

# Estrutura e síndromes de dispersão da vegetação arbórea em floresta nativa e agrofloresta, na Amazônia Meridional

## Structure and dispersal syndromes of arboreal vegetation in native forest and agroforest in Southern Amazon

Angele Tatiane Martins-Oliveira<sup>1,2,\*</sup>, Gustavo R. Canale<sup>2,3</sup>, Lucas A. da Silva Nogueira<sup>4</sup>, Abner L. França<sup>5</sup>, Juliano de Paulo dos Santos<sup>6</sup> e Milton O. Córdova<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Universidade do Estado de Mato Grosso, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Campus Nova Xavantina, MT, Brasil. CEP: 78690.000

<sup>2</sup> Universidade do Estado de Mato Grosso, Pós-Graduação stricto sensu em Ciências Ambientais, Cáceres, Mato Grosso, MT, Brasil. CEP: 78.200.000

<sup>3</sup> Universidade Federal de Mato Grosso, Professor do Instituto de Ciências Naturais Humanas e Sociais, Sinop, MT, Brasil, CEP: 78.557.267

<sup>4</sup> Engenheiro Florestal na Empresa GeoFlorestal, Rondonópolis, MT, Brasil, CEP: 78.710.320

<sup>5</sup> Instituto Nacional de Pesquisas, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Manaus, AM, Brasil, CEP: 69.067-375

<sup>6</sup> Universidade Federal de Mato Grosso, Professor do Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop, MT, Brasil, CEP: 78.557.267

<sup>7</sup> Universidade Federal de Mato Grosso, Pesquisador Associado ao Herbário CNMT, Sinop, MT, Brasil, CEP: 78.557.267

(\*E-mail: angeleoliveira@gmail.com)

<https://doi.org/10.19084/rca.19602>

Recebido/received: 2020.03.04

Aceite/accepted: 2020.08.28

### RESUMO

A escolha de espécies nativas usadas na gestão de sistemas agrofloretais para recuperação de ambientes antropizados é fundamental para a manutenção da biodiversidade e dos processos ecológicos. Neste estudo, avaliamos a complexidade estrutural e a diversidade de plantas em uma agrofloresta de teca, em comparação com uma floresta nativa tangente à área plantada. Assim, montamos 33 parcelas na área de floresta nativa e 24 na agrofloresta, ambas com dimensões de 10 × 10 m, na Fazenda São Nicolau, Cotriguaçu, Mato Grosso, Brasil. Coletamos os dados da estrutura da vegetação e calculamos os parâmetros fitossociológicos descritivos da estrutura da comunidade. Utilizamos i) PCoA para avaliar a similaridade florística entre floresta nativa e agrofloresta, ii) GLM para determinar a influência da abertura do dossel na estrutura da vegetação, e iii) ANOVA para analisar as características estruturais por síndrome de dispersão. Registramos 395 indivíduos arbóreos pertencentes a 98 espécies e 35 famílias, incluindo a espécie exótica *Tectona grandis*. Consideramos abundância e a área basal em relação à síndrome de dispersão, onde notamos, a zoocoria significativamente maior quando comparada com anemocoria e autocoria. Assim, consideramos a síndrome de dispersão zoocórica como fator que melhor explica a relação entre os tipos de florestas na Amazônia Meridional.

**Palavras-chave:** Espécies zoocóricas, recuperação florestal, serviços ecossistêmicos.

### ABSTRACT

The choice of native species used in the management of agroforestry systems for the recovery of anthropized environments, are fundamental for maintaining biodiversity and ecological processes. In this study, we evaluated the structural complexity and diversity of plants in a teak agroforestry, compared to a native forest tangent to the planted area. Thus, we set up 33 plots in the area of native forest and 24 in agroforestry, both with dimensions of 10 × 10 m, at Fazenda São Nicolau, Cotriguaçu, Mato Grosso, Brazil. We collected data on the structure of vegetation and calculated the descriptive phytosociological parameters of the community structure. We used i) PCoA to evaluate the floristic similarity between native forest and agroforestry, ii) GLM to determine the influence of the canopy opening on the vegetation structure, and iii) ANOVA to analyze the structural characteristics by dispersion syndrome. We registered 395 tree individuals belonging to 98 species and 35 families, including the exotic species *Tectona grandis*. We considered abundance and the basal area in relation to the dispersion syndrome, where we noticed, the zoocoria significantly higher when compared to anemocoria and autocoria. Thus, we consider the zoochoric dispersion syndrome as a factor that best explains the relationship between the types of forests in the Southern Amazon.

**Keywords:** Zoochoric species, forest recovery, ecosystemic services.

## INTRODUÇÃO

Os sistemas agroflorestais surgiram em diversos contextos socioculturais, sendo que atualmente sua instalação tem a finalidade de tratamento da cobertura manejada para alcançar o enriquecimento em áreas de pousio, reabilitação de áreas de floresta ripárias, cobertura florestal secundária e recuperação de florestas (Blinn *et al.*, 2013; do Couto *et al.*, 2016). Trata-se de uma alternativa difundida economicamente, para o suprimento de demandas humanas por recursos naturais, além de favorecer à biodiversidade em ambientes recuperados. Essas áreas, quando conectadas com florestas tropicais nativas, oferecem abrigo e recursos para algumas espécies da fauna (Martins-Oliveira *et al.*, 2019). Assim, agroflorestas desempenham um papel de substituição ou auxílio na conservação da floresta natural ou até mesmo ajudam a restaurar as funções florestais, perdidas anteriormente (Schroth *et al.*, 2003).

Ambientes agroflorestais são utilizados com frequência por espécies frugívoras de médio e grande porte como corredores ecológicos, esse designer da paisagem facilita a movimentação da fauna e, conseqüentemente, possibilita a dispersão de sementes de espécies zoocóricas (Trolliet *et al.*, 2017). Assim, a fauna de mamíferos terrícolas, como *Tapirus terrestris* (anta), arborícolas, como *Ateles* spp. (macacos-aranha), ou voadores, como os morcegos, contribuem com serviços ecossistêmicos por meio de manutenção e recomposição florística de áreas reflorestadas, bem como de agroflorestas. Essa fauna, dispersa sementes dos frutos consumidos e sementes nos bolos fecais (Parrotta e Knowles, 2001). Desse modo, as agroflorestas tornam-se corredores de dispersão e podem ser consideradas aliadas na recuperação de ambientes degradados, uma vez que a fragmentação florestal afeta a dispersão de sementes, principalmente das espécies zoocóricas que dependem da fauna local para a sua dispersão (Rooduijn *et al.*, 2018).

A zoocoria é um dos principais meios de dispersão de sementes em florestas tropicais, ocorrem em 70-100% das plantas lenhosas e pode ser comum também nas florestas temperadas, vegetações mediterrâneas ou florestas temperadas do hemisfério sul (Hambuckers *et al.*, 2017). Espécies zoocóricas tendem a predominar em ambientes

úmidos, pois a maior disponibilidade de água fornece melhores condições para o investimento em frutos carnosos e em associação com a fauna frugívora proporcionam a dispersão mais eficiente (Santana *et al.*, 2018). A relação planta-frugívoro tem um papel fundamental na estrutura da floresta e podem representar um dos principais mecanismos que influenciam a distribuição espacial das plantas (Trolliet *et al.*, 2017).

Em florestas clímax e em estágio avançado de regeneração há predominância da dispersão por zoocoria, já em florestas iniciais a uma predominância de espécies anemocóricas e autocóricas (Vicente-Silva *et al.*, 2016). Florestas secundárias e ambientes degradados, distante de outros fragmentos florestais, apresentam uma grande dissimilaridade entre as espécies tolerantes a sombra (maioria dispersa por zoocoria) e intolerantes (maioria anemocóricas e autocóricas). Entretanto, florestas secundárias com maior proximidade à floresta primária apresentam composição de espécies zoocóricas mais semelhante a floresta primária adjacente (Pessoa *et al.*, 2017).

As diferentes síndromes e a frequência em que os diásporos alcançam ambientes favoráveis para o seu estabelecimento, determinam a distribuição espacial e a riqueza das populações vegetais (Talora e Morellato, 2000; Stefanello *et al.*, 2009). O estabelecimento de plantas nativas em ambientes de plantios de espécies arbóreas como as agroflorestas, podem ocorrer independentemente da idade do plantio e da área basal, ambos dependem da disponibilidade da fonte de sementes, já a sobrevivência e o crescimento, dependem da idade do plantio e das condições favoráveis (Trolliet *et al.*, 2017; Ritter *et al.*, 2018).

Os processos que ocorrem no recrutamento de espécies da comunidade arbórea em florestas plantadas e agroflorestas, ainda são incipientes, fazendo-se necessário o desenvolvimento de pesquisas que respondam quais mudanças físicas ocorrem, em relação a uma floresta nativa, especialmente quando ambientes distintos são próximos espacialmente. Assim, uma maneira de avaliar essas mudanças são através de pesquisas sobre a estrutura e síndromes de dispersão em ambos os ambientes. Desse modo, objetivamos

com a presente pesquisa, determinar as relações estruturais da vegetação arbórea de uma floresta nativa em contato com uma agrofloresta, onde consideramos a síndrome de dispersão fator explicativo para a relação entre os ambientes.

## MATERIAL E MÉTODOS

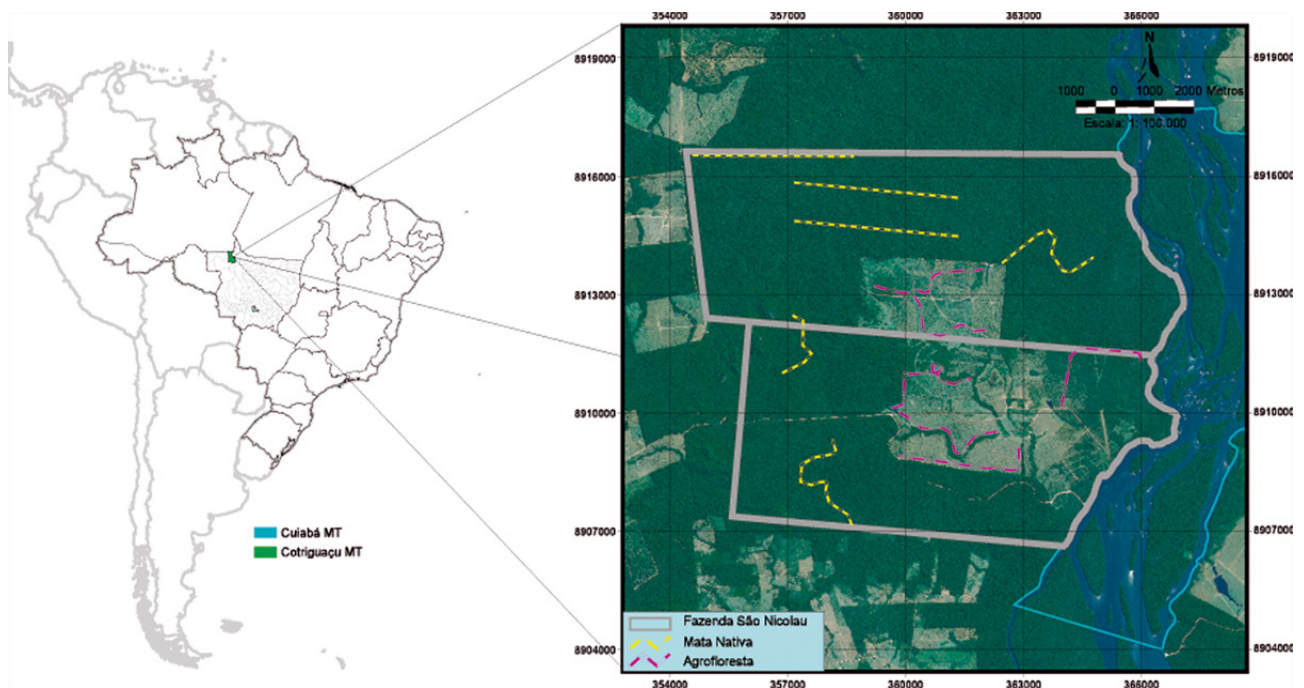
### Área de Estudo

Realizamos a pesquisa na Fazenda São Nicolau, Cotriguaçu, Mato Grosso, Brasil (09°51'17.8" S e 58°14'53.7" W). A propriedade tem extensão de 10.000 hectares, sendo 7.000 hectares de floresta nativa, 1.700 hectares de agrofloresta implantada em forma de talhões, e 1.300 hectares de Área de Preservação Permanente (APP). O sistema de agrofloresta foi implementado com o objetivo principal de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas, anteriormente exploradas como pastagens. As mudas nativas plantadas foram provenientes de sementes coletadas na área de floresta da Fazenda São Nicolau. Entre as 50 espécies plantadas, apenas 10 se adaptaram e se desenvolveram: *Ficus maxima*, *Astronium* sp., *Ceiba speciosa*, *Handroanthus* sp., *Simarouba amara*, *Spondias mombin*, *Schizolobium amazonicum*, *Cordia*

*alliodora*, *Jacaranda copaia* e *Amburana acreana*. Além da teca (*Tectona grandis*), espécie exótica cultivada no plantio, e que apresentou bom desenvolvimento, correspondendo a menos de 20% do total de árvores existentes na agrofloresta (Rodrigues *et al.*, 2011).

### Coleta de dados

Coletamos os dados pelo método de parcelas quadrangulares (10 × 10m) tomando como referência trilhas de monitoramento de mastofauna. Na ocasião, montamos 33 parcelas em área de floresta nativa e 24 na agrofloresta (Figura 1). Em cada parcela amostramos os indivíduos com circunferência à altura do peito (CAP) maior de 15 cm. Também mensuramos a abertura do dossel com ajuda do equipamento esferodensímetro em cada uma das parcelas, além disso, identificamos os indivíduos arbóreos, por meio de coleta e herborização, diretamente no campo, e avaliação de especialistas segundo o *Angiosperm Phylogenetic Group IV* (APG *et al.*, 2016). Identificamos os indivíduos classificados em função da síndrome de dispersão como: Anemocóricos, Autocóricos e Zoocóricos, para isso, seguimos a nomenclatura da Lista de Espécies da Flora do Brasil (Flora do Brasil, 2020).



**Figura 1** - Localização da área de estudo, Fazenda São Nicolau, Cotriguaçu, Mato Grosso, Brasil.

## Análise de dados

Realizamos o teste de Kolmogorov - Smirnov para verificar a normalidade dos dados. Calculamos os parâmetros fitossociológicos (frequência relativa, densidade relativa, dominância relativa e índice de valor de importância) para a caracterização da vegetação arbórea. Utilizamos a ordenação multivariada Análise de Componentes Principais (PCoA), para determinar a similaridade florística entre floresta nativa e agrofloresta, com base na similaridade de Bray-Curtis, e dados de abundância por espécie em relação às parcelas por ambiente.

A partir da relação entre espécies por unidade amostral, elaboramos uma curva de rarefação para determinar o esforço amostral. Calculamos a diferença da abertura de dossel entre os ambientes por meio de um Teste *t*. Para determinar a influência da abertura do dossel na estrutura da vegetação (riqueza, abundância e área basal) em ambos os ambientes, utilizamos um Modelo Linear Generalizado (GLM) com distribuição de Poisson. E por fim, analisamos as características estruturais (abundância e área basal) por síndromes de dispersão por meio de uma ANOVA de dois fatores (Síndrome × Ambiente). Todas as análises foram realizadas no ambiente R versão 3.6.0 (The R Foundation for Statistical Computing Platform, 2019).

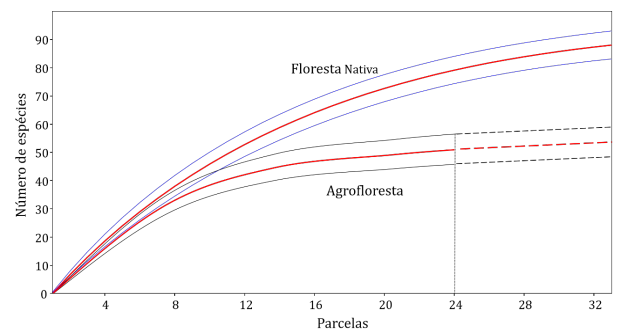
## RESULTADOS

### Caracterização da vegetação

Registramos o total de 395 indivíduos arbóreos pertencentes a 98 espécies e 35 famílias, incluindo a família Lamiaceae da espécie exótica *Tectona grandis*. A floresta nativa apresentou 87 espécies (280 indivíduos) e a agrofloresta apresentou um incremento de 34 espécies nativas além das 10 espécies plantadas durante a formação da agrofloresta, totalizando 44 espécies (115 indivíduos). Além disso, 25 indivíduos não foram identificados, sendo 21 na floresta nativa e quatro na agrofloresta. As famílias mais representativas foram Fabaceae (41 ind.; 13 spp.), Arecaceae (36 ind.; 8 spp.), Moraceae (30 ind.; 8 spp.), Burseraceae (57 ind.; 7 spp.), Bignoniaceae (20 ind.; 5 spp.) e Lauraceae (11 ind.; 5 spp.). Na floresta nativa

as espécies mais representativas foram *Protium heptaphyllum* (6%), *Protium unifoliolatum* (4%), *Protium pilosissimum* (3%) e *Protium spruceanum* (3%). Já na agrofloresta destacaram-se, *Tectona grandis* (12%), *Vismia guianensis* (6%), *Attalea phalerata* (4%) e *Cecropia distachya* (4%).

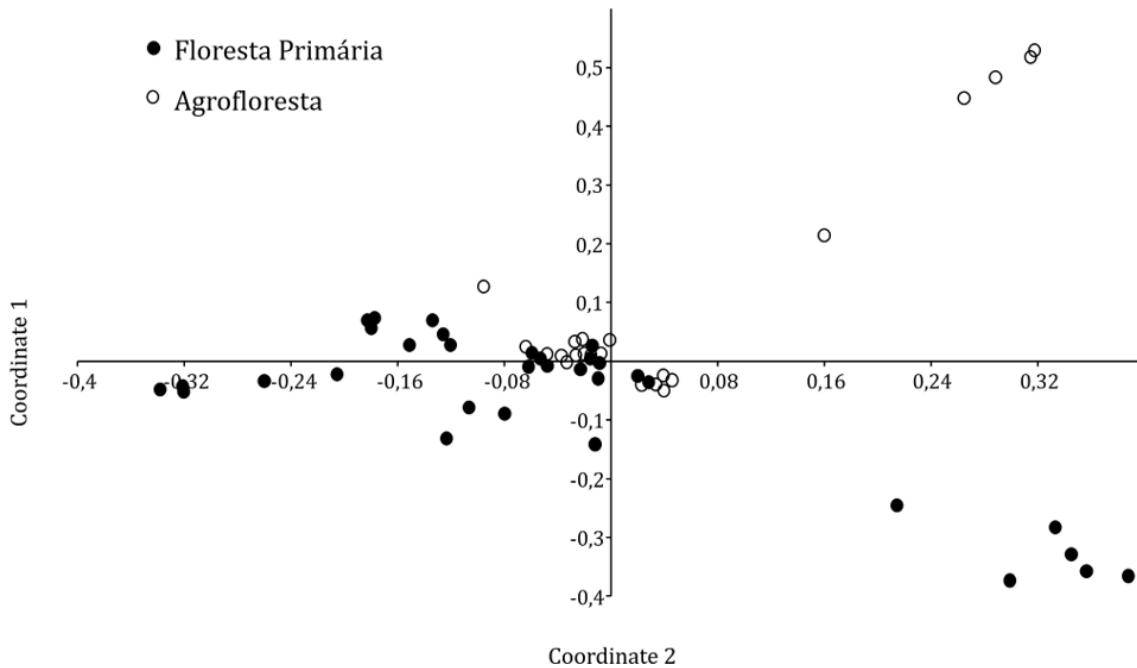
As curvas de rarefação de espécies indicam que o esforço amostral foi satisfatório para a agrofloresta, assim como para a floresta nativa, ainda que a inflexão da curva seja menos evidente neste segundo caso (Figura 2). As curvas demonstram menor riqueza de plantas lenhosas na agrofloresta em comparação a floresta nativa.



**Figura 2** - Curva de rarefação do esforço amostral na floresta nativa e na agrofloresta, na Amazônia Meridional (Linhas tracejadas significa estimativa).

Em relação à similaridade da agrofloresta em contato com a floresta nativa, a PCoA mostrou claramente alguns pontos com similaridade entre os ambientes, também destacamos algumas parcelas distintas quanto a ocorrência de espécies em ambos os ambientes com maior variação na composição de espécies na floresta nativa. Os dois primeiros eixos da ordenação multivariada explicaram 37% da variação dos dados. Na ordenação, observamos claramente essa transição entre os ambientes (Figura 3).

Nossos resultados apontam que, quanto maior a abertura do dossel, menor era a riqueza de espécies na parcela em ambos os ambientes (GLM,  $Z=3,052$ ;  $P<0,01$ ). Em relação a abundância, o padrão foi o mesmo, diminuiu com o aumento da abertura do dossel (GLM,  $Z=3,614$ ;  $P<0,001$ ). A área basal das parcelas também foi influenciada negativamente

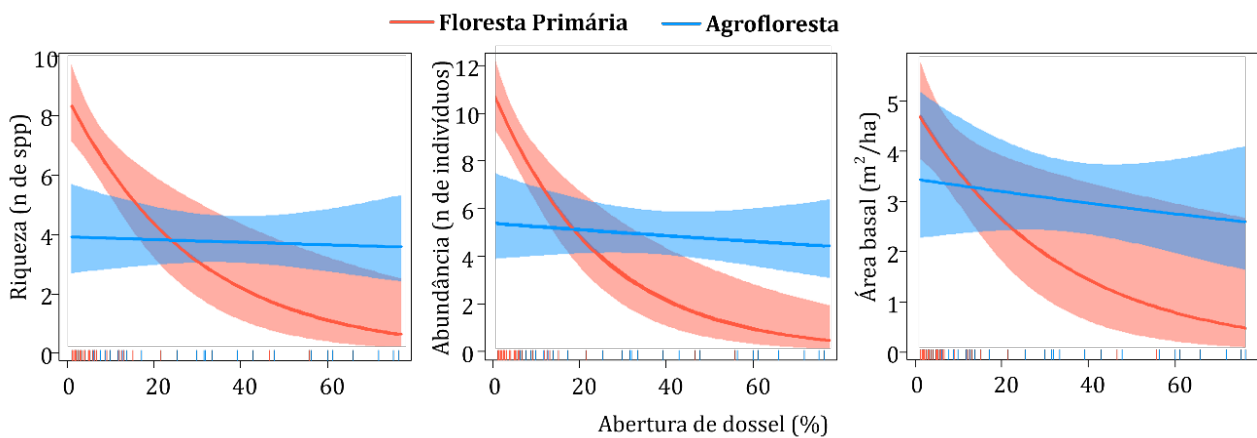


**Figura 3** - Abundância das espécies registradas na floresta nativa e agrofloresta, representada pela análise de coordenadas principais (PCoA), baseado na similaridade de *Bray-Curtis*.

com a abertura do dossel nos dois ambientes (GLM,  $Z=3,614$ ;  $P<0,001$ ), porém, esse padrão foi mais evidente na floresta nativa (Figura 4). Além disso, a média de abertura de dossel foi significativamente maior na agrofloresta do que na floresta nativa (Teste *t*,  $P<0,001$ ).

### SÍNDROMES DE DISPERSÃO

Consideramos a abundância e área basal ( $P<0,01$ ) e identificamos que a ocorrência de zoocoria em ambos os ambientes é significativamente maior, quando comparada com anemocoria e autocoria.

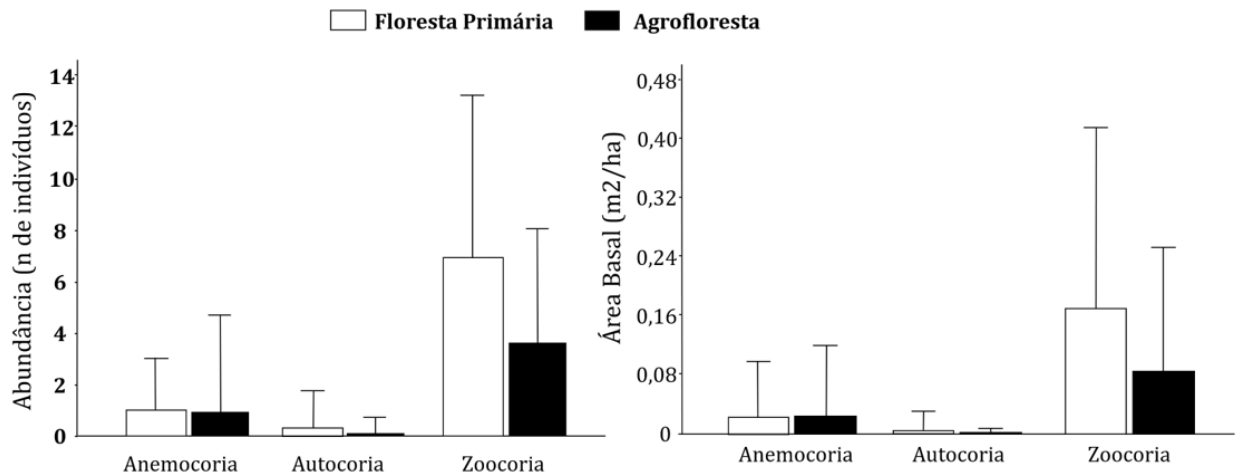


**Figura 4** - Modelo Generalizado Linear (GLM) da relação entre abertura do dossel com a riqueza, abundância e área basal das espécies da floresta nativa e agrofloresta, na Amazônia Meridional.

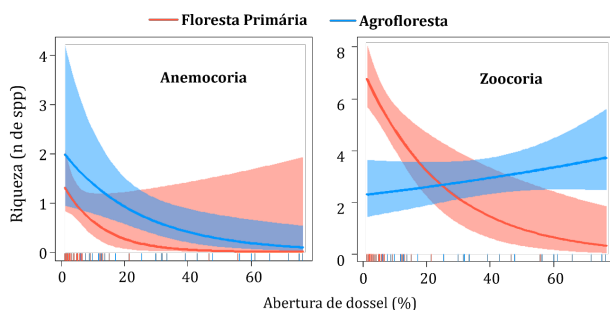
No entanto, não houve diferença significativa entre as características quanto à ocorrência de anemocoria e autocoria, para ambos ambientes. No caso da zoocoria, tanto a abundância como a área basal foram maiores na floresta nativa ( $P < 0,05$ ; Figura 5).

As síndromes de dispersão também se relacionaram com a abertura de dossel (Figura 6). Independente do ambiente, a riqueza de espécies anemocóricas diminuiu com o aumento da abertura do dossel (GLM,  $Z = -1,776$ ;  $P < 0,05$ ). As espécies zoocóricas também apresentaram esse padrão, porém somente na floresta nativa, pois a agrofloresta teve influência positiva (GLM,  $Z = -4,395$ ;  $P < 0,001$ ).

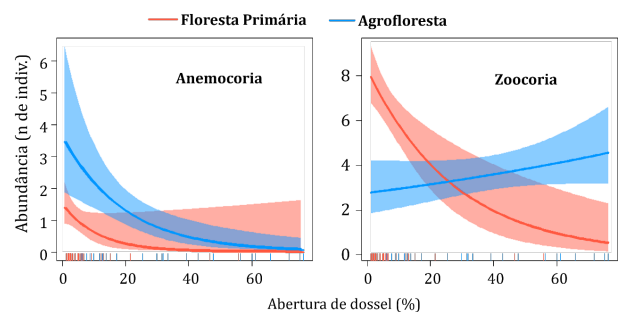
A riqueza e a abundância das síndromes de dispersão também foram influenciadas pela abertura do dossel (Figura 7). A presença de indivíduos anemocóricos teve maior representatividade na agrofloresta, de acordo com o aumento abertura de dossel (GLM,  $Z = 2,048$ ;  $P < 0,05$ ). Por outro lado, indivíduos zoocóricos tenderam a aumentar, quanto maior fosse a abertura do dossel na agrofloresta (GLM,  $Z = 3,748$ ;  $P < 0,001$ ). Em ambos ambientes, identificamos que a área basal é independente da abertura de dossel, assim como das síndromes de dispersão.



**Figure 5** - Relação entre abundância e área basal sobre as síndromes de dispersão da vegetação arbórea na floresta nativa e agrofloresta, na Amazônia Meridional.



**Figura 6** - Modelo Linear Generalizado das síndromes de dispersão, mostrando a relação entre abertura do dossel e riqueza na floresta nativa e na agrofloresta, na Amazônia Meridional.



**Figura 7** - Modelo Linear Generalizado das síndromes de dispersão, mostrando a relação entre abertura do dossel e riqueza na floresta nativa e na agrofloresta, na Amazônia Meridional.

## DISCUSSÃO

A diversidade de espécies registradas neste estudo assemelha-se à diversos outros realizados no norte do estado de Mato Grosso (Araujo *et al.*, 2009; Mews *et al.*, 2012; Maracahipes Santos *et al.*, 2015). Assim, o alto número de espécies registradas na floresta nativa já era esperado devido composição florística Amazônica contribuir para a elevada riqueza (Maracahipes Santos *et al.*, 2015; ter Steege *et al.*, 2019), além disso, a área recebe influência de espécies do Cerrado (Coronado *et al.*, 2015). Similarmente, um estudo realizado na Mata Atlântica verificou a presença de 73,7% de espécies zoocóricas presente na composição arbórea por Pivello *et al.* (2006). Isso se deve ao fato de haver maior proporção dessas espécies nas florestas tropicais (Howe e Smallwood, 1982; Morellato e Leitão-Filho, 1992). Ademais, diversos estudos apontam a família Fabaceae com maior representativa na região (Almeida *et al.*, 2014; Araujo *et al.*, 2009).

As características estruturais da floresta podem influenciar a colonização/dispersão de espécies, potencializar riqueza, abundância e tamanho de indivíduos arbóreos (Demarchi *et al.*, 2018). O dossel por exemplo, pode influenciar o estabelecimento de espécies pioneiras (dossel aberto) (Pinheiro *et al.*, 2013), ou espécies de estágios sucessionais mais avançados (dossel fechado) (Santos *et al.*, 2014). Neste sentido, locais com maior abertura de dossel no interior de florestas nativas são menos ricos, enquanto ambientes naturalmente empobrecidos de espécies e com dossel aberto, como as agroflorestas, podem facilitar o estabelecimento de espécies pioneiras, devido a maior entrada de luz solar nesse ambiente.

A área de agrofloresta deste estudo, mostra claramente o recrutamento de espécies nativas pioneiras, favorecidas pela dispersão abiótica e biótica de sementes vindas da floresta nativa adjacente. Portanto, os pontos amostrados com maior similaridade entre a agrofloresta e a floresta nativa decorrem da colonização da área plantada de agrofloresta por espécies provenientes da floresta nativa (Stefanello *et al.*, 2009). Os sistemas para recuperação de áreas degradadas (Floresta Plantada e Sistema Agroflorestais-SAFs) são compostos por espécies pioneiras que sombreiam o solo nos estágios iniciais de sucessão (Teixeira e Assis, 2009)

e, por serem boas colonizadoras, normalmente estão adaptadas a ambientes pouco favoráveis, de modo que áreas abertas estimulam o aumento dessas espécies (Fearnside, 2010; Hutchison *et al.*, 2018). Tais sistemas ajudam a mitigar os efeitos do desmatamento, além de mostrar excelentes resultados na recuperação de áreas degradadas na Amazônia (Sonter *et al.*, 2017). Nosso estudo mostrou algumas dessas características evidenciadas nas síndromes de dispersão.

Florestas conservadas apresentam padrão característico quanto a redução do diâmetro, concomitantemente buscam atingir o dossel para competirem por luz (Lopes *et al.*, 2013; Draper *et al.*, 2019). Por essa razão, as florestas nativas tendem a responder negativamente as mudanças, pois apresentam um estágio sucessional avançado, caracterizado pela presença de indivíduos bons competidores, principalmente por espaço aéreo e luminosidade (Oliveira Filho *et al.*, 2004).

Os resultados apresentados para a riqueza e abundância de espécies com distintas síndromes de dispersão estão de acordo com o esperado, ou seja, em locais com menor abertura do dossel é esperado que haja maior quantidade de espécies anemocóricas, pela forma em que estas colonizam ambientes abertos (Oliveira e Moreira, 1992). Quanto a zoocoria, a menor riqueza e abundância de espécies zoocóricas com o aumento da abertura do dossel, pode indicar estágios de sucessão iniciais com menor participação da fauna silvestres na colonização de clareiras recentemente abertas (Stefanello *et al.*, 2010). Entretanto na agrofloresta, esse fator pode ter relação com a espécies que foram plantadas inicialmente, considerando que, os locais com maior abertura de dossel, ainda não obtiveram uma regeneração satisfatória, a ponto de reduzir a intensidade e luminosa no sub-bosque, situação essa, que pode resultar na presença dominante das espécies plantadas (Daronco *et al.*, 2013). A zoocoria como síndrome de dispersão dominante na área reforça a importância da fauna nos processos de dispersão de sementes e recrutamento de plântulas, uma vez que, a floresta nativa constitui em refúgios para a fauna silvestre (Reznik *et al.*, 2012). Entretanto, devemos considerar, ao menos de forma complementar, o papel do banco de sementes na composição florística atual das áreas de agrofloresta.

As características relatadas neste estudo, são de grande importância na recuperação da diversidade funcional da comunidade arbórea e interações mutualísticas entre planta-frugívoro (Brancalion *et al.*, 2018). Nesse sentido, os ambientes estudados servem como exemplo de sucesso na recuperação da floresta nativa, considerando as limitações de dispersão de sementes de espécies arbóreas em florestas tropicais (Reid *et al.*, 2015) e a importância da conservação da fauna frugívora para a recuperação de florestas degradadas (Muñoz *et al.*, 2016).

## CONCLUSÕES

Os padrões estruturais da agrofloresta em contato com a floresta nativa nos mostram a importância da zoocoria como determinante na conexão de ambientes recuperados, pois influenciam

fortemente a riqueza e diversificam a composição da comunidade arbórea. Portanto, a importância da síndrome se intensifica em razão das espécies zoocóricas serem independentes à abertura do dossel na agrofloresta. Nesse sentido, a agrofloresta implementada na área de estudo demonstrou ser uma alternativa viável para recuperação de áreas degradadas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade do Estado de Mato Grosso, *Campus* Cáceres-MT, ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Escritório Nacional das Florestas (ONF) Brasil, à Fazenda São Nicolau, e à Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Sinop-MT.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, E.A. de; Lopes, C.R.A.S.; Rodrigues, L., Simão, S.S., & Fernandes, J.M. (2014) - Estrutura Fitossociológica De Floresta Estacional Decidual Submontana E Floresta Ombrófila Aberta Submontana Em Alta Floresta, Mato Grosso. *Enciclopedia Biosfera*, (December), 1058–1078.
- Araujo, R. de A.; Costa, R.B. da; Felfili, J.M.; Gonçalves, I.K.; Sousa, R.A.T. de M.; & Dorival, A. (2009) - Floristics and structure of a forest fragment at a transitional zone at the Amazon in Mato Grosso State, Municipality of Sinop. *Acta Amazonica*, vol. 39, n. 4, p. 865–877. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672009000400015>
- Blinn, C.E.; Browder, J.O.; Pedlowski, M.A. & Wynne, R.H. (2013) - Rebuilding the Brazilian rainforest: Agroforestry strategies for secondary forest succession. *Applied Geography*, vol. 43, p. 171–181. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.06.013>
- Brancalion, P.H.S.; Bello, C.; Chazdon, R.L.; Galetti, M.; Jordano, P.; Lima, R.A.F.; Medina, A., Pizo, M.A. & Reid, J.L. (2018) - Maximizing biodiversity conservation and carbon stocking in restored tropical forests. *Conservation Letters*, vol. 11, n. 4, art. e12454. <https://doi.org/10.1111/conl.12454>
- APG; Chase, M.W.; Christenhusz, M.J.M.; Fay, M.F.; Byng, J.W.; Judd, W.S.; Soltis, D.E.; Mabberley, D.J.; Sennikov, A.N.; Soltis, P.S.; Stevens, P.F.; Briggs, B.; Brockington, S.; Chautems, A.; Clark, J.C.; Conran, J.; Haston, E.; Möller, M.; Moore, M.; Olmstead, R.; Perret, M.; Skog, L.; Smith, J.; Tank, D.; Vorontsova, M. & Weber, A. (2016) - An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, vol. 181, n. 1, p. 1–20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Coronado, E.N.H.; Dexter, K.G.; Pennington, R.T.; Chave, J.; Lewis, S.L.; Alexiades, M.N.; Alvarez, E.; Alves de Oliveira, A.; Amaral, I.L.; Araujo-Murakami, A.; Arets, E.J.M. M.; Aymard, G.A.; Baraloto, C.; Bonal, D.; Brienen, R.; Cerón, C.; Cornejo Valverde, F.; Di Fiore, A.; Farfan-Rios, W.; Feldpausch, T.R.; Higuchi, N.; Huamantupa-Chuquimaco, I.; Laurance, S.G.; Laurance, W.F.; López-Gonzalez, G.; Marimon, B.S.; Marimon-Junior, B.H.; Monteagudo Mendoza, A.; Neill, D.; Palacios Cuenca, W.; Peñuela Mora, M.C.; Pitman, N.C.A.; Prieto, A.; Quesada, C.A.; Ramirez Angulo, H.; Rudas, A.; Ruschel, A.R.; Salinas Revilla, N.; Salomão, R.P.; Segalin de Andrade, A.; Silman, M.R.; Spironello, W.; ter Steege, H.; Terborgh, J.; Toledo, M.; Gamarra, L.V.; Vieira, I.C.G.; Torre, E.V.; Vos, V. & Phillips, O.L. (2015) - Phylogenetic diversity of Amazonian tree communities. *Diversity and Distributions*, vol. 21, n. 11, p. 1295–1307. <https://doi.org/10.1111/ddi.12357>



- Daronco, C.; Melo, A.C.G. de & Durigan, G. (2013) - Ecosistema em restauração versus ecossistema de referência: estudo de caso da comunidade vegetal de mata ciliar em região de Cerrado, Assis, SP, Brasil. *Hoehnea*, vol. 40, n. 3, p. 485–498. <https://doi.org/10.1590/s2236-89062013000300008>
- Demarchi, L.O.; Scudeller, V.V.; Moura, L.C.; Dias-Terceiro, R.G.; Lopes, A.; Wittmann, F.K. & Piedade, M.T.F. (2018) - Floristic composition, structure and soil-vegetation relations in three white-sand soil patches in central Amazonia. *Acta Amazonica*, vol. 48, n. 1, p. 46–56. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201603523>
- do Couto, W.H.; dos Anjos, L.H.C.; Salvador Wadt, P.G. & Pereira, M.G. (2016) - Soil attributes and resistance to penetration in agroforestry system areas in southwestern amazon. *Ciência Florestal*, vol. 26, n. 3, p. 811–823.
- Draper, F.C.; Asner, G.P.; Coronado, E.N.H.; Baker, T.R.; García-Villacorta, R.; Pitman, N.C.A.; Fine, P.V.A.; Phillips, O.L.; Gómez, R.Z.; Guerra, C.A.A.; Arévalo, M.F.; Martínez, R.V.; Brienen, R.J.W.; Monteagudo-Mendoza, A.; Montenegro, L.A.T.; Sandoval, E.V.; Roucoux, K.H.; Arévalo, F.R.R.; Acuy, Í.M.; Pasquel, J.D.A.; Casapia, X.T.; Llampazo, G.F.; Medina, M.C.; Huaymacari, J.R. & Baraloto, C. (2019) - Dominant tree species drive beta diversity patterns in western Amazonia. *Ecology*, vol. 100, n. 4, art. e02636. <https://doi.org/10.1002/ecy.2636>
- Fearnside, P.M. (2010) - Consequências do Desmatamento da Amazônia. *Scientific American Brasil*, vol. Especial Biodiversidade, p. 54–59.
- Flora do Brasil (2020) - Jardim Botânico do Rio de Janeiro. [cit. 2020.03.13] <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 13 de março de 2020
- Hambuckers, J.; Dauvrin, A.; Trolliet, F.; Evrard, Q.; Forget, P.M. & Hambuckers, A. (2017) - How can seed removal rates of zoochoric tree species be assessed quickly and accurately? *Forest Ecology and Management*, vol. 403, p. 152–160. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.07.042>
- Howe, H.F. & Smallwood, J. (1982) - Ecology of Seed Dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*, vol. 13, p. 201–228. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.13.110182.001221>
- Hutchison, C.; Gravel, D.; Guichard, F. & Potvin, C. (2018) - Effect of diversity on growth, mortality, and loss of resilience to extreme climate events in a tropical planted forest experiment. *Scientific Reports*, vol. 8, art. 15443. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-33670-x>
- Lopes, S. de F.; Prado Júnior, J.A. do; do Vale, V.S. & Schiavini, I. (2013) - Impactos Ambientais Antrópicos Como Modificadores Da Estrutura E Funcionalidade De Florestas Estacionais Semidecíduais No Triângulo Mineiro, Brasil. *Caminhos de Geografia*, vol. 14, n. 47, p. 233–242.
- Maracahipes Santos, L.; Lenza, E.; dos Santos, J.O.; Marimon, B.S.; Eisenlohr, P.V.; Marimon Junior, B.H. & Feldpausch, T. R. (2015) - Diversity, floristic composition, and structure of the woody vegetation of the Cerrado in the Cerrado–Amazon transition zone in Mato Grosso, Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, vol. 38, n. 4, p. 877–887. <https://doi.org/10.1007/s40415-015-0186-2>
- Martins Oliveira, A.T.; Steiner, C.S.B.; de Melo, F.R.; dos Santos-Filho, M.; Peres, C.A. & Canale, G.R. (2019) - Primate and ungulate responses to teak agroforestry in a southern Amazonian landscape. *Mammalian Biology*, vol. 96, p. 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2019.03.015>
- Mews, H.A.; Marimon, B.S.; Maracahipes, L. & Oliveira, E.A. de. (2012) - Análise temporal das distribuições de diâmetros e alturas de uma Floresta Estacional Semidecídua na transição Cerrado-Floresta Amazônica, leste de Mato Grosso, Brasil. *Biotemas*, vol. 25, n. 2, p. 33–43. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2012v25n2p33>
- Morellato, L.P.C. & Leitão-Filho, H.F. (1992). Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil (L.P.C. Morellato, org.). Editora da Unicamp/Fapesp, Campinas, p. 112-140.
- Muñoz, M.C.; Schaefer, H.M.; Böhning-Gaese, K. & Schleuning, M. (2016) - Importance of animal and plant traits for fruit removal and seedling recruitment in a tropical forest. *Oikos*, vol. 126, n. 6, p. 823-832. <https://doi.org/10.1111/oik.03547>
- Oliveira Filho, A.T.; Carvalho, D.A.; Vilela, E.A.; Curi, N. & Fontes, M.A.L. (2004) - Diversity and structure of the tree community of a fragment of tropical secondary forest of the Brazilian Atlantic Forest domain 15 and 40 years after logging. *Revista Brasileira de Botânica*, vol. 27, n. 4, p. 685–701. <https://doi.org/10.1590/s0100-84042004000400009>

- Oliveira, P.E.A.M. & Moreira, A. G. (1992) - Anemocoria em espécies de cerrado e mata de galeria de Brasília, DF. *Revista Brasileira de Botânica*, vol. 2, p. 163–174.
- Parrotta, J.A. & Knowles, O.H. (2001) - Restoring tropical forests on lands mined for bauxite: Examples from the Brazilian Amazon. *Ecological Engineering*, vol. 17, n. 2–3, p. 219–239. [https://doi.org/10.1016/S0925-8574\(00\)00141-5](https://doi.org/10.1016/S0925-8574(00)00141-5)
- Pessoa, M.S.; Hambuckers, A.; Benchimol, M.; Rocha-Santos, L.; Bomfim, J.A.; Faria, D. & Cazetta, E. (2017) - Deforestation drives functional diversity and fruit quality changes in a tropical tree assemblage. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, vol. 28, p. 78–86. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2017.09.001>
- Pinheiro, M.P.; Oliveira Filho, J.A. de; França, S.; Amorim, A.M. & Mielke, M.S. (2013) - Annual variation in canopy openness, air temperature and humidity in the understory of three forested sites in southern Bahia state, Brazil. *Ciência Florestal*, vol. 23, n. 1, p. 107–116. <https://doi.org/10.5902/198050988445>
- Pivello, V.R.; Petenon, D.; Jesus, F.M. de; Meirelles, S.T.; Vidal, M.M.; Alonso, R. de A.S.; Franco, G.A.D.C. & Metzger, J.P. (2006) - Chuva de sementes em fragmentos de Floresta Atlântica (São Paulo, SP, Brasil), sob diferentes situações de conectividade, estrutura florestal e proximidade da borda. *Acta Botanica Brasilica*, vol. 20, n. 4, p. 845–859. <https://doi.org/10.1590/s0102-33062006000400010>
- Reid, J.L.; Holl, K.D. & Zahawi, R.A. (2015) - Seed dispersal limitations shift over time in tropical forest restoration. *Ecological Applications*, vol. 25, n. 4, p. 1072–1082. <https://doi.org/10.1890/14-1399.1>
- Reznik, G.; Pires, J.P. de A. & Freitas, L. (2012) - Efeito de bordas lineares na fenologia de espécies arbóreas zoocóricas em um remanescente de Mata Atlântica. *Acta Botanica Brasilica*, vol. 26, n. 1, p. 65–73. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000100008>
- Ritter, L.J.; Campanello, P.I.; Goya, J.F.; Pinazo, M.A. & Arturi, M.F. (2018) - Plant size dependent response of native tree regeneration to landscape and stand variables in loblolly pine plantations in the Atlantic Forest, Argentina. *Forest Ecology and Management*, vol. 429, p. 457–466. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.07.036>
- Rodrigues, D.J.; Izzo, T.J. & Battirola, L.D. (2011) - *Descobrimos a Amazônia Meridional: Biodiversidade da Fazenda São Nicolau*. Pau e Prosa Comunicação, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil, pp. 301
- Rooduijn, B.; Bongers, F. & van der Wal, H. (2018) - Wild native trees in tropical homegardens of Southeast Mexico: Fostered by fragmentation, mediated by management. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 254, p. 149–161. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.10.015>
- Santana, J.P.; da Rocha, P. A.; Oliveira, E.V. da S.; Prata, A.P.D.N. & Ribeiro, A. de S. (2018) - Phenological patterns of zoochoric shrub and tree species in two areas of ibura National Forest, northeastern Brazil. *Neotropical Biology and Conservation*, vol. 13, n. 3, p. 212–223. <https://doi.org/10.4013/nbc.2018.133.04>
- Santos, F.P. dos; Pereira, W.S.; Marques, E.Q.; Umetsu, R.K.; Elias, F. & Rossete, A. N. (2014) - Fragmentação da cobertura vegetal no entorno de uma unidade de conservação na transição Cerrado-Amazônia. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, vol. 10, n. 19, p. 2286–2301.
- Schroth, G.; Coutinho, P.; Moraes, V.H.F. & Albernaz, A.L. (2003) - Rubber agroforests at the Tapajós river, Brazilian Amazon - Environmentally benign land use systems in an old forest frontier region. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 97, n. 1-3, p. 151–165. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(03\)00116-6](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(03)00116-6)
- Sonter, L.J.; Herrera, D.; Barrett, D.J.; Galford, G.L.; Moran, C.J. & Soares-Filho, B.S. (2017) - Mining drives extensive deforestation in the Brazilian Amazon. *Nature Communications*, vol. 8, art. 1013. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-00557-w>
- Stefanello, D.; Fernandes-Bulhão, C. & Martins, S.V. (2009) - Síndromes de dispersão de dementes em três trechos de vegetação ciliar (nascente, meio e foz) ao longo do rio Pindaíba, MT. *Revista Árvore*, vol. 33, n. 6, p. 1051–1061.
- Stefanello, D.; Ivanauskas, N.M.; Martins, S.V.; Silva, E. & Kunz, S.H. (2010) - Síndromes de dispersão de diásporos das espécies de trechos de vegetação ciliar do rio das Pacas, Querência - MT. *Acta Amazonica*, vol. 40, n. 1, p. 141–150. <https://doi.org/10.1590/s0044-59672010000100018>
- Talora, D.C. & Morellato, P.C. (2000) - Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, vol. 23, n. 1, p. 13–26. <https://doi.org/10.1590/s0100-84042000000100002>
- Teixeira, A. de P. & Assis, M.A. (2009) - Relação entre heterogeneidade ambiental e distribuição de espécies em uma floresta paludosa no Município de Cristais Paulista, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, vol. 23, n. 3, p. 843–853. <https://doi.org/10.1590/s0102-33062009000300025>

- ter Steege, H.; Mota de Oliveira, S.; Pitman, N.C.A.; Sabatier, D.; Antonelli, A.; Andino, J.E. G.; Aymard, G.A. & Salomão, R.P. (2019) - Towards a dynamic list of Amazonian tree species. *Scientific Reports*, vol. 9, art. 3501. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-40101-y>
- The R Foundation for Statistical Computing Platform (2019) - R VERSION 3.5.3. (2019). The R The R Foundation for Statistical Computing Platform, 2019
- Trolliet, F.; Forget, P.M.; Doucet, J.L.; Gillet, J.F. & Hambuckers, A. (2017) - Frugivorous birds influence the spatial organization of tropical forests through the generation of seedling recruitment foci under zoochoric trees. *Acta Oecologica*, vol. 85, p. 69–76. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2017.09.010>
- Vicente-Silva, J.; Bergamin, R.S.; Zanini, K.J.; Pillar, V.D. & Müller, S.C. (2016) - Assembly patterns and functional diversity of tree species in a successional gradient of Araucaria forest in Southern Brazil. *Natureza e Conservação*, vol. 14, n. 2, p. 67–73. <https://doi.org/10.1016/j.ncon.2016.09.006>