, D.; MONTIEL, S.; CURIEL, D. **Patterns of frugivore species richness and abundance in forest islands and in agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico.** *Vegetatio*, v. 108, p. 245–257, 1993.

FADINI, Rodrigo Ferreira; DE MARCO JUNIOR, Paulo. **Interações entre aves frugívoras e plantas em um fragmento de mata atlântica de Minas Gerais.** *Ararajuba*, v. 12, n. 2, p. 97–103, dez. 2004.

FALKOWSKI, Tomasz B.; VÁZQUEZ-PÉREZ, José Raúl; CHANKIN, Adolfo; CAMPOS-BELTRÁN, Atzin Yetlanezi; RANGEL-SALAZAR, José L.; COHEN, Jonathan B.; DIEMONT, Stewart A. W. **Assessing avian diversity and community composition along a successional gradient in traditional Lacandon Maya agroforests.** *Biotropica*, v. 52, n. 6, p. 1242–1252, 2020. DOI: 10.1111/btp.12832.

FAO; IFAD; WFP. **O estado da insegurança alimentar no mundo 2015: cumprindo as metas internacionais de combate à fome de 2015: fazendo um balanço do progresso desigual**. Roma: FAO, 2015.

FARIA, D.; SOARES-SANTOS, B.; SAMPAIO, E. **Morcegos da Mata Atlântica do sul da Bahia, Brasil**. Biota Neotropica, v. 6, 2006. DOI: 10.1590/S1676-06032006000200022.

FELFILI, Jeanine Maria; EISENLOHR, Pedro V.; MELO, Marco Aurélio de; ANDRADE, Luiz Augusto de; MEIRA NETO, João Augusto Alves (org.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2011. v. 1. 558 p.

FERNANDES, José Martins. **Taxonomia e etnobotânica de Leguminosae Adans. em fragmentos florestais e sistemas agroflorestais na Zona da Mata Mineira**. 2007. Tese/Dissertação – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

FIGUEIREDO, Naiara Oliveira. **Cafezais manejados sob os princípios da agricultura natural: aporte de nutrientes, formação e composição da matéria orgânica do solo**. 2023. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2023.

FLEMING, T. H. **Fruiting plant-frugivore mutualism: the evolutionary theater and the ecological play**. In: PRICE, P. W.; LEWINSOHN, T. M.; FERNANDES, G. W.; BENSON, W. W. (eds.). **Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions**. John Wiley, 1991.

FROUFE, Luís Cláudio Maranhão; SEOANE, Carlos Eduardo Sícoli. **Levantamento fitossociológico comparativo entre sistema agroflorestal multiestrato e capoeiras como ferramenta para a execução da reserva legal**. Pesquisa Florestal Brasileira, [S. l.], v. 31, n. 67, p. 203, 2011. Disponível em: <https://pfb.sede.embrapa.br/pfb/article/view/181>. Acesso em: 21 maio 2026.

FUZESSY, L.; PAVOINE, S.; CARDADOR, L.; MASPONS, J.; SOL, D. **Loss of species and functions in a deforested megadiverse tropical forest**. Conservation Biology, v. 38, e14250, 2024. DOI: 10.1111/cobi.14250.

GALETTI, M. **Dieta do papagaio-de-cabeça-escamosa (*Pionus maximiliani*) em uma floresta semidecidual no sudeste do Brasil**. Biotropica, v. 25, p. 419–425, 1993.

GALETTI, Mauro; LAPS, Rudi; PIZO, Marco A. **Frugivory by toucans (*Ramphastidae*) at two altitudes in the Atlantic Forest of Brazil**. Biotropica, v. 32, n. 4, p. 842–850, 2000. DOI: 10.1111/j.1744-7429.2000.tb00622.x.

GALETTI, M. **Seasonal movements and diet of the Plumbeous pigeon (*Columba plumbea*) in a Brazilian Atlantic forest**. Melopsittacus, v. 4, p. 39–43, 2001.

GALETTI, M.; GUIMARÃES JR., P. R. **Seed dispersal of *Attalea phalerata* (*Palmae*) by Crested caracaras (*Caracara plancus*) in the Pantanal and a review of frugivory by raptors**. Ararajuba, v. 12, p. 133–135, 2004.

GALETTI, M.; PIZO, M. A. **Fruit eating by birds in a forest fragment in southeastern Brazil**. Ararajuba, v. 4, n. 2, p. 71–79, 1996.

GANDOLF, E.; HASHIMOTO, H. A. **Caderno de Toxicovigilância; I Manual de Toxicovigilância**. CEATOX: Centro de Vigilância Sanitária-Núcleo de Toxicovigilância, 2014.

GATTI, N.; GOMEZ, M. I.; BENNETT, R. E.; SILLETT, T. S.; BOWE, J. **Eco-labels matter: coffee consumers value agrochemical-free attributes over biodiversity conservation**. Food Quality and Preference, [S. l.], v. 98, p. 104509, jun. 2022.

GERVAZIO, Wagner; YAMASHITA, Oscar Mitsuo; ROBOREDO, Delmonte; BERGAMASCO, Sonia Maria Pessoa Pereira; FELITO, Ricardo Adriano. **Quintais agroflorestais urbanos no sul da Amazônia: os guardiões da agrobiodiversidade?** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 163–186, 2022. DOI: 10.5902/19805098436.

GLIESSMAN, Stephen R. **Field and Laboratory Investigations in Agroecology**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2014. 406 p.

GOLDENBERG, R.; BACCI, L. F.; CADDAH, M. K.; MEIRELLES, J. **Miconia in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

GOMES, Laurens G. L.; OOSTRA, Vicencio; NIJMAN, Vincent; CLEEF, Antoine M.; KAPPELLE, Maarten. **Tolerance of frugivorous birds to habitat disturbance in a tropical cloud forest**. *Biological Conservation*, v. 141, n. 3, p. 860–871, 2008. DOI: 10.1016/j.biocon.2008.01.007.

GOMES, Lucas C.; BIANCHI, Felix J. J. A.; CARDOSO, Irene M.; FERNANDES, R. B. A.; FERNANDES FILHO, E. I.; SCHULTE, R. P. O. **Agroforestry systems can mitigate the impacts of climate change on coffee production: a spatially explicit assessment in Brazil**. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 294, 106858, 2020. DOI: 10.1016/j.agee.2020.106858.

GONTHIER, D. J.; ENNIS, K. K.; FARINAS, S. et al. **A conservação da biodiversidade na agricultura requer uma abordagem multiescalar**. *Proceedings of the Royal Society B*, v. 281, p. 9–14, 2014. DOI: 10.1098/rspb.2014.1358.

GOULART, F. F.; LOVATO, M. B.; VASCONCELOS, M. F. **Frugivory by birds in Miconia species in southeastern Brazil**. *Brazilian Journal of Biology*, v. 71, n. 2, p. 381–386, 2011.

GOULART, F. F.; VANDERMEER, J.; PERFECTO, I.; MATA-MACHADO, R. P. **Frugivory by five bird species in agroforest home gardens of Pontal do Paranapanema, Brazil**. *Agroforestry Systems*, v. 82, p. 239–246, 2011. DOI: 10.1007/s10457-011-9398-z.

GOULART, Fernando Figueiredo; MACHADO, Ricardo Bomfim; SANTOS, Paulo de Salles Penteado; et al. **How may agricultural matrix intensification affect understory birds in an Atlantic Forest landscape? A qualitative model on stochasticity and immigration**. *Ecological Informatics*, v. 18, p. 103–112, 2013a. DOI: 10.1016/j.ecoinf.2013.05.001.

GOULART, Fernando Figueiredo. **Uso de modelos para avaliar a influência da matriz de paisagens fragmentadas sobre aves do Cerrado e da Mata Atlântica**. 2012. 116 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2013b.

GUIMARÃES, Eduardo Rizzo; VARGAS, Vitor Hugo Schunemann; CASTRO, Albejamere Pereira de; CRUZ, Jozangelo Fernandes da; VIANNA, Andre Luiz Menezes. **Biodiversidade e uso das espécies dos sistemas agroflorestais desenvolvidos por comunidades tradicionais na Amazônia central**. Revista Árvore, Viçosa, v. 50, n. 1, e5005, 2025. DOI: 10.53661/1806-9088202650263948.

HARVEY, C. A.; GONZÁLEZ VILLALOBOS, J. A. **Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats**. Biodiversity and Conservation, v. 16, p. 2257–2292, 2007.

HERNANDEZ, S. M.; MATTSSON, B. J.; PETERS, V. E. et al. **As agroflorestas de café continuam benéficas para a conservação da comunidade de aves neotropicais ao longo das estações**. PLoS ONE, v. 8, n. 9, e65101, 2013.

HERYANDI, H.; QURNIATI, R.; DARMAWAN, A.; YULIASARI, V. **Agroforestry for biodiversity and climate change mitigation in Batutegi Protection Forest**, Lampung, Indonesia. Biodiversitas, v. 23, n. 3, p. 1611–1620, 2022. DOI: 10.13057/biodiv/d230352.

HILTY, Steven. **Birds of Tropical America**. Austin: University of Texas Press, 1994.

HOWE, H. F. **Implications of seed dispersal by animals for tropical reserve management**. Biological Conservation, v. 30, p. 261–281, 1984.

HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. **Ecology of seed dispersal**. Annual Review of Ecology and Systematics, v. 13, p. 201–228, 1982.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Dados da produção agrícola no Brasil: relatórios anuais**. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Monitoramento da cobertura e uso da terra do Brasil 2018**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Safr de Café 2023: Minas Gerais lidera produção nacional com 72,5% do café arábica**. Disponível em: <https://wbr.ww.ibge.gov>. Acesso em: 30 nov. 2024.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS (IEF). **Parque Estadual da Serra do Brigadeiro**. 2007.

IUCN. The IUCN **Red List of Threatened Species**. 2021. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 26 fev. 2025.

JESUS, Shayana de; MONTEIRO-FILHO, Emygdio Leite de Araujo. **Frugivoria por aves em *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae) e *Myrsine coriacea* (Myrsinaceae)**. Ararajuba, v. 15, n. 1, p. 45–54, 2007.

JOHNSON, M. D.; KELLERMANN, J. L.; STERCHO, A. M. **Serviços de redução de pragas por aves em cafés de sombra e sol na Jamaica**. Animal Conservation, v. 13, p. 140–147, 2010.

JORDANO, P. **Spatial and temporal variation in the avian frugivore assemblage of *Prunus mahaleb*: patterns and consequences**. Oikos, v. 71, p. 479–491, 1994.

KARP, D. S.; DAILY, G. C. **Cascading effects of insectivorous birds and bats in tropical coffee plantations**. Ecology, v. 95, n. 4, p. 1065–1074, 2014. DOI: 10.1890/13-1012.1.

KARP, D. S.; MENDENHALL, C. D.; SANDÍ, R. F.; CHAUMONT, N.; EHRLICH, P. R.; HADLY, E. A.; DAILY, G. C. **Forest bolsters bird abundance, pest control and coffee yield**. Ecology Letters, v. 16, n. 11, p. 1339–1347, 2013. DOI: 10.1111/ele.12173.

KISSLING, W. Daniel; RAHBEEK, Carsten; BÖHNING-GAESE, Katrin. **Food plant diversity as broad-scale determinant of avian frugivore richness**. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, London, v. 274, n. 1611, p. 799–808, 2007. DOI: 10.1098/rspb.2006.0311.

KOMAR, O. **Ecology and conservation of birds in coffee plantations: a critical review**. Bird Conservation International, v. 16, p. 1–23, 2006.

KUPFER, John A.; MALANSON, George P.; FRANKLIN, Scott B. **Not seeing the ocean for the islands: the mediating influence of matrix-based processes on forest fragmentation effects**. *Global Ecology and Biogeography*, v. 15, n. 1, p. 8–20, 2006. DOI: 10.1111/j.1466-822X.2006.00204.x.

KUPUSCH, D.; VENDRAS, E.; OCAMPO-ARIZA, C.; BATARY, P.; MOTOMBI, F. N.; BOBO, K. S.; WALTERT, M. **Altos limites críticos de habitat florestal de comunidades de aves nativas em paisagens agroflorestais afrotropicais**. *Biological Conservation*, v. 230, p. 20–28, 2019. DOI: 10.1016/j.biocon.2018.12.001.

KURNIANTO, Agung Sih; DEWI, Nilasari; SULISTYOWATI, Hari; SIDDIQ, Arif Mohammad; RATNASARI, Tri; KHOWATINI, Husnul; YULIANTO, Roni; FIRDAUS, Anggun Sausan. **Sustaining biodiversity and ecological roles in a heritage landscape: the role of coffee agroforestry in Kluncing, Indonesia**. *HAYATI Journal of Biosciences*, v. 32, n. 2, p. 459–471, 2025. DOI: 10.4308/hjb.32.2.459-471.

LESCH, V.; PIETERS, R.; BOUWMAN, H. Dioxinas, **PFOS e outros 20 poluentes orgânicos persistentes em ovos de nove espécies de aves selvagens do rio Vaal, África do Sul**. *Environmental Science and Pollution Research*, 2024.

LIMA, Lobato; OLIVEIRA, Douglas; ROCHA, Jobert Silva da; LOPES, Lucas Sérgio; PAULETTO, Daniela. **Estratificação vertical de sistemas agroflorestais no município de Monte Alegre, Pará**. 2018. DOI: 10.31692/2526-7701.IIICOINTERPDVAGRO.2018.00475.

LINACRE, A. **Ciência forense e investigações sobre a vida selvagem**. New York: Taylor & Francis Group, 2009.

LINDENMAYER, D. B.; FRANKLYN, J. F.; FISCHER, J. **General management principles and a checklist of strategies to guide forest biodiversity conservation**. *Biological Conservation*, v. 131, p. 433–445, 2006. DOI: 10.1016/j.biocon.2006.02.019.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida**. Rio de Janeiro.

LOPES, Leonardo Esteves; FERNANDES, Alexandre Martins; MEDEIROS, Marcos C. I.; MARINI, Miguel Ângelo. **A classification scheme for avian diet types**. *Journal of Field Ornithology*, v. 87, n. 3, p. 309–322, 2016.

MANNING, A. D.; FISCHER, J.; LINDENMAYER, D. B. **Árvores dispersas como estruturas-chave: implicações para a conservação**. *Biological Conservation*, v. 132, p. 311–321, 2006.

MAZNIKOVA, Vera N.; ORMEROD, Steve J.; GÓMEZ-SERRANO, Miguel Ángel. **Aves como bioindicadores da poluição dos rios e além: lições específicas e gerais de um predador de topo**. *Ecological Indicators*, v. 158, p. 111366, 2024. DOI: 10.1016/j.ecolind.2023.111366.

MEDEIROS, H. R.; MARTELLO, F.; ALMEIDA, E. A. B.; MENGUAL, X.; HARPER, K. A.; GRANDINETE, Y. C.; METZGER, J. P.; RIGHI, C. A.; RIBEIRO, M. C. **Landscape structure shapes the diversity of beneficial insects in coffee producing landscapes**. *Biological Conservation*, v. 238, 108193, 2019. DOI: 10.1016/j.biocon.2019.07.038.

MENQ, W. Gavião-miúdo (*Accipiter striatus*) – **Aves de Rapina Brasil. 2018**. Disponível em: http://www.avesderapinabrasil.com/accipiter_striatus.htm. Acesso em: 11 maio 2025.

METZGER, C.; RIGHI, C. A.; RIBEIRO, M. C. et al. **Landscape structure shapes the diversity of beneficial insects in coffee producing landscapes**. *Biological Conservation*, v. 238, 108193, 2019. DOI: 10.1016/j.biocon.2019.07.038.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005.

MOGUEL, P.; TOLEDO, V. M. **Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico**. *Conservation Biology*, v. 13, n. 1, p. 11–21, 1999.

MONTEALEGRE-TALERO, C.; BOESING, A. L.; METZGER, J. P. **Avian cross-habitat spillover as a bidirectional process modulated by matrix**

type, forest cover and fragment size. Agriculture, Ecosystems and Environment, v. 322, 107644, 2021.

MOOJEN, J. J. C.; CARVALHO, J. C.; LOPES, H. S. **Observações sobre o conteúdo gástrico das aves brasileiras.** Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 36, p. 405–444, 1941.

MORAES, Janielen Lopes; COSTA, Karla Juliana Silva da; RAYOL, Breno Pinto. **Composition and diversity of plants in homegardens in the community of Genipaúba,** Santa Bárbara do Pará, Brazil. 2023.

MOREIRA, S. L. S.; PIRES, C. V.; MARCATTI, G. E.; SANTOS, R. H. S.; IMBUIZEIRO, H. M. A.; FERNANDES, R. B. A. et al. **O cultivo consorciado do café com a palmeira macaúba pode mitigar efeitos da mudança climática.** Agricultural and Forest Meteorology, v. 256–257, p. 379–390, 2018. DOI: 10.1016/j.agrformet.2018.03.026.

MWAVU, E. N. et al. **Agrobiodiversity of homegardens in a commercial sugarcane cultivation land matrix in Uganda.** International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management, [S. l.], v. 12, n. 3, p. 191–201, 2016.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities.** Nature, v. 403, p. 853–858, 2000.

NAIR, P. K. R. **An introduction to agroforestry.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1993.

NAIR, P. K. R. **Biophysical interactions in tropical agroforestry systems.** Agroforestry Systems, v. 38, n. 1, p. 3–50, 1997. DOI: 10.1023/A:1005971525590.

NAIR, P. K. R.; KUMAR, B. M.; NAIR, V. D. **Definition and concepts of agroforestry.** In: NAIR, P. K. R. An introduction to agroforestry. Cham: Springer, 2021. DOI: 10.1007/978-3-030-75358-0_2.

NATHAN, R.; MULLER-LANDAU, H. C. **Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment.** Trends in Ecology & Evolution, v. 15, p. 278–285, 2000.

NEUMANN KAFFEE GRUPPE. **Exportação e comercialização de cafés especiais.** Relatório anual, 2019.

NEWMAN, M. C. **Fundamentos da ecotoxicologia: a ciência da poluição.** 4. ed. 2015.

NYFFELER, N.; ŞEKERCIOĞLU, Ç. H.; CHRISTOPHER, J. W. et al. **Insectivorous birds consume.** 2018.

OLIVEIRA, I. S.; BANDEIRA, E. C.; FIGUEIREDO, M. G. et al. **Local management intensity and landscape forest cover affect bird community structure in shaded cocoa agroforests.** Ornithological Research, v. 34, 13, 2026. DOI: 10.1007/s43388-026-00275-2.

PADOA-SCHIOPPA, E.; BAIETTO, M.; MASSA, R.; BOTTONI, L. **Comunidades de aves como bioindicadores: o conceito de espécie focal em paisagens agrícolas.** Ecologia, v. 6, n. 1, p. 83–93, 2006.

PAUMGARTTEN, Francisco José Roma. **Pesticides and public health in Brazil. Current Opinion in Toxicology,** v. 22, p. 7–11, 2020. DOI: 10.1016/j.cotox.2020.01.003.

PEREIRA, S. G. (org.). **Educação ambiental: faces e possibilidades de uma prática possível.** Riga: Novas Edições Acadêmicas, 2017. 76 p.

PERFECTO, I.; RICE, R.; GREENBERG, R.; VAN DER VOORT, M. **Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity.** BioScience, v. 46, n. 8, p. 598–608, 1996.

PERFECTO, I.; VANDERMEER, J.; MAS, A.; SOTO PINTO, L. **Biodiversity, yield, and shade coffee certification.** Ecological Economics, v. 54, p. 435–446, 2005.

PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. H.; BAUTISTA, G. L.; NUNEZ, G. I.; GREENBERG, R.; BICHIER, P.; LANGRIDGES. **Maior predação em fazendas**

de café sombreadas: o papel das aves neotropicais residentes. Ecology, v. 85, p. 2677–2681, 2004.

PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. **Biodiversity conservation in tropical agroecosystems: a new conservation paradigm.** Annals of the New York Academy of Sciences, v. 1134, p. 173–200, 2008.

PERFECTO, Ivette; VANDERMEER, John H.; WRIGHT, Angus. **Nature's matrix: linking agriculture, conservation and food sovereignty.** London: Earthscan, 2009.

PETIT, L. J.; PETIT, D. R.; CHRISTIAN, D. G.; POWELL, H. D. W. **Comunidades de aves de habitats naturais e modificados no Panamá.** Ecography, v. 22, n. 3, p. 292–304, 1999.

PHILPOTT, S. M.; ARMBRECHT, I.; DIETSCH, T. V.; et al. **Biodiversity loss in Latin American coffee landscapes: review of the evidence on ants, birds, and trees.** Conservation Biology, v. 22, n. 5, p. 1093–1105, 2008.

PIRATELLI, A.; PEREIRA, M. R. **Dieta das aves na região leste de Mato Grosso do Sul, Brasil.** Ararajuba, v. 10, p. 131–139, 2002.

PIRATELLI, A. J.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; RAEDIG, C. **Integrating biodiversity conservation into agroecosystem management: using birds to bring conservation and agricultural production together.** Cham: Springer, 2018.

PIZO, Marco Aurélio; GALETTI, Mauro. **Métodos e perspectivas da frugivoria e dispersão de sementes por aves.** 2010.

RAND, T. A.; LOUDA, S. M. **Spillover of agriculturally subsidized predators as a potential threat to native insect herbivores in fragmented landscapes.** Conservation Biology, v. 20, p. 1720–1729, 2006. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2006.00507.x.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. **The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed?** Biological Conservation, v. 142, p. 1141–1153, 2009.

- RICCI, M. dos S. F.; ARAÚJO, M. do C. F.; FRANCH, C. M. de C. **Cultivo orgânico do café: recomendações técnicas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 101 p.
- RIDGELY, Robert S.; GWYNNE, John A.; TUDOR, Guy; ARGEL, Martha. **Aves do Brasil: Mata Atlântica do Sudeste**. Comstock Publishing Associates, 2016.
- RIES, L.; FLETCHER, R. J.; BATTIN, J.; SISK, T. D. Ecological responses to habitat edges. 2004.
- RIGOTTO, R. M.; VASCONCELOS, D. P.; ROCHA, M. M. **Uso de agrotóxicos no Brasil e problemas para a saúde pública**. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 30, n. 7, p. 1–3, 2014.
- ROCHA, A.; OVALLE, J. M. R. **Penelope obscura (Temminck, 1815), don't hide from me what you ate! Fruits, leaves, flowers and seeds of the Atlantic Forest: contributions and diet's review**. Ornithology Research, 2025.
- SCHROTH, G.; FONSECA, G. A. B.; HARVEY, C. A.; et al. **Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes**. Washington: Island Press, 2004.
- SCHUBART, O.; AGUIRRE, A. C.; SICK, H. **Contribuição para o conhecimento da alimentação das aves brasileiras**. Arquivos de Zoologia, v. 12, p. 95–249, 1965.
- SICK, H. **Ornitologia brasileira**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.
- SILVA, H. K. M. da; GAMA, J. R. V.; SOUSA, R. J. A. de; LAMEIRA, M. K. S. de. **Composição florística de quintais agroflorestais na vila Cuera, Bragança, Pará**. Revista Agroecossistemas, v. 9, n. 2, p. 330–338, 2017.
- SINISGALLI, Paulo Antonio de Almeida; IGARI, Alexandre Toshio; TURRA, Alexander; SOUSA JÚNIOR, Wilson Cabral de; PORTES, Bruno César Nascimento; OLIVEIRA, Camila Espezio de. **Discussão crítica do conceito de serviços ecossistêmicos**. In: JACOBI, Pedro Roberto et al. (org.). **Governança ambiental na macrometrópole paulista face à variabilidade**

climática. São Carlos: RiMa Editorial, 2022. cap. 21, p. 397–409. DOI: 10.55333/rima-978-65-84811-08-9_021.

SOMARRIBA, E. **Revisiting the past: an essay on agroforestry definition**. Agroforestry Systems, Dordrecht, v. 19, n. 3, p. 233–240, 1992.

SOTO-PINTO, Lorena; ROMERO-ALVARADO, Yolanda; CABALLERO-NIETO, Javier; SEGURA WARNHOLTZ, Gerardo. **Woody plant diversity and structure of shade-grown-coffee plantations in Northern Chiapas**, Mexico. Revista de Biología Tropical, v. 49, n. 3–4, p. 977–987, 2001. Disponível em: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442001000300018&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 10 jul. 2026.

SOTO-PINTO, Lorena; HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, L. R.; JIMÉNEZ-FERRER, G.; DE JONG, B.; NAIR, P. K. R.; VAN NOORDWIJK, M. **Shade over coffee: its effects on berry borer, leaf rust and spontaneous herbs in Chiapas**, Mexico. Agroforestry Systems, 2009.

SOUZA, H. N.; CARDOSO, I. M.; FERNANDES, R. B. A.; et al. **Agroecological management and coffee production in the Zona da Mata of Minas Gerais, Brazil**. Agroecology and Sustainable Food Systems, v. 34, p. 1–15, 2010.

SOUZA, J. C.; WATSON, L.; FREDERICO, S. **Impactos ambientais da cafeicultura na Mata Atlântica**. Estudos de Sustentabilidade, 2014.

TEBKEW, Mekuanent; ASFAW, Zebene; WORKU, Adefires. **Management strategies and floristic diversity in agroforestry practices of northwestern Ethiopia**. Heliyon, v. 9, n. 11, e20963, 2023. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e20963.

TSCHARNTKE, T.; TYLIANAKIS, J. M.; RAND, T. A.; DIDHAM, R. K.; FAHRIG, L.; BATARY, P.; BENGTSSON, J.; CLOUGH, Y.; CRIST, T. O.; DORMANN, C. F.; EWERS, R. M.; FRÜND, J.; HOLT, R. D.; HOLZSCHUH, A.; KLEIN, A. M.; KLEIJN, D.; KREMEN, C.; LANDIS, D. A.; LAURANCE, W.; LINDENMAYER, D.; SCHERBER, C.; SODHI, N.; STEFFAN-DEWENTER, I.; THIES, C.; VAN DER PUTTEN, W. H.; WESTPHAL, C. **Landscape moderation of biodiversity patterns and processes: eight hypotheses**. Biological Reviews, v. 87, p. 661–685, 2012. DOI: 10.1111/j.1469-185X.2011.00216.x.

TSCHARNTKE, T.; KLEIN, A. M.; KRUESS, A.; STEFFAN-DEWENTER, I.; THIES, C. **Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management**. Ecology Letters, v. 8, p. 857–874, 2005.

UEZU, Alexandre; BEYER, Dennis Driesmans; METZGER, Jean Paul. **Can agroforest woodlots work as stepping stones for birds in the Atlantic forest region?** Biodiversity and Conservation, v. 17, n. 8, p. 1907–1922, 2008. DOI: 10.1007/s10531-008-9329-0.

VANDERMEER, John; PERFECTO, Ivette; PHILPOTT, Stacy; CHAPPELL, M. Jahi. **Redefinindo a conservação da paisagem: a importância da matriz. cap. 4**, 2007.

VICENTE, Eliane C.; GUEDES, Neiva M. R. **Organophosphate poisoning of Hyacinth Macaws in the Southern Pantanal, Brazil**. Scientific Reports, v. 11, art. 5602, 2021. DOI: 10.1038/s41598-021-84228-3.

VIEIRA, T. A.; ROSA, L. S.; SANTOS, M. M. dos. **Agrobiodiversidade de quintais agroflorestais no município de Bonito, Pará**. Revista de Ciências Agrárias, v. 55, n. 3, p. 159–166, 2012. DOI: 10.4322/rca.2012.054.

VELLIARD, J. M. E.; ALMEIDA, M. E. C.; ANJOS, L.; SILVA, W. R. **Levantamento quantitativo por pontos de escuta e observação**. In: MATTER, S. V.; STRAUBE, F. C.; ACCORDI, I.; PIACENTINI, V.; CÂNDIDO-JR., J. F. (org.). **Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010. p. 91–103.

WANG, B. C.; SMITH, T. B. **Closing the seed dispersal loop**. Trends in Ecology and Evolution, v. 17, p. 379–385, 2002.

WHEELWRIGHT, N. T. **Fruits and the ecology of Resplendent Quetzals**. Auk, v. 100, p. 286–301, 1983.

WHEELWRIGHT, N. T. **Tamanho do fruto, largura da abertura e dietas de aves comedoras de frutas**. Ecology, v. 66, p. 808–818, 1985.

- WILLIS, E. O. **The composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil**. Papéis Avulsos de Zoologia, v. 33, p. 1–25, 1979.
- YASIN, Hussen; TEKALIGN, Wondimagegnehu. **A study of composition and diversity variation of avifauna along with different types of agroforestry system in Kibet town, Southern Ethiopia**. Revista Chilena de Historia Natural, v. 95, n. 2, 2022. DOI: 10.1186/s40693-021-00106-2.
- ZELELEW, Shimelis Aynalem; WONDIE, Melkeneh; ASHAGIRE, Mezgebu. **Bird diversity and habitat associations in the Tara Gedam Monastery Church Forest: a seasonally informed study in Northwestern Ethiopia**. Ecology and Evolution, v. 16, n. 6, e73789, 2026. DOI: 10.1002/ece3.73789.
- ŞEKERCIOĞLU, Ç. H. **Effects of forestry practices on vegetation structure and bird community of Kibale National Park, Uganda**. Biological Conservation, v. 107, p. 229–240, 2002.
- ŞEKERCIOĞLU, Çağan H.; LOARIE, Scott R.; OVIEDO BRENES, Federico; EHRLICH, Paul R.; DAILY, Gretchen C. **Persistence of forest birds in the Costa Rican agricultural countryside**. Conservation Biology, v. 21, n. 2, p. 482–494, 2007. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2007.00655.x.
- ŞEKERCIOĞLU, Ç. H. **Bird functional diversity and ecosystem services in tropical forests, agroforests and agricultural areas**. Journal of Ornithology, v. 153, p. 153–161, 2012.
- ŞEKERCIOĞLU, C.; WENNY, D. G.; WHELAN, C. J. (eds.). **Por que as aves são importantes**. Chicago: University of Chicago Press, 2016.