
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGIA VEGETAL)

**A DIVERSIDADE DA REGENERAÇÃO NATURAL E FATORES QUE PODEM
INFLUENCIAR O AUMENTO DA RIQUEZA REGENERANTE EM ÁREAS EM
PROCESSO DE RESTAURAÇÃO COM DISTINTAS IDADES.**

Andrea Garafulic Aguirre

Tese apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de doutor em biologia vegetal.

Julho - 2019

Andrea Garafulic Aguirre

**A DIVERSIDADE DA REGENERAÇÃO NATURAL E FATORES QUE PODEM
INFLUENCIAR O AUMENTO DA RIQUEZA REGENERANTE EM ÁREAS EM
PROCESSO DE RESTAURAÇÃO COM DISTINTAS IDADES.**

Tese apresentada ao Instituto de
Biotecnologia do Campus de Rio Claro,
Universidade Estadual Paulista, como
parte dos requisitos para obtenção do
título de doutor em Ciências Biológicas
(Biologia Vegetal).

Orientador: Prof. Dr. Massanori Takaki

Rio Claro

2019

A284d

Aguirre, Andrea Garafulic

A diversidade da regeneração natural e fatores que podem influenciar o aumento da riqueza regenerante em áreas em processo de restauração com distintas idades / Andrea Garafulic Aguirre. -- Rio Claro, 2019

94 p. : tabs., fotos, mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro

Orientador: Massanori Takaki

1. Idade. 2. Abertura de dossel. 3. Regeneração natural. 4. Diversidade alfa. 5. Diversidade beta. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

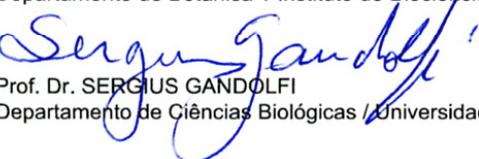
TÍTULO DA TESE: A restauração em áreas tropicais: recrutamento de diferentes formas de vida regenerantes, abertura de dossel e métricas mais previsíveis

AUTORA: ANDREA GARAFULIC AGUIRRE

ORIENTADOR: MASSANORI TAKAKI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGIA VEGETAL), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. MASSANORI TAKAKI
Departamento de Botânica / Instituto de Biociências de Rio Claro - UNESP


Prof. Dr. SERGIUS GANDOLFI
Departamento de Ciências Biológicas / Universidade de São Paulo

Prof. Dr. PEDRO VASCONCELOS EISENLOHR
Alta Floresta / UNEMAT


Prof. Dr. ADRIANA MARIA ZANFORLIN MARTINI
Depto de Ciências Biológicas/Universidade Federal de São Paulo

Profa. Dra. MARCIA CRISTINA MENDES MARQUES
Depto. de Botânica / Universidade Federal do Paraná

Rio Claro, 26 de fevereiro de 2019

Título alterado para: "A DIVERSIDADE DA REGENERAÇÃO NATURAL E FATORES QUE
PODEM INFLUENCIAR O AUMENTO DA RIQUEZA REGENERANTE EM ÁREAS EM
PROCESSO DE RESTAURAÇÃO COM DISTINTAS IDADES."

Onde se lê: RESTAURAÇÃO

Ler-se-á: RESTAURAÇÃO

Instituto de Biociências - Câmpus de Rio Claro -
Av. 24-A no. 1515, 13506900, Rio Claro - São Paulo
<http://www.unesp.br/instituto-biociencias/programas/biologia-vegetal/apresentacao/CNPJ: 48.031.918/0018-72>



Agradecimentos

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

À Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho (UNESP - Campus Rio Claro, SP), à Pró-Reitoria de Pós-Graduação e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Biologia Vegetal).

Ao meu orientador Prof. Dr. Massanori Takaki por aceitar me orientar, me dar liberdade e acreditar no meu trabalho.

Agradeço aos professores, que ministraram as disciplinas que fiz durante o doutorado, em especial ao Prof. Dr. Marcos Antônio de Assis, Marco Aurélio Pizo Ferreira, Mauro Galetti e Rosana Kolb.

Aos professores Massanori Takaki e Adelita Aparecida Sartori Paoli com quem fiz os estágios de docência e pude aprender não apenas o conteúdo teórico, mas também como ter uma melhor didática e uma excelente interação com os alunos.

Aos professores e pesquisadores que me auxiliaram na identificação das espécies regenerantes coletadas (João Batista Baitello (Lauraceae), Renato Goldenberg (Melastomataceae), Osny T. Aguiar (Myrtaceae), Daniele Monteiro (Piperaceae), Marcelo A. de Pinho Ferreira (Rubiaceae), Geraldo Antônio Daher Corrêa Franco (Generalista), Cinthia Kameyama (Acanthaceae), Vinicius Antônio de Oliveira Ditricch (pteridófitas) e Berta Villagra (trepadeiras).

Ao Prof. Dr. Sergius Gandolfi pelo grande aprendizado na área de restauração ecológica.

Aos professores que compuseram a banca, pelo tempo, atenção e contribuições dadas a esta tese.

À prefeitura de Extrema, Departamento de Meio ambiente, por todo o apoio em campo e logística, em especial ao Benedito Arlindo Cortez.

Agradeço ao meu pai e minha mãe por toda a dedicação, amor, carinho e por sempre me apoiarem em todas as minhas decisões.

Agradeço ao meu amado marido Jimmy Alejandro Cartes Villalobos por me ajudar com a tese e me apoiar nos meus estudos. Obrigada por sempre acreditar em mim e na minha capacidade, me orientar e me acalmar.

Agradeço a minha irmã e melhor amiga Prof.^a Dr.^a Juliana Toledo Lima por toda a ajuda fornecida nesta tese além, é claro, de estar sempre presente em todos os momentos da minha vida me apoiando de todas as formas. Obrigada por tudo amiga querida!

Agradeço ao Prof. Dr. Sidnei E. Lima Junior e ao Juliano van Melis por toda a paciência e ajuda nas análises estatísticas.

Agradeço à Prof.^a Dr.^a Letícia Couto Garcia pelas sugestões e correções.

Ao meu filho querido, por toda a paciência de esperar a mamãe nos momentos em que me dediquei à tese e ao grande tempo, que estive ausente para fazer os campos.

Agradeço à vida por me permitir estudar o que mais amo.

Agradeço à natureza que nos proporcionou este planeta tão maravilhoso!

Agradeço a toda sociedade que pagou por meus estudos, no qual espero poder um dia retribuir.

RESUMO

Grandes iniciativas mundiais no esforço de alavancar um aumento na restauração ecológica surgiram recentemente, como a Iniciativa 20 x 20 e a Bonn Challenge, que apresentam como meta conjunta restaurar 500 milhões de hectares até 2030. Assim, uma das metas da ecologia aplicada à restauração é buscar compreender as distintas maneiras pelas quais a vegetação varia durante o processo de restauração e quais fatores influenciam o aumento da riqueza de espécies regenerantes. Este trabalho teve como objetivos: (1) Compreender como variam a abundância relativa e riqueza rarefeita, quando se comparam a regeneração natural total e específica (espécies que ocorreram apenas na área de referência), nas áreas em restauração com diferentes idades. (2) Avaliar como variam a diversidade alfa e beta nas áreas em restauração com idades distintas. (3) Observar a variação na abertura do dossel nas áreas com idades distintas. (4) Analisar se as variáveis da abertura do dossel e a idade são fatores importantes no que tange à influência com o aumento da riqueza de espécies regenerantes. Nove áreas em processo de restauração, localizadas no município de Extrema (Minas Gerais), foram selecionadas com 4, 7 e 10 anos de idade e um fragmento de referência, onde ao todo, 360 parcelas foram instaladas. Em cada parcela foram mensurados todos os regenerantes entre 20 cm e 2 m de altura (ervas, trepadeiras, arbustos, arbóreas e pteridófitas). Resultados: Foram encontrados 6788 regenerantes. As herbáceas e arbóreas tiveram as maiores abundâncias relativas geral e específica. Quando se comparou a riqueza rarefeita total com o fragmento, as áreas com 7 e 10 anos alcançaram o patamar da área de referência. No entanto, quando se comparou a riqueza rarefeita específica, nenhuma área em restauração alcançou a riqueza da área de referência. As áreas com 7 anos foram as que tiveram maior diversidade alfa e as áreas com 10 anos apresentaram os menores índices de maneira geral. Com relação à diversidade beta, observou-se que as áreas apresentaram baixa similaridade. As aberturas do dossel foram significativamente distintas entre as áreas com diferentes idades. As áreas com 10 anos apresentaram um padrão similar (20%) de abertura em suas parcelas ocorrendo o início temporal de homogeneização do dossel. A abertura do dossel e sua variação não apresentaram relação com o aumento da riqueza de

espécies regenerantes. Por outro lado, a variável idade mostrou influenciar o aumento da riqueza de espécies. Concluimos que depende da forma como se avalia a riqueza de espécies, podemos obter resultados distintos quando comparamos a riqueza entre as áreas em restauração e a área de referência. As áreas tiveram uma baixa similaridade, o que demonstra que cada área em restauração tem uma importância única para a preservação das espécies. No caso destas áreas de estudo a idade é uma variável importante e está atrelada a vários fatores, pois com o aumento da idade, há a tendência na formação de um dossel mais estruturado, mais espécies frutificando e maior tempo de chegada de propágulos alóctones.

Palavras-chave: idade. abertura de dossel. regeneração natural. diversidade alfa. diversidade beta.

ABSTRACT

Major global initiatives in an effort to leverage an increase in the ecological restoration areas have recently emerged, such as the 20 x 20 Initiative and the Bonn Challenge, which aim to restore together 500 million hectares by 2030. Thus, one of the goals of ecology applied to restoration is to look at the different ways in which vegetation varies during the restoration process and what factors influence the increase of regenerating species richness. This work has as objectives: (1) To understand how the relative abundance and rarefied richness vary, when comparing the total and specific natural regeneration (species that occurred only in the reference area) in restoration areas having varying ages. (2) To evaluate how alpha and beta diversity varies in areas of restoration of different ages. (3) To observe the variation in canopy opening in areas of different ages. (4) To analyze whether the variable canopy opening and age are important factors in the influence or relation with the increase of the richness of regenerating species. Nine areas aged 4, 7 and 10 under restoration process were selected and a reference fragment, in which a total of 360 parcels were installed. All the areas are located in the Municipality of Extrema, Minas Gerais. In each plot was measured all regenerants between 20 cm and 2 m in height (herbs, climbers, shrubs, trees and pteridophytes). Results: 6788 regenerants were found. Herbs and trees had the highest relative abundances, general and specific. When comparing the total rarefied richness with the fragment, the areas aged 7 and 10 years reached the level of the reference area. However, when the rarefied specific richness was compared, no area in restoration reached the wealth of the reference area. The areas aged 7 years were those, which had greater diversity alpha, and the areas aged 10 years presented the lowest indices. Regarding the beta diversity, it was observed that the areas presented low similarity. Canopy openings were significantly different between areas of different ages. The areas aged 10 years were presented a similar pattern (20%) of opening in their plots, causing the temporal onset of canopy homogenization. The canopy opening, and its variation was not related to the increase of the richness of regenerating species. On the other hand, the variable age showed to influence the increase of species richness. Thus, we can get to the conclusion that depending on the way we evaluate species

richness, we may obtain a large range of different results when comparing the richness between the areas under restoration and the reference area. The areas had a low similarity, which shows that each area under restoration has a unique importance for the preservation of the species. In relation to this study age is an important variable is linked to several factors, because of the increase of age, there is a trend in the formation of a more structured canopy, more fruiting species and longer arrival time of alien propagules.

Key - words: age. canopy opening. natural regeneration. alpha diversity. beta diversity.

SUMÁRIO

Introdução geral	11
Objetivos	14
Referências.....	15
CAPÍTULO I: “Abundância, riqueza e diversidade alfa e beta em áreas em processo de restauração com distintas idades”	18
Resumo	19
Introdução	21
Objetivos específicos e hipóteses.....	22
Materiais e Métodos	23
Área de estudo.....	23
Delineamento experimental.....	26
Análise dos dados.....	27
Resultados	28
Abundância	28
Riqueza.....	30
Diversidade alfa.....	32
Diversidade beta.....	33
Discussão	34
Conclusão	39
Referências.....	40
Anexos.....	43
Capítulo II: A variação do dossel e a idade nas áreas em restauração como possíveis fatores que influenciam a riqueza de espécies regenerantes	63
Resumo.....	64

Introdução.....	65
Objetivos específicos e hipóteses.....	66
Materiais e Métodos.....	67
Área de estudo.....	67
Delineamento experimental.....	67
Análise dos dados.....	68
Resultados.....	69
Variação temporal da abertura do dossel.....	69
Riqueza.....	70
Abertura do dossel x riqueza.....	71
Discussão.....	73
Conclusão.....	76
Referências.....	77
Anexos.....	81
Considerações Finais.....	92

Introdução geral

Um estudo recente mostrou que existem cerca de 2 bilhões de hectares de áreas degradadas em todo o planeta (CHAZDON, 2017). Há, portanto, inúmeras oportunidades de projetos de restauração em grande escala – o que possibilitaria o retorno da funcionalidade dessas áreas e a oferta de múltiplos benefícios para a sociedade e as gerações futuras (CHAZDON, 2017). Destes 2 bilhões, cerca de 1 bilhão de hectares se encontram em áreas tropicais (LAESTADIUS et al., 2011). Assim, atualmente, um dos principais focos para a ecologia da restauração é a de ampliar e de integrar esforços de restauração em larga escala com o desafio de grandes mudanças climáticas geradas por distintas ações antrópicas (REID; ARONSON, 2017).

De acordo com a *Society for Ecological Restoration* (SER, 2004), por “restauração” se entende o “processo de assistir à recuperação de um ecossistema que foi degradado, perturbado ou destruído”. Essa ciência recente utiliza como base conceitual outras áreas de conhecimento, como Ecologia de Comunidades, Ecologia de Paisagens, Dinâmica Florestal e os Processos Sucessionais (YOUNG, 2000). A restauração pode acelerar o processo de regeneração, promovendo mudanças microclimáticas e uma maior complexidade estrutural da comunidade vegetal (GANDOLFI, 2017). Podendo, ainda, promover a proteção e a recomposição do solo, a manutenção dos recursos hídricos, além de auxiliar na conservação da biodiversidade (SABOGAL; BESACIER; MCGUIRE, 2015).

O sucesso das áreas em processo de restauração pode ser baseado em três grandes atributos do ecossistema: i) diversidade, ii) estrutura da vegetação e iii) processos ecológicos (RUIZ-JAEN; AIDE, 2005). Nesse cenário, entender o papel da diversidade na restauração se constitui como um fator importante para alcançar um resultado satisfatório quanto às metas propostas, principalmente no que tange à conservação da biodiversidade.

A diversidade tem um papel fundamental nos estudos ecológicos, pois é usada como indicador importante da qualidade ou maturidade do ecossistema (MAGURRAN, 2011). E existem diversas maneiras de se quantificar a biodiversidade como: através da mensuração do número de espécies (riqueza); da abundância de indivíduos dessas espécies ou também usando os índices de

diversidade (MAGURRAN, 2013). No entanto, a diversidade também pode ser avaliada em distintas escalas, a qual podemos defini-las em três categorias: alfa (α), beta (β) e gama (γ). A diversidade alfa (α) ou local, possui propriedade espacial definida dentro de uma única comunidade (MAGURRAN, 2013). A diversidade (β) corresponde à diversidade entre habitats ou comunidades dentro do mesmo ecossistema, sendo, portanto, uma diversidade, na qual analisa a variação na composição de espécies entre diferentes áreas (WHITTAKER; WILLIS; FIELD, 2001). Já a diversidade γ (gama) ou regional, corresponde à diversidade entre todas comunidades de uma área ou região geográfica.

Estudos que analisaram as trajetórias sucessionais nas áreas em restauração observaram que a riqueza de espécies normalmente varia de forma crescente em relação à idade das áreas em restauração (LETCHER; CHAZDON, 2009; SUGANUMA; ASSIS, DURIGAN, 2014; BETACCHI et al., 2016). No entanto, mesmo após décadas, a diversidade de distintas formas de vida pode não alcançar o patamar de diversidade das áreas de referência (KANOWSKI et al., 2003; GARCIA et al., 2014; GARCIA et al., 2016; SHOO et al., 2016). Dessa forma, a inserção das distintas formas de vida tem sido um grande desafio nos projetos de restauração florestal (MAYFIELD, 2016), o que demanda novos estudos e técnicas para avaliá-las (GARCIA et al., 2016).

Além da diversidade, outros tópicos importantes a serem estudados para se definir o sucesso das áreas em processo de restauração são a estrutura da vegetação e os processos ecológicos (RUIZ-JAEN; AIDE, 2005). Nesse sentido, ainda são poucos os estudos voltados a determinar e utilizar métricas que possam avaliar variáveis associadas aos processos e ciclos ecológicos (WORTLEY HERO; HOWES, 2013). A avaliação da regeneração natural por meio de dados estruturais, riqueza e composição de espécies pode ser uma ferramenta útil para indicar processos ecológicos nas áreas em processo de restauração (MELO; DURIGAN, 2007). Além disso, os estudos que envolvem a regeneração natural podem possibilitar um bom indicativo dos processos sucessionais, cuja avaliação pode indicar o estado e o potencial de resiliência das áreas em restauração (FONSECA et al., 2017).

O estudo da dinâmica de ecossistemas durante o processo de restauração pode gerar novos *insights* sobre a ecologia preditiva, assim como uma melhor compreensão sobre o processo sucessional e a assembléia de comunidades (PALMER; AMBROSE; POFF, 1997; ABELLA; SCHETTER; WALTERS, 2018). Vários fatores têm sido apontados como determinantes para o sucesso da regeneração natural sob áreas restauradas, sendo uns dos principais, a estrutura do dossel (GARCIA; GANDOLFI; RODRIGUES, 2007; SOUZA; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015; SPADETO et al., 2017).

As árvores que compõem o dossel não só atuam sobre a quantidade de luz por meio de suas copas (MEJÍA-DOMÍNGUEZ et al., 2011), mas também influenciam outros processos importantes, como é o caso das propriedades físicas e químicas do solo (GARBIN; ZANDAVALLI; DILLENBURG, 2006) e dos microrganismos que nele vivem (LAMBAIS et al., 2006). Sob a copa das árvores cria-se um micro-habitat específico, que estabelece forças seletivas capazes de dar origem às interações específicas entre espécies (SOUZA; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

A abertura do dossel fornece uma dinâmica temporal e espacial dentro da floresta (WIRTH; WEBER; RYEL, 2001), e que gera uma heterogeneidade de radiação no sub-bosque (GARCIA et al., 2007). Mudanças sutis na luz que infiltra através do dossel podem influenciar a sobrevivência e o recrutamento de plantas jovens, afetando a riqueza da regeneração natural (MONTGOMERY; CHAZDON, 2002). Esses pequenos flashes de luz contribuem também para o balanço de carbono das mudas (WAY; PEARCY, 2012).

Outro fato que pode influenciar a riqueza das espécies regenerantes é a idade do plantio (MELO; DURIGAN, 2007). Visto que a riqueza local pode depender do tempo desde o início da montagem da comunidade, já que esta variável influencia os processos de estruturação regional e local (ALEXANDER et al., 2012). Nas áreas no início da sucessão, apenas um subconjunto de espécies do *pool* regional consegue colonizar a comunidade, sendo normalmente a riqueza local de espécies baixa (SFERRA; HART; HOWETH, 2017). Outras espécies adicionais irão chegar às áreas ao longo do tempo, e gerarão um aumento transitório na riqueza que, posteriormente, declinarão devido à competitividade local e a exclusão, quando

a área estiver nos processos mais tardio da sucessão (SFERRA; HART; HOWETH, 2017). Assim, um filtro ambiental mediado pela idade poderia produzir uma composição de espécies específicas para cada idade, quando a dispersão não se encontrar limitada (HORSÁK et al., 2012).

Objetivos

Tendo em vista a importância da restauração no cenário atual, esta tese teve como objetivo realizar uma pesquisa sobre como variam a diversidade, a riqueza e a abundância das espécies regenerantes nas áreas em restauração com idades distintas e compreender quais fatores poderiam influenciar a riqueza das espécies regenerantes.

No capítulo I, intitulado: “**Abundância, riqueza e diversidade alfa e beta nas áreas em processo de restauração com distintas idades**”, analisamos como variam a abundância relativa e a riqueza rarefeita entre áreas em processo de restauração com idades distintas e com relação ao ecossistema de referência. Também avaliamos a diferença entre a abundância relativa e a riqueza rarefeita quando comparamos às espécies regenerantes totais e as espécies florestais ou específicas (espécies que foram encontradas apenas no ecossistema de referência). Com relação à diversidade alfa e beta, observamos através de distintos índices de diversidade como ocorre a variação destas nas áreas no processo de restauração.

O capítulo II foi intitulado: “**A variação do dossel e a idade nas áreas em restauração como possíveis fatores que influenciam a riqueza das espécies regenerantes**”. Neste capítulo analisamos como variam a abertura do dossel nas áreas com idades distintas e se as variáveis idade e abertura do dossel podem responder ou explicar a variação na riqueza das espécies regenerantes.

Referências

- ABELLA, S.R.; SCHETTER, T. A.; WALTERS, T. L. Testing the hypothesis of hierarchical predictability in ecological restoration and succession. **Oecologia**, v. 186, n. 2, p. 541–553, 2018.
- ALEXANDER, H. M., et al. Metapopulations and metacommunities: combining spatial and temporal perspectives in plant ecology. **Journal of Ecology** 100:88–103, 2012.
- BERTACCHI, M.I.F., et al. Establishment of tree seedlings in the understory of restoration plantations: natural regeneration and enrichment plantings. **Restoration Ecology**, Vol. 24, No. 1, pp. 100–108, 2016.
- CHAZDON, R.L. Landscape restoration natural regeneration, and the forests of the future. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 102, n. 2, p. 251–257, 2017.
- FONSECA, D. A. et al. Avaliação da regeneração natural em área de restauração ecológica e mata ciliar de referência. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, p. 521-534, 2017.
- GANDOLFI, S. (2017). Uma teoria sobre o processo de restauração ecológica de florestas tropicais e subtropicais: proposta e aplicação. **Tese de Livre Docência**. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.
- GARBIN, M. L.; ZANDEVALLI, R. B.; DILLENBURG, L. R. Soil patches of inorganic nitrogen in subtropical Brazilian plant communities with *Araucaria angustifolia*. **Plant and Soil**, v. 286, n. 1-2, p. 323-337, 2006.
- GARCIA, L. C. et al. Heterogeneidade do dossel e quantidade de luz no recrutamento do sub-bosque de uma mata ciliar no Alto São Francisco, Minas Gerais: análise através de fotos hemisféricas. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 99-101, 2007.
- GARCIA, L. C. et al. Flower and fruit availability along a forest restoration gradient. **Biotropica**, 46, 114–123. <https://doi.org/10.1111/btp.12080>, 2014.
- GARCIA, L. C. et al. Restoration over time: is it possible to restore trees and non-trees in high-diversity forest? **Applied Vegetation Science**, v.19, n. 4, p.655-666, 2016.
- HORSACK, M. et al. The age of island-like habitats impacts habitat specialist species richness. **Ecology** 93:1106–1114, 2012.
- KANOWSKI, J. et al. Development of forest structure on cleared rainforest land in eastern Australia under different styles of reforestation. **Forest Ecology Management**, 183, 265– 280, 2003.
- LAESTADIUS, L. S. et al. Mapping opportunities for forest landscape restoration. **Unasylva**, v. 238, n. 62, p. 47– 48, 2011.

LAMBAIS, M.R. et al. Bacterial diversity in tree canopies of the Atlantic Forest. **Science**, v. 312, n. 5782, p. 1917, 2006.

LETCHER, S.G.; CHAZDON, R.L. Rapid recovery of biomass, species richness, and species composition in a forest chronosequence in northeastern Costa Rica. **Biotropica**, 41:608-617, 2009.

MAGURRAN, A. E. **Medindo a Diversidade Biológica**. Editora UFPR. Curitiba, Paraná, Brasil, 2011.

MAGURRAN, A. E. **Measuring Biological Diversity**. [s.l.] John Wiley & Sons, 2013.

MALFIELD, M. M. Restoration of tropical forests requires more than just planting trees, a lot more. . . **Applied Vegetation Science**, 19 (2016) 553–554, 2016.

MEJÍA-DOMÍNGUEZ, N. R, et al. Individual canopy-tree species effects on their immediate understory microsite and sapling community dynamics. **Biotropica**, v. 43, n. 5, p. 572-581, 2011.

MELO, A. C. G.; DURIGAN, G. Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema, SP – Brasil. **Scientia forestalis**, v. 101, n. 73, p. 101-111, 2007.

MONTGOMERY, R. A.; CHAZDON, R. L. Light gradient partitioning by tropical tree seedlings in the absence of canopy gaps. **Oecologia**, v. 131, n. 2, p.165–174, 2002.

PALMER, M. A., AMBROSE, R.F., POFF, N.L. Ecological theory and community restoration ecology. **Restoration Ecology**, v. 5, n. 4, p. 291–300, 1997.

REID, J. L.; ARONSON, J. Ecological restoration in a changing Biosphere. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 102, n. 2, p. 185–187, 2017.

RUIZ-JAEN, M. C.; AIDE, T. M. Restoration success How is it being measured? **Restoration Ecology**, 13, 569-577, 2005.

SABOGAL, C.; BESACIER, C.; MCGUIRE, D. Forest and landscape restoration: Concepts, approaches and challenges for implementation. **Unasyva**, v. 245, n. 66, p. 3–10, 2015.

SER. **The SER International Primer on Ecological Restoration**. 2004.
Disponível em: <[http:// https://www.ser.org/page/SERDocuments](http://https://www.ser.org/page/SERDocuments)>. Acesso em: 14 de janeiro de 2019.

SFERRA, C.O.; HART, J.L.; HOWETH, J.G. Habitat age influences metacommunity assembly and species richness in successional pond ecosystems. **Ecosphere**, 8, 6-18, 2017.

SHOO, L. P. et al. Slow recovery of tropical old-field rainforest regrowth and the value and limitations of active restoration. **Conservation Biology**, 30, 121–132, 2016.

SOUZA; F. M.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Species-specific associations between overstory and understory tree species in a semideciduous tropical forest. **Acta Botanica Brasilica**, v. 29, n. 1, p. 73–81, 2015.

SPADETO, C. et al. Facilitative effects of tree species on natural regeneration in an endangered biodiversity hotspot. **Brazilian Journal of Botany**, v. 40, n. 4, p. 943-950, 2017.

SUGANUMA, M. S.; ASSIS, G. B.; DURIGAN, G. Changes in plant species composition and functional traits along the successional trajectory of a restored patch of Atlantic Forest. **Community Ecology**, v. 15, n. 27–36, 2014

WAY, D. A.; PEARCY, R. W. Sunflecks in trees and forests: from photosynthetic physiology to global change biology. **Tree Physiology**, v. 32, n. 9, p.1066–1081, 2012.

WHITTAKER, R. J.; WILLIS, K. J.; FIELD, R. Scale and species richness: towards a general, theory of species diversity hierarchical. **Diversity**, v. 28, n. 4, p. 453–470, 2001.

WIRTH, R.; WEBER, B.; RYEL, R. J. Spatial and temporal variability of canopy structure in a tropical moist forest. **Acta Oecologica**, v. 22, n. 5-6, p. 235–244, 2001.

WORTLEY, L.; HERO, J. M.; HOWES, M. Evaluating Ecological restoration success: a review of the literature. **Restoration Ecology**, v. 21, n. 5, p. 537–543, 2013.

YOUNG, T.P. Restoration ecology and conservation biology. **Biological Conservation** v: 92, n. 1, p. 73-83, 2000.

CAPÍTULO I

A ABUNDÂNCIA, RIQUEZA E DIVERSIDADE NAS ÁREAS EM PROCESSO DE RESTAURAÇÃO COM DISTINTAS IDADES

Este capítulo foi preparado segundo as normas da revista *Applied Vegetation Science*

A abundância, riqueza e diversidade nas áreas em processo de restauração com distintas idades

Resumo

Questionamentos: Como variam a abundância relativa e riqueza quando se comparam à regeneração natural total e florestal (espécies que ocorreram apenas na área de referência), nas áreas em restauração com distintas idades? Como os padrões de diversidade alfa e beta variam nas comunidades em restauração?

Local: Florestas em restauração com alta diversidade de espécies, no Bioma Mata Atlântica, Brasil.

Métodos: Foram mensurados todos os regenerantes (dos grupos: herbáceas, trepadeiras, arbustos, arbóreas e pteridófitas), nas áreas em restauração de distintas idades (4, 7 e 10 anos), sendo amostradas três áreas por faixa etária. Analisamos a abundância relativa e riqueza rarefeita geral e florestal (apenas espécies observadas na área de referência), assim como, os índices de Shannon e o índice de Equabilidade de Pielou para avaliar a diversidade alfa, e os índices de Jaccard e Bray-Curtis para avaliar a diversidade beta.

Resultados: Foram encontrados 6788 regenerantes. As herbáceas e arbóreas tiveram as maiores abundâncias relativas geral e florestal. Quando se comparou à riqueza rarefeita total com o fragmento, as áreas com 7 e 10 anos alcançaram o patamar da área de referência. No entanto, quando se comparou à riqueza rarefeita florestal nenhuma área em restauração alcançou a riqueza da área de referência. As áreas com 7 anos foram as que tiveram maior diversidade alfa e as áreas com 10 anos apresentaram os menores índices de forma geral. Com relação à diversidade beta, observou-se que as áreas apresentaram baixa similaridade.

Conclusão: As áreas com 10 anos tiveram uma melhor proporção entre os distintos grupos de forma de vida com relação à abundância relativa. Dependendo da forma como se avalia a riqueza de espécies, podemos obter resultados completamente distintos quando comparamos à riqueza entre as áreas em restauração e a área de referência. A diversidade beta mostrou, que apesar de se usar o plantio direto, mesmo espaçamento e similaridade nas espécies plantadas, as áreas em restauração tiveram

uma baixa similaridade qualitativamente e quantitativamente, o que demonstra que cada área em restauração tem uma importância única para a preservação das espécies.

Palavras-chave: Restauração ecológica. cronosequência florestal. floresta tropical. processo sucessional.

Introdução

Atualmente a restauração de ecossistemas degradados é aceita como uma prioridade global (Suding et al., 2015; Brudvig et al., 2017). Visto que, as áreas em restauração promovem importantes processos que objetivam recuperar a integridade ecológica dos ecossistemas, reparando os processos vitais do planeta (Sabogal et al., 2015). Assim como, contribuem para a persistência da biodiversidade, visto que, é um dos componentes-chave em programas de conservação, e essencial para a busca da sustentabilidade (Aronson & Alexander, 2013).

No que tange à persistência da biodiversidade, as áreas em processo de restauração podem fornecer novos *insights* sobre tópicos como sucessão, diversidade e riqueza de espécies nas comunidades (Walker, Walker, Hobbs, 2007; Abella, Schetter, & Walters, 2018). Assim, uma das metas da ecologia aplicada à restauração é buscar as distintas maneiras pelas quais a vegetação varia durante o processo de restauração (Aronson, Blignaut, & Aronson, 2017).

A variação na vegetação de uma ou mais áreas em processo de restauração podem ser avaliadas através da diversidade de espécies. A qual podemos fazer essa mensuração através do número de espécies (riqueza); da abundância de indivíduos dessas espécies (modelos de abundância) ou também usando índices de diversidade (Magurran, 2013). Com relação à diversidade, está também pode ser mensurada em distintas escalas, segundo Whittaker (1972), podemos definir três categorias de diversidade: alfa (α), beta (β) e gama (γ). A diversidade alfa pode ser definida como uma diversidade local, e que corresponde ao número de espécies presentes em um determinado habitat (Whittaker, 1972). Já a diversidade beta corresponde à diversidade entre habitats em um ecossistema, e que se revela pela heterogeneidade da estrutura das comunidades (composição da associação das espécies e proporção entre as abundâncias das diferentes espécies) (Whittaker, 1972). E por fim, a diversidade γ (gama), que corresponde à diversidade regional, relacionada ao número total de espécies observado em todos os habitats dentro de uma área geográfica (Whittaker, 1972).

Uma ótima métrica para analisar as diversidades alfa e beta é a avaliação da regeneração natural de plântulas presentes no sub-bosque, uma vez que os regenerantes podem indicar os processos ecológicos associados à dinâmica

sucessional das comunidades em restauração (Fonseca et al., 2017). Além deste fato, a regeneração natural representa as espécies que superaram as barreiras ou filtros ecológicos correlacionados com os processos de dispersão e estabelecimento (Suganuma & Durigan, 2015).

No entanto, nem todas as espécies que compõem a regeneração nas áreas em processo de restauração podem ser interessantes para o processo de recomposição destas áreas. Visto que, em áreas no início do processo de restauração pode-se observar a presença de uma grande densidade de plantas herbáceas (ruderais e ou gramíneas) no sub-bosque, que podem competir com outras espécies florestais, podendo restringir a germinação e o estabelecimento das espécies regenerantes (Tucker & Murphy, 1997; Gandolfi, 2017).

Desta forma, este trabalho teve como objetivos: 1. Compreender como variam a abundância relativa total e florestal (espécies florestais que foram encontradas na área de referência) para cada grupo regenerante nas distintas idades. 2. Observar a variação da riqueza rarefeita total e florestal nas distintas idades e comparar estas com a área de referência. 3. Avaliar a variação da diversidade alfa e beta nas diferentes áreas.

Objetivos específicos e hipóteses:

Abundância relativa: Analisar como ocorre a variação da abundância para cada grupo das diferentes formas de vida nas distintas idades e no fragmento.

Hipótese: As áreas de 10 anos irão apresentar uma maior semelhança na distribuição da abundância relativa à área de referência.

Riqueza de espécies: Analisar como varia a riqueza rarefeita nas distintas áreas em processo de restauração e fazer a comparação com a área de referência.

Hipótese: As riquezas geral e específica irão ser maiores nas áreas com 10 anos, mas não atingiram o patamar da riqueza da área de referência.

Diversidade alfa: Analisar como os padrões de diversidade alfa (parâmetros de diversidade por local) variam nas comunidades em restauração.

Hipótese: A idade das áreas em restauração irá influenciar a diversidade alfa, com perspectiva de aumento da diversidade diretamente relacionado ao aumento da maturidade florestal.

Diversidade beta: Analisar os padrões de diversidade beta, ou seja, a similaridade de espécies entre as áreas em restauração e a área de referência.

Hipótese: a diversidade beta será baixa na paisagem, uma vez que as áreas em processo de restauração tiveram o mesmo método de plantio e similaridade de espécies plantadas e estão no início do processo de restauração, corroborando a premissa da homogeneização biótica em áreas jovens em restauração.

Materiais e Métodos

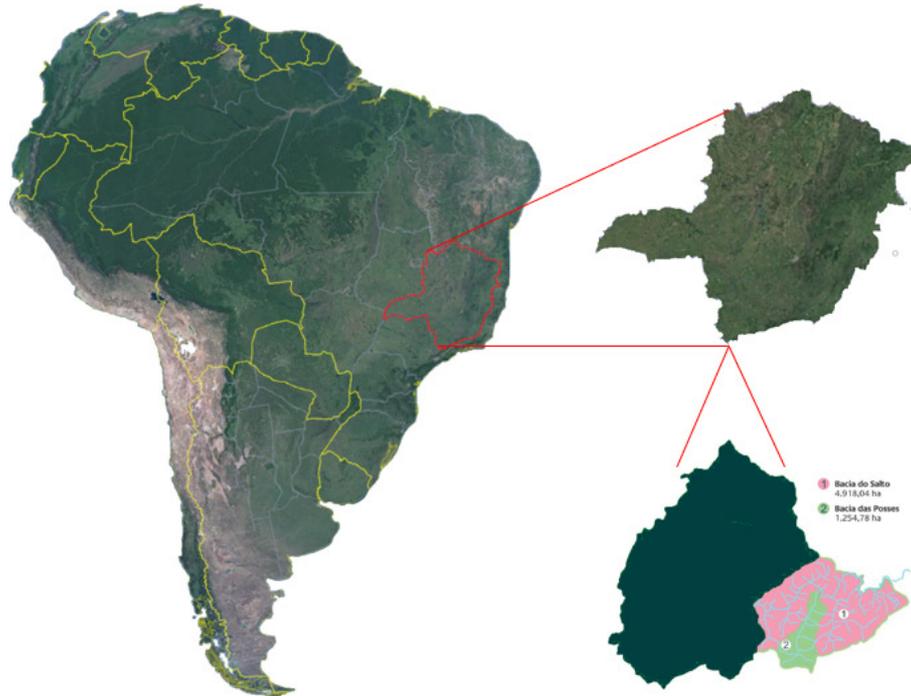
Área de Estudo

Implantamos o experimento em Extrema, município do estado de Minas Gerais (22°51'18"S-46°19'04"O). Extrema apresenta clima da região Cfb (zona subtropical úmida, com verão temperado), volume médio de precipitação de 1.500 mm/ano, enquanto a temperatura média é de 17,2°C e a altura média, de 1.069 metros (Alvares et al., 2013).

A vegetação do município é caracterizada por uma área de ecótono entre as formações Floresta Ombrófila Densa (FOD) e Floresta Estacional Semidecidual (FES) (IEF, 2013). Extrema integra o Sistema Cantareira, composto por um conjunto interconectado de represas que proporcionam o abastecimento de 10 milhões de pessoas para a maior cidade do país, São Paulo (Pereira et al., 2010).

As áreas em restauração selecionadas fazem parte do Programa Conservador das Águas, uma iniciativa de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), que visa principalmente promover a conservação de solos e o aumento de áreas florestadas por meio da restauração ecológica (Richards et al., 2015). A figura nº1 mostra a localização do município e as bacias, onde o programa foi inserido.

Figura nº1 - Mapa mostrando o destaque do Estado de Minas Gerais, o município de Extrema e as duas bacias onde o estudo foi realizado, Bacia do Salto (em rosa) e Bacia das Posses (em verde claro).



Fonte: Imagem modificada de <https://www.extrema.mg.gov.br/conservadordasaguas/o-projeto>.

A totalidade das áreas que se encontram em processo de restauração pelo Projeto Conservador das Águas foram realizadas através do plantio de mudas, sendo este elaborado pela mesma equipe formada por funcionários da secretaria de Meio Ambiente de Extrema. Esta equipe foi treinada pelos professores que fazem parte do Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal LERF- ESALQ.

Como procedimento padrão, antes de se implementar o plantio, é feita uma aplicação de Glifosato para o controle de gramíneas exóticas. Neste mesmo período, também é feito o controle de formigas cortadeiras através de iscas granuladas colocadas nos olheiros e nas trilhas. Para ambos procedimentos, a aplicação pós-plantio apenas foi feita em casos muito particulares de forma isolada. Com relação ao tipo de adubação foram utilizados 150 gramas de NPK 4-14-8 (adubação de berço) e 50 gramas de NPK 20-5-20 (adubação de cobertura), esta última sendo aplicada a cada seis meses. Todas as mudas foram plantadas com hidrogel (250 gramas por

berço) e a irrigação foi feita apenas na primeira semana pós-plantio. O controle de gramíneas exóticas foi feito a cada três meses, onde utilizou-se a moto-roçadeira até o instante em que as áreas começaram a apresentar uma grande quantidade de regenerantes. A partir deste momento foi utilizada a roçada manual, sendo a manutenção realizada em média até os dois anos pós-plantio.

Os plantios foram elaborados com elevada diversidade, variando entre 52 e 57 espécies (lista de espécies plantadas em cada área encontra-se no anexo nº01) e alta similaridade (análise de similaridade através do Índice de Jaccard encontra-se no anexo nº02). Todas as mudas foram fornecidas pelo mesmo viveiro, o espaçamento entre mudas foi de 3 x 2, onde houve uma alternância entre mudas de diversidade e de preenchimento.

Com relação à seleção das áreas escolhidas para este estudo utilizamos como critérios: áreas que apresentavam entre 1,5 e 2,0 hectares; o mesmo uso e ocupação (caracterizados por pastagens antigas com mais de 10 anos de atividade); áreas que apresentavam uma distância entre 100 e 320 metros de fragmentos florestais em estágio médio de regeneração; e mesma técnica de restauração (plantio de mudas com alta diversidade de espécies). A figura nº02 mostra a localização das áreas selecionadas para este estudo e a área de referência (a descrição do fragmento se encontra no anexo nº03).

Figura nº02 – Áreas em processo de restauração que foram utilizadas para este estudo. Área em amarelo – Referência; Áreas em azul – 4 anos; Áreas em vermelho – 7 anos; Áreas em laranja – 10 anos.



Fonte: Google Earth Pro.

Delineamento experimental

Instalamos 270 parcelas no total, sendo 90 parcelas nas 3 áreas com 4 anos de idades, 90 parcelas nas 3 áreas com 7 anos e 90 parcelas nas 3 áreas com 10 anos de idade. Também selecionamos 90 parcelas na área de referência. Cada parcela teve uma área de 2 x 2 m, o equivalente a 1080 m² nas áreas em processo de restauração e 360 m² na área de referência. Alocamos a primeira parcela por sorteio de pontos, sendo que as demais parcelas foram alocadas a cada 10 metros de

distância uma da outra, a partir da primeira parcela, de forma vertical ou horizontal, dependendo da conformação da área. A fim de evitar efeito de borda agressivo, mantivemos uma distância mínima de 10 metros de qualquer corpo com água ou borda. Em cada parcela, incluímos todos os indivíduos das diferentes formas de vida regenerantes - arbóreas, herbáceas, arbustos, trepadeiras e pteridófitas – com altura entre 10 centímetros e 2 metros (Sapkopa & Odén, 2009).

Para as trepadeiras, usamos a definição de Darwin (1865), que as conceituou como “plantas que não se sustentam sozinhas, precisando de um suporte”. Podendo estas serem classificadas como herbáceas, trepadeiras lenhosas ou arbustos lianescentes, apresentando diversas formas quanto ao hábito de escalar plantas (Villagra, Gomes, Burnham, Romaniuc Neto, 2013). Com relação às pteridófitas, foi considerado neste trabalho o seu termo mais amplo incluindo as licófitas e monilófitas. Com relação às espécies arbustivas, consideramos os indivíduos que apresentaram caules lenhosos, baixa estatura na fase reprodutiva e com emissão de ramificações próximas ao solo.

Análise dos dados

Para se obter a abundância relativa geral, utilizamos a quantidade total de indivíduos para cada idade dividido pelo número de indivíduos dos distintos grupos de formas de vida. O mesmo foi realizado para a área de referência. No caso da abundância relativa de espécies florestais, foram selecionadas e utilizadas apenas as espécies que foram encontradas na área de referência, assim como, foram excluídas as espécies exóticas e invasoras.

Considerando que a riqueza de espécies é dependente do tamanho da amostra, que a relação entre riqueza e tamanho da amostra não é linear e que essa relação pode ser diferente (entre as comunidades dependendo da equabilidade), a comparação da riqueza entre as áreas de diferentes idades e a de referência se fez através de curva de rarefação. Utilizamos o software PAST 3.20 para a análise dos dados (Hammer, Harper, & Ryan, 2001). Elaboramos duas curvas de rarefação a fim de se comparar à diferença entre elas considerando uma curva contendo todas as espécies encontradas e a segunda com as espécies que foram encontradas apenas na área de referência.

Nós analisamos a diversidade alfa através dos índices de diversidade de Shannon (H') e a equabilidade de Pielou (J) (Magurran, 2004). Uma vez que, o índice de diversidade de Shannon (H'), seja mais influenciado pelas espécies de menor densidade ou “raras” na amostra (Magurran; 2004). E o índice de equabilidade de Pielou (J), seja utilizado para se estimar o equilíbrio da distribuição das espécies nas comunidades (Magurran; 2004). Calculamos todos os índices por meio do software PAST 3.20 (Hammer, Harper, & Ryan, 2001).

Analisamos a diversidade beta ou regional através das diferenças na composição de espécies e suas abundâncias entre cada local, utilizando métodos multivariados de análise hierárquica de agrupamentos a partir dos coeficientes de Jaccard (qualitativo – presença e ausência de espécies) e Bray-Curtis (quantitativo – abundância das espécies) (Magurran, 2013). Construimos os dendrogramas utilizando o método de ligação média de grupos (UPGMA), que concede peso igual para os grupos considerando seu tamanho, sendo adequado quando grupos de amostras semelhantes estão sendo comparados. A análise foi realizada com o software PAST®v3.20 (Hammer, Harper, & Ryan,2001).

Resultados

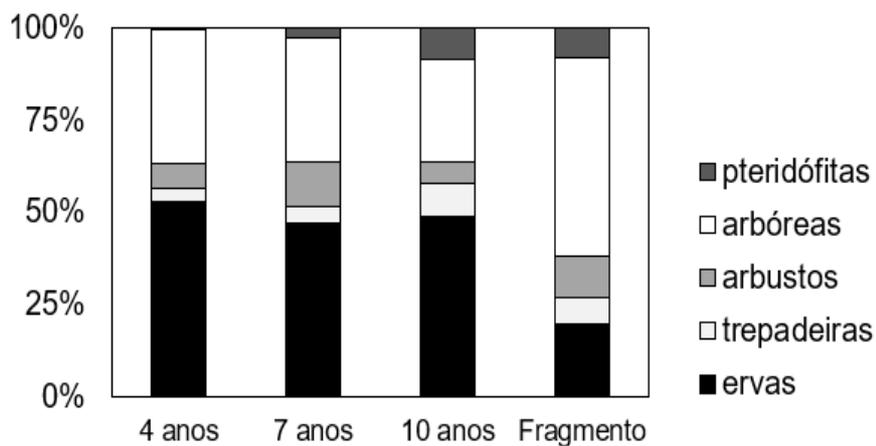
Em 360 parcelas foram encontrados 6788 regenerantes, destes, 5549 indivíduos foram observados nas áreas em processo de restauração e 1239 indivíduos regenerantes na área de referência. Foram encontrados 64 famílias e 207 espécies. Sendo 97 espécies arbóreas, 26 espécies arbustivas, 51 espécies herbáceas, 6 pteridófitas e 24 espécies de trepadeiras (a lista de espécies pode ser visualizada no Anexo nº04).

Abundância

Quando comparamos à abundância relativa geral de cada grupo em uma cronossequência, é possível evidenciar que as ervas foram o grupo com maior abundância em todas as áreas em processo de restauração, sofrendo diminuição drástica na área de referência, onde o grupo com maior abundância foi o das arbóreas. Podemos notar que a abundância relativa das herbáceas nas áreas em processo de

restauração não teve uma redução expressiva com o aumento da idade (Figura 3). Os indivíduos arbóreos tiveram sua abundância reduzida com o aumento das idades nas áreas em processo de restauração (Figura 3). Já as abundâncias relativas para os grupos das pteridófitas e das trepadeiras foram aumentando progressivamente com a idade das áreas em restauração, sendo que as áreas com 10 anos, inclusive, apresentaram uma maior abundância para estes grupos na área de referência (Figura 3). E por fim, com relação às espécies arbustivas, as áreas com sete anos foram as que apresentaram a maior abundância para este grupo que foi praticamente semelhante à abundância relativa na área de referência (Figura 3).

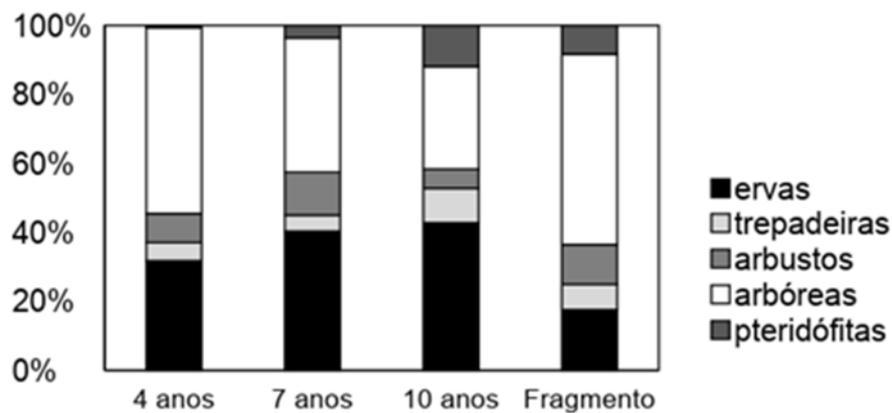
Figura n ° 3 - Abundância relativa geral das distintas formas de vida por categoria, expressa em porcentagem de indivíduos.



Quando se avalia a abundância relativa dos grupos por idade levando apenas em consideração as espécies florestais (espécies presentes na área de referência, exceto *Rubus rosifolius* Sm. e *Centella asiatica* (L.) Urb.), e que são as espécies que realmente interessam para a avaliação das áreas em processo de restauração (Figura n°04). No caso das ervas, a abundância foi aumentando conforme a idade das áreas em restauração, tendência oposta à abundância, quando tal grupo foi avaliado à área de referência (Figura n°04). A abundância das espécies arbóreas diminuiu com o aumento da idade das áreas em restauração, sendo a abundância relativa deste grupo a mais significativa para a área de referência. A abundância das espécies de trepadeiras permaneceu praticamente igual entre as áreas com 4 e 7 anos, havendo

um aumento da abundância relativa deste grupo nas áreas com 10 anos. Com relação à abundância das espécies arbustivas, as mesmas tiveram uma grande variação nas diferentes idades, e apenas as áreas com 7 anos tiveram uma abundância semelhante ao fragmento. As pteridófitas sofreram um aumento gradual na abundância com relação à idade das áreas. Já as espécies de trepadeiras tiveram um maior incremento na abundância relativa entre as áreas em restauração (apenas nas áreas de 10 anos), chegando este grupo a ter maior representatividade nestas áreas que no ecossistema de referência.

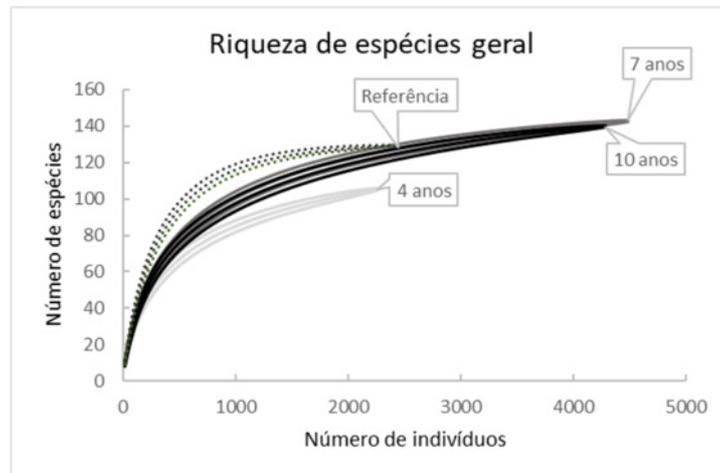
Figura nº 4 - Abundância relativa geral das distintas formas de vida por categoria, expressa em porcentagem de indivíduos.



Riqueza

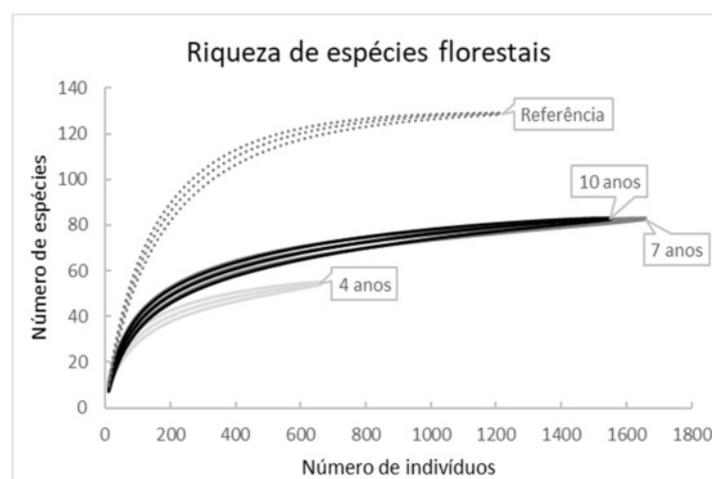
No caso da riqueza rarefeita geral podemos notar que as áreas com 7 e 10 anos apresentaram uma riqueza semelhante entre si e entre o fragmento de referência, portanto, apenas as áreas com 4 anos tiveram uma riqueza mais baixa (Figura nº5).

Figura nº05 - Curva de rarefação com a riqueza total de espécies, usando-se um intervalo de confiança de 95%.



Com relação à riqueza de espécies florestais, as áreas de 7 e 10 anos são semelhantes entre si e apresentam riqueza maior que as áreas de 4 anos. Todas as áreas em processo de restauração apresentaram uma riqueza inferior à área de referência (Figura nº06).

Figura nº06 - Curva de rarefação com a riqueza de espécies florestais, usando-se um intervalo de confiança de 95%.



Diversidade alfa

A área controle apresentou os maiores valores do índice de diversidade de Shannon ($H' = 4,13 \text{ nats.ind}^{-1}$) e de equabilidade de Pielou ($J' = 0,91$) (tabela nº1). Os maiores valores de Shannon foram obtidos nas áreas com 7 anos A ($H' = 3,86 \text{ nats.ind}^{-1}$) e 7 anos B ($H' = 3,81 \text{ nats.ind}^{-1}$), visualizar tabela nº01. Já os menores índices de diversidade de Shannon foram observados nas áreas com 10 anos (10 A - $H' = 3,17 \text{ nats.ind}^{-1}$ e 10 C - $H' = 3,38 \text{ nats.ind}^{-1}$), em seguida, vieram as áreas com 4 anos de idade (ver tabela nº1).

O maior valor de Equabilidade nos âmbitos em restauração foram encontrados na área com 7 anos A ($H' = 3,86 \text{ nats.ind}^{-1}$), seguida da área com 4 anos C ($H' = 0,8747$) e 10 B ($H' = 0,8711$). As mesmas áreas com 10 anos que apresentaram os menores índices de diversidade de Shannon também apresentaram os menores índices de Equabilidade, sendo estas as áreas com 10 anos A ($J' = 0,70$) e com 10 anos C ($J' = 0,79$), mostrando que estas áreas apresentam menor uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes (Tabela nº1).

Tabela nº01 – Índices de diversidade calculados com a regeneração natural.

Áreas	Nº de espécies	Nº de indivíduos	Shannon_H	Equitabilidade_J
4 anos A	57	367	3,397	0,8403
4 anos B	69	429	3,584	0,8464
4 anos C	54	352	3,489	0,8747
7 anos A	80	718	3,862	0,8812
7 anos B	94	893	3,816	0,8399
7 anos C	89	640	3,717	0,8281
10 anos A	91	964	3,172	0,7032
10 anos B	71	532	3,713	0,8711
10 anos C	72	652	3,382	0,7908
Fragmento	93	425	4,13	0,9111

Diversidade beta

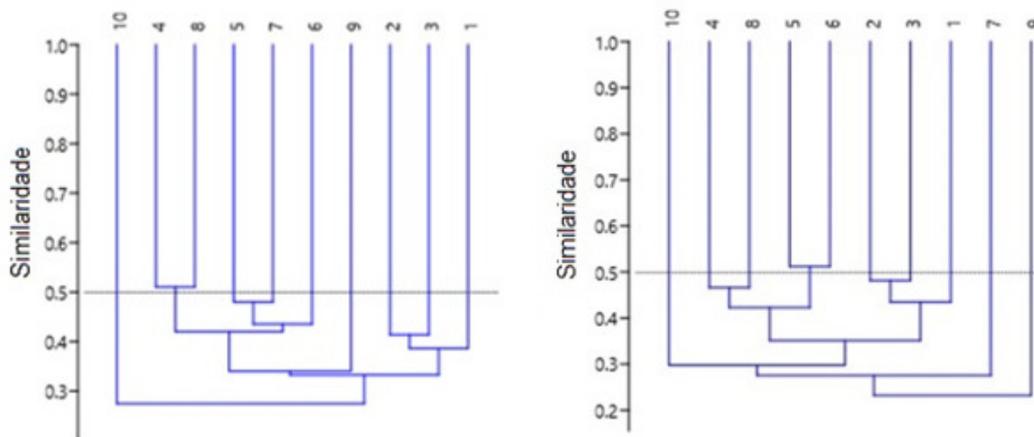
Para a diversidade beta geral, os valores do coeficiente de Jaccard entre as áreas em restauração e as áreas de referência se mantiveram com grande heterogeneidade florística com praticamente 100% dos valores estando abaixo de 0,5 (limite considerado para florestas heterogêneas). Apenas a interação entre as áreas 7 A e 10 B tiveram 51% de similaridade de espécies (Tabela nº02). O índice de Bray-Curtis também mostrou baixa similaridade entre as áreas com praticamente 100% dos valores estando abaixo de 0,5. Apenas a interação entre as áreas 7 B e 7 C tiveram 51% de similaridade de espécies (Tabela nº03). Os dendrogramas gerados com agrupamento UPGMA, a partir dos coeficientes de Jaccard (qualitativo) e Bray-Curtis (quantitativo) indicaram uma alta heterogeneidade florística entre todas as áreas estudadas (Figura nº07). Pode-se avaliar, que em ambos coeficientes as áreas com 4 anos tiveram grande proximidade florística entre si, o qual este padrão já não ocorre nas áreas com 7 e 10 anos.

Tabela nº02 - Representação dos índices de Bray – Curtis e Jaccard.

	BRAY – CURTIS									Frag.
	4 – A	4 – B	4 - C	7 – A	7 – B	7 - C	10 - A	10 - B	10 - C	
4 – A	1	0,402	0,4673	0,2986	0,2619	0,3059	0,1638	0,3248	0,2022	0,2525
4 – B	0,3846	1	0,4814	0,4446	0,3283	0,3817	0,2254	0,2955	0,1961	0,2319
4 – C	0,3875	0,4138	1	0,4261	0,3325	0,4012	0,1915	0,4163	0,2390	0,2625
7 – A	0,2804	0,3925	0,3958	1	0,4308	0,4477	0,3068	0,4656	0,2672	0,3395
7 – B	0,2906	0,4052	0,3455	0,4262	1	0,5114	0,3683	0,4519	0,2343	0,3263
7 – C	0,2807	0,3621	0,3364	0,4322	0,4297	1	0,4190	0,3601	0,3235	0,3136
10 – A	0,3097	0,3675	0,3182	0,4016	0,48	0,44	1	0,2955	0,1906	0,2333
10 – B	0,2673	0,3333	0,3587	0,51	0,4602	0,3793	0,4211	1	0,1858	0,3574
10 – C	0,2647	0,3429	0,3263	0,3571	0,3387	0,4248	0,3145	0,2655	1	0,2488
Frag.	0,1719	0,2756	0,2458	0,3308	0,3262	0,2817	0,3237	0,2813	0,2313	1

JACCARD										
---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Figura nº07- Dendrogramas gerados através dos coeficientes de Jaccard (a) (qualitativo) e Bray-Curtis (b) (quantitativo) para a análise de classificação de espécies entre as áreas dos ambientes em restauração e a área de referência. Siglas dos ambientes florestais: 4 anos (1, 2 e 3), 7 anos (4, 5 e 6), 10 anos (7, 8 e 9) e fragmento (10). Método de agrupamento: UPGMA.



Discussão

Foi refutada a hipótese de que as áreas com 10 anos irão apresentar uma maior semelhança na distribuição da abundância por grupo com relação à área de referência. As abundâncias relativas geral e específica (espécies que ocorreram na área de referência), nas áreas em processo de restauração, mostraram que os grupos com maior número de indivíduos e que também apresentaram maior oscilação foram as herbáceas e arbóreas. E que nenhuma idade apresentou um padrão de abundância relativa similar à área de referência. A tendência observada em uma cronosequência das áreas em restauração demonstrou uma distribuição oposta à observada na área de referência. Uma vez que, no fragmento, as espécies arbóreas tiveram maior abundância relativa, e as espécies herbáceas tiveram abundância menor que 20%. Já nas áreas em restauração, a abundância das herbáceas se manteve elevada e praticamente constante na abundância relativa total e apresentou aumento progressivo com a idade na abundância relativa específica ou florestal. Já as arbóreas em ambos grupos tiveram uma redução da sua abundância relativa ao longo do tempo.

Observamos, portanto, que nas áreas em restauração as herbáceas foram o grupo com maior predominância em termos de abundância relativa geral e em parte das áreas, onde foi avaliada a abundância relativa florestal. Fenômeno parecido foi observado por outros estudos em que as espécies herbáceas apresentaram forte dominância nas áreas restauradas mais jovens (Garcia et al., 2016; Colmanetti, Shirasuna, & Barbosa, 2015). Outro resultado semelhante foi encontrado na análise de 30 áreas de florestas tropicais secundárias na Costa Rica, onde a regeneração se deu de forma espontânea (Letcher & Chazdon, 2009). Parece, portanto, que esse padrão se repete tanto nas áreas que sofreram intervenção humana para sua restauração como nas áreas onde a regeneração ocorreu de forma natural ou não assistida.

A redução na abundância do grupo das arbóreas está atrelado com o fato de que em áreas iniciais do processo de restauração apresentam muitas espécies pioneiras que têm a tendência a reduzir sua abundância e riqueza com o aumento da cobertura florestal (e que neste caso, está representado pelo aumento da idade das áreas em restauração). Trepadeiras e pteridófitas em ambas abundâncias relativas tiveram um aumento no número de indivíduos com o aumento da idade das áreas em processo de restauração. Para as espécies de trepadeiras uma explicação possível para este fenômeno é que as trepadeiras lenhosas normalmente ocorrem em áreas com o dossel mais aberto. À medida que as áreas têm uma maior estruturação do dossel, ocorre um processo sucessional, onde as espécies mais herbáceas vão aumentando sua riqueza e densidade, ao passo que as espécies lenhosas vão sendo reduzidas (Vidal, Johns, Gensing, Barreto, & Uhl, 1997). As áreas de 10 anos podem estar abarcando um ambiente adequado para ambos os grupos, e que gera uma maior abundância relativa para este grupo, inclusive quando se é comparado com a área de referência.

Quando comparadas às abundâncias relativas entre a regeneração de forma geral e a regeneração apenas das espécies florestais, podemos notar que não existe grande variação entre a abundância relativa dos grupos de trepadeiras e arbustos para cada idade.

Com relação às pteridófitas, estas tiveram maior abundância relativa geral nas áreas com 10 anos e na área de referência. A abundância deste grupo apresenta

particularidades interessantes, uma vez que, ocorre uma alternância de gerações, com uma fase gametófita efêmera e dependente de água, desta forma, muitas espécies tendem a ocorrer em ambientes com pouca variação ambiental (Watkins et al., 2007). O mesmo ocorre com esporófitos de muitas espécies, que apresentam características ecológicas que requerem condições ambientais bastante específicas para o seu estabelecimento (Tuomisto et al., 2002).

A hipótese de que as áreas com 10 anos iriam apresentar as maiores riquezas dentre as áreas em restauração foi parcialmente refutada, visto que tanto na riqueza rarefeita total como específica, as áreas com 7 anos apresentaram uma riqueza semelhante às áreas de 10 anos. Desta forma, não houve um incremento significativo no número de espécies entre as áreas com 7 e 10 anos. Com relação à hipótese de que as áreas de 10 anos não atingiriam a riqueza de espécies da área de referência, ela foi refutada com relação à riqueza geral, uma vez que as áreas com 7 e 10 anos alcançaram a riqueza da área de referência. No entanto, para a riqueza específica ou florestal, a hipótese foi aceita pelo fato de que nenhuma área em processo de restauração atingiu o patamar do fragmento com relação a esta variável. Garcia e colaboradores (2015) avaliaram a riqueza rarefeita em áreas em processo de restauração com distintas idades (12, 23 e 55 anos). Estes autores observaram que apenas a área em processo de restauração com 55 anos atingiu uma similaridade na riqueza de espécies arbóreas quando se compararam com o ecossistema de referência. No que tange as outras formas de vida não arbóreas mesmo na área com 55 anos, houve uma baixa riqueza de espécies quando comparadas ao controle. Outro estudo realizado em 25 áreas em processo de restauração com distintas idades (de 1 a 25 anos), encontrou um resultado similar ao observado neste estudo, cuja riqueza rarefeita geral nas áreas mais antigas obteve uma riqueza semelhante ao do ecossistema de referência, mas a composição de espécies diferiu claramente do controle (Shoo et al., 2015). No entanto, a riqueza geral muitas vezes não representa as espécies que realmente interessam para a efetividade dos processos de restauração, visto que muitas delas podem ser exóticas, invasoras ou ruderais (Gandolfi, 2017). Assim, avaliando apenas a riqueza florestal, podemos observar que as áreas com 7 e 10 anos ainda estão longe de chegar a uma composição semelhante à área de referência.

A hipótese de que o aumento da diversidade estava diretamente relacionado ao aumento maturidade florestal (idade) não foi corroborada para as áreas em processo de restauração. Já que a diversidade alfa foi mais representativa com relação ao índice de Shannon nas áreas com 7 anos de idade. Já as áreas com 10 anos foram, em média, as que apresentaram os menores índices de Shannon.

Com relação ao índice de Equabilidade de Pielou, os maiores valores foram encontrados em áreas com distintas idades (4, 7 e 10 anos). No entanto, as mesmas áreas com 10 anos que apresentaram os menores valores com relação ao índice de Shannon também apresentaram valores reduzidos para o índice de Equabilidade de Pielou.

Através da análise destes valores, podemos concluir que de forma geral, as áreas com 7 anos tiveram maiores valores de índices de Shannon e valores intermediários com relação à uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes (Equabilidade de Pielou). Uma explicação possível para as áreas com 7 anos apresentarem os maiores valores de diversidade alfa está no fato de que ainda ocorra uma heterogeneidade ambiental com relação à abertura do dossel nestas áreas, o que permite que tanto as espécies pioneiras como as ruderais continuem presentes na regeneração natural possibilitando também que espécies mais secundárias e climáticas possam iniciar o seu estabelecimento.

A maioria das espécies não florestais, ou seja, típicas de ambientes abertos, somente apresentam suas plântulas eliminadas após a efetiva formação de um dossel florestal fechado e sombreado (Peña-Domene et al., 2013). No entanto, o adensamento intenso das copas pode atingir um ponto incompatível com a sobrevivência e a diversidade de espécies de sub-bosque intolerantes à sombra (Veldman et al., 2015), resultando, eventualmente, em uma mudança na cobertura vegetal do sub-bosque e a redução da diversidade de espécies (Cao et al., 2017).

A área controle obteve um índice de diversidade de Shannon elevado ($H' = 4,13 \text{ nats.ind}^{-1}$), cujo valor é algo comumente encontrado em florestas maduras no Bioma Mata Atlântica (Carvalho et al., 2007; Cysneiros et al., 2015; Moreno; Nascimento; Kurtz, 2003).

A hipótese de que as áreas em restauração com o mesmo método de plantio e similaridade de espécies plantas com matrizes de paisagens parecidas estariam sujeitas à homogeneização da diversidade regional (beta) não foi confirmada pelas análises realizadas. Assim, a composição de espécies variou entre as áreas em processo de restauração, havendo, portanto, grande heterogeneidade. Ao analisar os dendrogramas pudemos notar que tanto para o índice de Jaccard quanto para o índice de Bray-Curtis as áreas com 4 anos apresentaram uma segregação de grupo, mostrando que a composição de espécies não estava relacionada com a composição da paisagem e sim com a estrutura da vegetação, o que criou um ambiente onde determinadas espécies pudessem se estabelecer. Para as outras idades não foram encontrados grupos segregados por idade, o que demonstrou que a partir dos sete anos, as áreas em restauração já começam a se diversificar quanto à composição de espécies e a paisagem começa ser um fator importante no que tange à composição de espécies. Áreas com proximidade geográfica, mas com distintas idades (no caso áreas 1 e 4 ou 2 e 9), mostraram não apresentar uma similaridade de espécies, evidenciando que a paisagem de forma isolada não explica a composição de espécies.

Os caminhos a serem seguidos pelos processos sucessionais variam conforme a amplitude do distúrbio, uso da terra, tempo de recuperação, proximidade da floresta primária e disponibilidade de fauna (Chazdon et al., 2007); Apesar do uso e ocupação ter sido o mesmo e que todas as áreas apresentaram alguma fonte de propágulos próximas, houve uma grande variação na composição de espécies, mostrando que cada área em processo de restauração se torna única e singular (Stuble et al. 2017).

Conclusão

As abundâncias relativas tanto geral como florestal mostraram que nenhuma área em restauração apresentou um padrão semelhante quando comparado à área de referência. No entanto, as áreas com 10 anos tiveram em ambas abundâncias relativas uma melhor distribuição entre os grupos. Em ambas abundâncias, os grupos mais representativos em todas as idades foram as herbáceas e as espécies arbóreas. E o grupo com recrutamento mais lento foi o das pteridófitas. Com relação à riqueza rarefeita total, observou-se que as áreas com 7 e 10 anos alcançaram a área de referência. No entanto, quando se avalia a riqueza rarefeita apenas das espécies florestais, nenhuma área alcançou o patamar do fragmento de referência. A diversidade alfa mostrou, que de maneira geral, as áreas com sete anos foram as que apresentaram maior diversidade e as áreas com 10 anos, de maneira geral, apresentaram os menores índices de diversidade. Desta forma, nossos resultados indicam que os objetivos e metas a serem avaliados através do indicador da riqueza da regeneração natural pode variar enormemente, dependendo de quais grupos se consideram no monitoramento e qual a idade da área monitorada. A diversidade beta demonstrou grande heterogeneidade entre as áreas em processo de restauração, mostrando que as áreas com 7 e 10 anos já apresentam uma composição única e baixa similaridade com relação às áreas da mesma idade. Assim, podemos inferir que mesmo utilizando a mesma técnica, similaridade entre as espécies plantadas e mesmo espaçamento, não estamos criando uma homogeneidade na paisagem através da restauração de áreas degradadas.

Referências

- Abella, S. R., Schetter, T. A., & Walters, T. L. (2018). Testing the hypothesis of hierarchical predictability in ecological restoration and succession. *Oecologia*, 186, 541–553. <https://doi.org/10.1007/s00442-017-4040-z>
- Alvares, C.A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M., & Sparovek, G. (2013). Climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22, 711–728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Aronson, J., Blignaut, J. N., & Aronson, T. B. (2017). Conceptual frameworks and references for landscape-scale restoration: Reflecting back and looking forward. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 102, 188–200. doi: [10.3417/2017003](https://doi.org/10.3417/2017003)
- Aronson, J. & S. Alexander. (2013). Ecosystem restoration is now a global priority: Time to roll up our sleeves. *Restoration Ecology*, 21, 293–296.
- Brudvig, L.A., Barak, R.S., Bauer, J.T., Caughlin, T.T., Laughlin, D.C., Larios, L., Matthews, J.W., Stuble, K.L., Turley, N.E., Zierbel, C.R. (2017). Interpreting variation to advance predictive restoration science. *J Appl. Ecol* 54:1018–1027. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12938>
- Cao, S., Lu, C., Yue, H. (2017). Optimal tree canopy cover during ecological restoration: a case study of possible ecological thresholds in Changting, China. *BioScience*. 67, 221–232. <https://doi.org/10.1093/biosci/biw157>
- Carvalho, W. A. C. et al. (2007). Variação espacial da estrutura da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua em Piedade do Rio Grande, MG, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 30, n. 2, p. 315–335.
- Chazdon, R.L., Letcher, S.G., van Breugel, M., Martínez-Ramos, M., Bongers, F. & Finegan, B. (2007). Rates of change in tree communities of secondary Neotropical forests following major disturbances. *Philos. Trans. R. Soc. Lond.*, 362, 273–289.
- Colmanetti, M. A. A., Shirasuna, R. T., & Barbosa, L.M. (2015). Flora vascular não arbórea de um reflorestamento implantado com espécies nativas. *Hoehnea*, 42, 725-735. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-26/RAD/2015>
- Cysneiros, V. C. et al. (2015). Diversity, community structure and conservation status of an Atlantic Forest fragment in Rio de Janeiro State, Brazil. *Biota Neotropica*, v. 15, n. 2, p. 1–15.
- Darwin, C. (1865). On the movements and habits of climbing plants. *Journal Linnean Society*, 9, 33-34. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1865.tb00011.x>
- Fonseca, D. A., Backes, A. R., Rosenfield, M. F., Overbeck G. E., & Muller, S. C. (2017). Avaliação da regeneração natural em área de restauração ecológica e mata ciliar de referência. *Ciência Florestal*, 27, 521-534.
- Gandolfi, S. (2017). Uma teoria sobre o processo de restauração ecológica de florestas tropicais e subtropicais: proposta e aplicação. *Tese de livre docência*. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

- Garcia, L. C., Cianciaruso, M. V., Ribeiro, D. B., Santos, F. A., & Rodrigues, R. R. (2015). Flower functional trait responses to restoration time. *Applied Vegetation Science*, 18, 402-412. <https://doi.org/10.1111/avsc.12163>
- Garcia, L. C., Hobbs, R. J., Ribeiro, D. B., Tamashiro, J. Y., Santos, F. A. M., & Rodrigues, R. R. (2016). Restoration over time: is it possible to restore trees and non-trees in high diversity forests? *Applied Vegetation Science*, 19, 655–666. <https://doi.org/10.1111/avsc.12163>
- Hammer, O., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4, 1-9. <http://dx.doi.org/10.1.1.459.1289>
- INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS - IEF, 2013- Inventário Florestal do Estado de Minas Gerais. <http://www.inventarioflorestal.mg.gov.br/publicacoes/semidecidua/capitulo02.pdf> Acessado em 08/12/2018.
- Letcher, S. G., & Chazdon, R.L. (2009). Rapid recovery of biomass, species richness, and species composition in a forest chronosequence in northeastern Costa Rica. *Biotropica*, 41, 608-617. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2009.00517.x>
- Magurran, A. E. Measuring Biological Diversity. [s.l.] John Wiley & Sons, 2013.
- Peña-Domene, M., Martínez-Garza, C. and Howe H.F. (2013). Early recruitment dynamics in tropical restoration. *Ecological Applications*, 23(5): 1124-1134.
- Pereira, P. H., Cortez, B., Trindade, T., Mazochi, M. N. (Eds.) (2010). Conservador das Águas: 5 Anos. Extrema, MG: Departamento de Meio Ambiente de Extrema.
- Richards, R. C., Rerolle, J., Aronson, J., Pereira, P. H., Gonçalves H., & Brancalion, P. H. S. (2015). Governing a pioneer program on payment for watershed services: Stakeholder involvement, legal frameworks and early lessons from the Atlantic forest of Brazil. *Ecosystem Services*, 16, 23–32. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.09.002>
- Sabogal, C., C. Besacier & D. McGuire. (2015). Forest and landscape restoration: Concepts, approaches and challenges for implementation. *Unasylva* 245, 66: 3–10.
- Sapkota, I. P., & Odén, P. C. (2009). Gap characteristics and their effects on regeneration, dominance and early growth of woody species. *Journal of Plant Ecology*, 2, 21-29. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtp004>
- Shoo, L. P., Freebody, K., Kanowski, J., & Catterall, C. P. (2015). Slow recovery of tropical old-field rainforest regrowth and the value and limitations of active restoration. *Conservation Biology*, 30, 121–132. 2016. <https://doi.org/10.1111/cobi.12606>
- Suding, K.N., Higgs, E., Palmer, M. et al. (2015) Committing to ecological restoration. *Science*, 348, 638–640.
- Suganuma, M. S., & Durigan, G. (2015). Indicators of restoration success in riparian tropical forests using multiple reference ecosystems. *Restoration Ecology*, 23, 238–251. <https://doi.org/10.1111/rec.12168>

Stuble, K. L., Fick, S. E., & Young, T. P. (2017). Every restoration is unique: testing year effects and site effects as drivers of initial restoration trajectories. *Journal of Applied Ecology*, 54, 1051-1057. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12861>

Tucker N.I.J. and Murphy T.M. The effect of ecological rehabilitation on vegetation recruitment: some observations from the wet tropics of North Queensland. *Journal of Forest Ecology and Management* 99:133–152, 1997.

Tuomisto, H., Ruonkolainen, K., Poulsen, A.D., Moran, R., Quintana, C., Cañas, G. & Celi, J. (2002). Distribution and Diversity of pteridophytes and Melastomataceae along edaphic gradients in Yasuní National Park, Ecuadorian Amazonia. *Biotropica* 34:516-533. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7429.2002.tb00571.x>

Vidal, E., Johns, J., Genving, J. J., Barreto, P., & Uhl, C. (1997). Vine management for reduced-impact logging in eastern Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 98, 105-114. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(97\)00051-0](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(97)00051-0)

Villagra, B. L. P., Gomes, E. P. C., Burnham, R. J., Romaniuc Neto, S. (2013). Diversity and abundance of climbers from the Atlantic Forest, southeastern Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 22, 2505-2517. <https://doi.org/10.1007/s10531-013-0533-1>

Walker, L. R., Walker, J., Hobbs, R. J. (Eds.) (2007). *Linking restoration and ecological succession* (xx ed.). New York, NY: Springer.

Watkins, J. E., M. C. Mack, T. R. Sinclair, and S. S. Mulkey. (2007). Ecological and evolutionary consequences of desiccation tolerance in tropical fern gameto-phytes. *New Phytologist* 176: 708–717. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2007.02194.x

Whittaker, R. H. Evolution and Measurement of Species Diversity. **Taxon**, v. 21, n. 2–3, p. 213–251, 1972.

Anexos

Anexo nº01 – Espécies plantadas em cada área em processo de restauração.

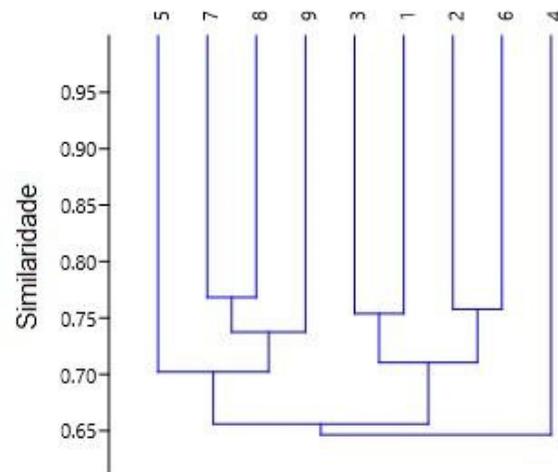
Família	Espécies	4.1	4.2	4.3	7.1	7.2	7.3	10.1	10.2	10.3
Anacardiaceae	<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	1	1	1	0	0	1	0	0	0
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão.	0	0	0	1	1	0	1	1	1
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	0	1	0	0	1	1	1	1	1
Annonaceae	<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze.	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Asteraceae	<i>Vernonanthura</i> sp.	1	1	0	1	0	1	0	0	0
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos.	1	1	1	1	1	0	1	1	1
Bignoniaceae	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	0	1	0	1	1	1	1	1	1
Bignoniaceae	<i>Tibouchina</i> sp.	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Bignoniaceae	<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	1	0	0	1	0	1	0	1	1

Familia	Espécies	4.1	4.2	4.3	7.1	7.2	7.3	10.1	10.2	10.3
Lamiaceae	<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jack.) Moldenke.	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Lauraceae	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees.	1	1	1	0	1	1	0	1	1
Lauraceae	<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees.	0	1	1	1	0	0	1	0	0
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Malvaceae	<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Malvaceae	<i>Luehea candicans</i> Mart. & Zucc.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Malvaceae	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	1	0	1	1	0	0	1	1	0
Malvaceae	<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A.Robyns.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Melastomataceae	<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin.	1	0	1	0	0	0	0	1	0
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Moraceae	<i>Ficus insipida</i> Willd.	1	1	0	1	0	1	0	1	1
Moraceae	<i>Morus nigra</i> L.	0	0	0	1	0	0	0	0	1

Família	Espécies	4.1	4.2	4.3	7.1	7.2	7.3	10.1	10.2	10.3
Myrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg.	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Myrtaceae	<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	0	1	1	1	1	0	1	1	0
Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i> DC.	1	0	1	1	1	1	1	0	0
Myrtaceae	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	1	1	1	0	1	1	0	0	1
Phytolaccaceae	<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms.	0	0	0	0	1	0	1	1	1
Phytolaccaceae	<i>Seguiera langsdorffii</i> Moq.	1	0	1	0	1	0	1	1	0
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	0	1	1	0	1	0	1	1	1
Rosaceae	<i>Prunus sellowii</i> Koehne.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rubiaceae	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	0	1	0	1	0	1	1	1	0
Rutaceae	<i>Bauforodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	1	0	1	1	0	1	1	1	1
Rutaceae	<i>Citrus</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	0	1	0	1	1	1	1	1	1

Família	Espécies	4.1	4.2	4.3	7.1	7.2	7.3	10.1	10.2	10.3
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl.	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Solanaceae	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Solanaceae	<i>Solanum pseudoquina</i> A.St.-Hil.	1	1	0	0	1	1	0	1	1
Urticaceae	<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Verbenaceae	<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Verbenaceae	<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Juss.	1	1	1	0	0	1	0	0	1
Verbenaceae	<i>Vitex polygama</i> Cham.	0	0	0	1	0	1	0	0	1
Total de espécies		52	57	56	56	55	57	55	56	55

Anexo nº02 – Similaridade das áreas plantadas – índice de Jaccard. Área 1 (4 anos A); Área 2 (4 anos B); Área 3 (4 anos C); Área 4 (7 anos A); Área 5 (7 anos B); Área 6 (7 anos C); Área 7 (10 anos A); Área 8 (10 anos B); Área 9 (10 anos C).



Anexo nº03 - Características estruturais das áreas em processo de restauração.

	4 anos - A	4 anos - B	4 anos - C	7 anos - A	7 anos - B	7 anos - C	10 anos - A	10 anos - B	10 anos - C	Frag.
Altura média	3,5	3,2	3,6	6	6	5,5	8	8,5	7	14
DAP médio	9,3	10,7	10,1	15,4	14,6	13,7	18,1	19,6	17,9	28,5
Nº de estratos	1	1	1	2	2	2	2	2	2	4
Abertura média do dossel.	42,5%	27,5%	30,9%	32,8%	19,53%	22,5%	19,08%	16,7%	16,3%	*

*Dado não coletado.

Anexo nº04 – Espécies regenerantes encontradas em cada área.

Família	Parcelas	Forma de vida	4.1	4.2	4.3	7.1	7.2	7.3	10.1	10.2	10.3
Acanthaceae	<i>Mendoncia puberula</i> Mart.	Trepadeira	0	0	0	0	0	x	0	0	0
Acanthaceae	<i>Ruellia</i> sp.	Erva	0	0	0	0	0	x	0	0	0
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Arbórea	0	0	0	0	0	0	x	0	0
Anacardiaceae	<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	Arbórea	x	x	x	x	x	x	x	x	0
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.	Arbórea	x	x	x	x	x	x	x	x	0
Anemiaceae	<i>Anemia phyllitidis</i> (L.) Sw.	Pteridófito	0	0	0	x	x	x	x	0	X
Annonaceae	<i>Annona cacans</i> Warm.	Arbórea	0	0	0	0	x	x	0	0	X
Apiaceae	<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	Erva	x	x	x	x	x	x	x	x	0
Apocynaceae	<i>Aspidosperma olivaceum</i> Mull.Arg.	Arbórea	0	0	0	0	0	0	0	0	X
Apocynaceae	<i>Oxypetalum</i> sp.	Trepadeira	0	0	0	x	x	x	x	x	X
Araceae	<i>Anthurium</i> sp.	Erva	0	0	0	0	0	0	x	0	0
Araceae	Indet.	Erva	0	0	0	0	0	0	0	0	X
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman.	Palmeiras	0	0	x	0	0	0	0	0	0
Asclepiadaceae	<i>Asclepias curassavica</i> L.	Erva	0	x	0	x	0	x	x	x	X
Asteraceae	<i>Austroeupatorium</i> sp.	Arbusto	x	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Baccharis crispa</i> Spreng.	Erva	x	x	0	0	x	x	x	0	X

Família	Parcelas	Forma de vida	4.1	4.2	4.3	7.1	7.2	7.3	10.1	10.2	10.3
Asteraceae	<i>Baccharis sp.</i>	Arbusto	x	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Bidens segetum</i> Mart.	Erva	0	0	0	0	x	x	x	x	0
Asteraceae	<i>Criscia sp.</i>	Erva	x	x	0	x	x	0	x	x	X
Asteraceae	<i>Conyza sp.</i>	Erva	x	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Crepis sp.</i>	Erva	0	0	x	x	x	x	0	x	X
Asteraceae	<i>Elephantopus elongatus</i> Gardner.	Erva	x	x	x	x	x	0	0	x	0
Asteraceae	<i>Elephantopus mollis</i> Kunth.	Erva	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Asteraceae	<i>Emilia sp.</i>	Erva	x	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Pseudelephantopus spiralis</i> (Less.) Cronquist.	Erva	0	x	0	0	x	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera.	Arbórea	0	0	0	0	0	0	x	x	0
Asteraceae	<i>Mikania chlorolepis</i> Baker.	Trepadeira	0	x	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Mikania hirsutissima</i> DC.	Trepadeira	0	x	x	0	x	0	0	0	X
Asteraceae	<i>Mikania lanuginosa</i> DC.	Trepadeira	0	0	0	0	x	x	x	0	0
Asteraceae	<i>Mikania micrantha</i> Kunth.	Trepadeira	x	x	0	x	x	x	x	x	X
Asteraceae	<i>Mikania sp.</i>	Trepadeira	0	0	0	0	0	0	0	0	X
Asteraceae	<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker.	Arbórea	0	x	0	0	0	0	0	0	0

Família	Parcelas	Forma de vida	4.1	4.2	4.3	7.1	7.2	7.3	10.1	10.2	10.3
Asteraceae	<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabrera.	Erva	0	x	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.	Erva	x	0	0	0	x	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.	Erva	x	x	x	0	x	x	x	x	X
Asteraceae	<i>Synedrella nodiflora</i> (L.) Gaertn.	Erva	0	0	0	x	x	x	x	0	X
Asteraceae	<i>Tilesia baccata</i> (L.) Pruski.	Arbusto	0	0	0	0	x	x	0	x	X
Asteraceae	<i>Vernonathura</i> sp.	Arbusto	x	0	x	x	x	x	0	x	0
Bignoniaceae	<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	Arbórea	0	x	0	0	x	0	0	0	0
Bignoniaceae	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos.	Arbórea	0	0	0	0	0	x	0	0	0
Bignoniaceae	<i>Jacaranda macrantha</i> Cham.	Arbórea	0	0	0	x	0	0	0	x	0
Bignoniaceae	<i>Pyrostegia venusta</i> (Ker Gawl.) Miers.	Trepadeira	0	0	0	0	0	0	x	0	0
Bignoniaceae	<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau. ex Verl.	Arbórea	0	0	0	0	0	0	0	0	X
Blechnaceae	<i>Parablechnum</i> sp.	Pteridófita	0	0	0	0	x	x	0	0	X
Boraginaceae	<i>Cordia superba</i> Cham.	Arbórea	0	0	0	0	x	x	0	x	X
Boraginaceae	<i>Patagonula americana</i> L.	Arbórea	0	0	x	0	0	0	0	0	0
Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i> sp.1	Epífita	0	0	x	0	x	x	x	x	0
Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i> sp.2	Epífita	0	0	0	0	0	x	0	x	0
Campanulaceae	<i>Siphocampylus westinianus</i> (Thunb.) Pohl.	Erva	x	0	0	x	0	x	x	0	X
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume.	Arbórea	0	0	0	x	0	x	0	0	X

Família	Parcelas	Forma de vida	4.1	4.2	4.3	7.1	7.2	7.3	10.1	10.2	10.3
Caryophyllaceae	<i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. Ex. Roem.& Schult.	Erva	0	0	0	0	0	0	x	x	0
Celastraceae	<i>Maytenus ilicifolia</i> Mart. ex Reissek.	Arbórea	0	0	0	x	0	0	0	0	0
Commelinaceae	<i>Commelina obliqua</i> Vahl.	Erva	x	x	x	x	x	x	x	0	x
Commelinaceae	<i>Dichorisandra hexandra</i> (Aubl.) Hand.-Mazz.	Erva	0	0	x	0	x	x	x	0	x
Convolvulaceae	<i>Dichondra</i> sp.	Erva	0	x	x	x	x	x	x	x	x
Cunoniaceae	<i>Weinmannia paullinia folia</i> Pohl ex Ser.	Arbórea	0	0	0	0	0	0	0	x	0
Cucurbitaceae	<i>Melothria</i> sp.	Trepadeira	0	0	0	0	x	x	0	0	0
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp 1.	Erva	x	0	0	0	0	0	x	0	0
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp 2.	Erva	0	x	0	x	x	0	x	0	0
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	Arbórea	0	x	x	x	x	x	x	x	x
Euphorbiaceae	<i>Alchornea sidifolia</i> Müll.Arg.	Arbórea	0	0	x	x	x	x	x	x	x
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	Arbórea	0	0	0	0	0	0	0	0	x
Euphorbiaceae	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Arbórea	x	x	x	0	0	0	x	0	0
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i> Baill.	Arbórea	x	x	x	x	x	x	x	x	0
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong.	Arbórea	0	0	0	0	0	x	0	0	x
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Arbórea	0	0	0	0	0	0	x	0	0
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan.	Arbórea	x	0	0	0	x	0	x	x	0
Fabaceae	<i>Andira</i> sp.	Arbórea	0	0	0	x	x	0	0	0	0

Família	Parcelas	Forma de vida	4.1	4.2	4.3	7.1	7.2	7.3	10.1	10.2	10.3
Fabaceae	<i>Bauhinia forficata</i> Link.	Arbórea	x	x	x	x	x	x	x	x	0
Fabaceae	<i>Bauhinia longifolia</i> (Bong) Steud.	Arbórea	0	x	0	0	0	0	0	0	x
Fabaceae	<i>Bionia bella</i> Mart. ex Benth.	Trepadeira	0	0	0	x	0	0	0	0	x
Fabaceae	<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	Arbórea	x	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillem. ex Benth.	Arbórea	0	0	0	x	0	0	0	x	0
Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Arbórea	0	0	0	0	x	x	0	0	0
Fabaceae	<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton.	Arbórea	0	0	0	x	x	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Desmodium discolor</i> Vogel.	Erva	0	0	x	0	0	x	0	x	x
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i> (Sw.) DC.	Erva	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Fabaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	Arbórea	x	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Arbórea	0	0	0	x	x	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	Arbórea	0	x	x	x	x	x	x	x	x
Fabaceae	<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G.Azevedo & H.C.Lima.	Arbórea	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Fabaceae	<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	Arbórea	0	x	0	x	0	x	0	x	0
Fabaceae	<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel.	Arbórea	0	0	0	x	x	0	x	x	x
Fabaceae	<i>Machaerium villosum</i> Vogel.	Arbórea	x	x	x	0	0	0	0	0	x
Fabaceae	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Arbórea	x	0	0	0	0	0	x	0	0

Família	Parcelas	Forma de vida	4.1	4.2	4.3	7.1	7.2	7.3	10.1	10.2	10.3
Fabaceae	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J F. Macbr.	Arbórea	0	0	0	0	x	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Pterocarpus violaceus</i> Vogel.	Arbórea	0	0	0	0	0	0	x	0	0
Fabaceae	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Arbórea	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose.	Arbórea	x	x	0	x	x	x	0	x	0
Fabaceae	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby.	Arbórea	0	0	0	0	x	0	0	x	x
Fabaceae	<i>Senna neglecta</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby.	Arbusto	0	0	x	x	x	x	x	x	0
Fabaceae	<i>Sesbania virgata</i> (Cav.) Pers.	Arbusto	0	x	0	0	x	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.	Trepadeira	x	x	x	0	0	0	x	0	x
Iridaceae	<i>Sisyrinchium sp.</i>	Erva	x	0	0	0	0	0	x	0	0
Lamiaceae	<i>Peltodon radicans</i> Pohl.	Erva	0	x	0	x	x	x	x	0	x
Lamiaceae	<i>Vitex polygama</i> Cham.	Arbórea	0	0	0	x	0	0	0	0	0
Lauraceae	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees.	Arbórea	0	x	0	x	0	x	x	x	0
Loganiaceae	<i>Spigelia sp.laurina</i> Cham. & Schltl.	Erva	0	0	0	0	0	0	x	0	0
Lythraceae	<i>Cuphea glutinosa</i> Cham. & Schltl.	Erva	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Lythraceae	<i>Cuphea sp.</i>	Erva	x	x	0	0	x	x	x	0	0
Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	Arbórea	x	x	x	x	x	0	0	x	x
Malvaceae	<i>Abutilon sp.</i>	Arbusto	0	0	0	0	0	x	0	0	0
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna.	Arbórea	x	0	0	0	0	x	0	0	0

Família	Parcelas	Forma de vida	4.1	4.2	4.3	7.1	7.2	7.3	10.1	10.2	10.3
Myrsinaceae	<i>Myrsine gardneriana</i> A.DC.	Arbórea	0	x	x	x	x	x	x	x	0
Myrsinaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Arbórea	0	x	0	0	0	x	x	0	0
Myrtaceae	<i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk.	Arbórea	0	0	0	0	x	0	0	0	0
Myrtaceae	<i>Eugenia prasina</i> O.Berg.	Arbórea	0	0	0	0	x	0	0	x	0
Myrtaceae	<i>Eugenia sp.1</i>	Arbórea	0	0	0	x	0	x	0	0	0
Myrtaceae	<i>Eugenia sp.2</i>	Arbórea	0	0	0	0	x	0	0	0	0
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Arbórea	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Myrtaceae	<i>Myrcia sp.</i>	Arbórea	0	0	0	0	0	0	0	x	0
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Arbórea	x	x	0	x	0	x	x	x	x
Myrtaceae	<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	Arbórea	0	0	0	x	0	0	0	x	0
Myrtaceae	<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel.	Arbórea	x	0	0	0	x	0	0	0	x
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Arbórea	x	x	x	x	x	x	x	x	0
Myrtaceae	<i>Psidium rufum</i> DC.	Arbórea	0	0	0	0	0	x	x	0	0
Myrtaceae	<i>Psidium sp.</i>	Arbórea	0	x	0	0	0	0	0	0	0
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.	Epífitas	0	0	0	x	x	x	0	x	0
Passifloraceae	<i>Passiflora capsularis</i> L.	Trepadeira	0	0	0	0	0	0	x	0	x
Passifloraceae	<i>Passiflora edulis</i> Sims.	Trepadeira	0	0	x	x	x	x	x	x	0

Família	Parcelas	Forma de vida	4.1	4.2	4.3	7.1	7.2	7.3	10.1	10.2	10.3
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus sp.</i>	Erva	0	0	0	x	0	0	x	x	0
Piperaceae	<i>Piper aduncum L.</i>	Arbusto	0	x	0	x	x	x	x	0	0
Piperaceae	<i>Piper crassinervium Kunth.</i>	Arbusto	0	x	0	0	x	0	0	0	0
Piperaceae	<i>Piper mollicomum Kunth.</i>	Arbusto	0	0	0	0	x	x	x	0	0
Piperaceae	<i>Piper regnellii pallescens (CDC.) Yunck.</i>	Arbusto	0	x	0	0	x	0	x	0	0
Plantaginaceae	<i>Plantago sp 1</i>	Erva	0	0	x	x	x	0	x	x	0
Plantaginaceae	<i>Plantago sp 2</i>	Erva	0	0	0	0	x	0	0	0	0
Poaceae	<i>Atractantha sp.</i>	Trepadeira	0	0	0	0	x	0	0	0	0
Polygonaceae	<i>Polygala lancifolia A.St.-Hil. & Moq.</i>	Erva	0	0	0	x	0	0	x	0	0
Polypodiaceae	<i>Polypodium sp.</i>	Pteridófita	0	0	0	0	0	0	x	0	0
Pteridaceae	<i>Adiantum raddianum C.Presl.</i>	Pteridófita	0	0	0	0	0	0	x	0	x
Pteridaceae	<i>Cheilanthes sp.</i>	Pteridófita	0	0	0	0	x	0	x	x	0
Rhamnaceae	<i>Colubrina glandulosa Perkins.</i>	Arbórea	0	0	0	0	0	x	0	0	0
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl.</i>	Arbórea	0	0	0	0	0	0	0	x	0
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia (L.) Urb.</i>	Arbórea	x	x	x	x	0	x	0	0	x
Rosaceae	<i>Rubus sp.</i>	Trepadeira	0	x	0	0	x	x	x	0	x
Rosaceae	<i>Rubus rosifolius Sm.</i>	Erva	0	x	0	0	0	x	0	0	x

Família	Parcelas	Forma de vida	4.1	4.2	4.3	7.1	7.2	7.3	10.1	10.2	10.3
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	Arbórea	0	0	0	0	0	x	0	0	0
Siparunaceae	<i>Siparuna cujabana</i> (Mart. ex Tul.) A.DC.	Arbusto	0	x	0	x	0	0	0	0	x
Smilacaceae	<i>Smilax</i> sp.	Trepadeira	0	0	0	0	0	0	0	0	x
Solanaceae	<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schltld.	Arbusto	x	0	x	x	0	x	0	0	0
Solanaceae	<i>Capsicum</i> sp.	Erva	0	0	0	0	0	x	0	0	x
Solanaceae	<i>Cestrum</i> sp.	Arbusto	0	0	x	0	x	x	x	x	x
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i> Mill.	Erva	0	x	0	x	0	x	0	x	x
Solanaceae	<i>Solanum inodorum</i> Vell.	Trepadeira	0	0	x	0	0	0	x	0	0
Solanaceae	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Arbórea	x	x	x	0	x	0	0	0	x
Solanaceae	<i>Solanum pseudoquina</i> A.St.-Hil.	Arbórea	0	x	x	x	x	0	x	x	0
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp1.	Arbusto	x	x	x	0	x	0	0	0	0
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp2.	Erva	0	0	0	0	0	x	0	0	x
Talinaceae	<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	Erva	0	0	0	0	x	0	x	x	0
Thelypteridaceae	<i>Christella dentata</i> (Forssk.) Brownsey & Jermy.	Pteridófito	x	0	0	x	x	x	x	0	x
Urticaceae	<i>Boehmeria caudata</i> Sw.	Arbusto	0	0	0	0	x	0	x	0	0
Urticaceae	<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	Arbórea	0	x	0	0	0	0	0	0	0

Família	Parcelas	Forma de vida	4.1	4.2	4.3	7.1	7.2	7.3	10.1	10.2	10.3
Urticaceae	<i>Urera sp.</i>	Erva	0	0	0	0	x	0	0	0	0
Verbenaceae	<i>Bouchea sp.</i>	Erva	x	x	x	x	x	x	x	0	x
Verbenaceae	<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	Arbórea	0	0	0	x	0	0	0	x	0
Verbenaceae	<i>Lantana sp.</i>	Arbusto	0	0	0	0	0	x	x	0	0
Violaceae	<i>Anchietea pyrifolia</i> (Mart.) G. Don.	Trepadeira	0	0	x	0	0	0	x	0	0
Zingiberaceae	<i>Hedychium coronarium</i> J.Konig.	Erva	0	0	0	0	0	x	x	0	0

CAPÍTULO II

A ABERTURA DO DOSSEL E A IDADE COMO POSSÍVEIS FATORES QUE INFLUENCIAM A RIQUEZA DE ESPÉCIES REGENERANTES NAS ÁREAS EM RESTAURAÇÃO.

Resumo

A regeneração natural apresenta importância fundamental nas áreas em processo de restauração, visto que, ela representa as espécies que conseguiram vencer os filtros ambientais e biológicos. Assim, torna-se essencial compreender quais fatores podem estar influenciando o aumento da riqueza das espécies regenerantes. Para tanto, procuramos responder as seguintes questões: (1) Ocorre efetivamente uma variação na abertura do dossel nas áreas com distintas idades? (2) A abertura do dossel e a idade são fatores importantes no que tange à influência no aumento da riqueza das espécies regenerantes? Foram analisadas nove áreas em processo de restauração, onde selecionamos três áreas com 4, 7 e 10 anos de idade, respectivamente, todas localizadas no município de Extrema, MG, Brasil. Os resultados mostraram que a abertura do dossel foi significativamente distinta entre as áreas com diferentes idades e apenas a variável idade mostrou influenciar o aumento da riqueza das espécies. Concluímos que a idade tem forte relação com o aumento da riqueza das espécies nas áreas em restauração com fontes de propágulos próximas, visto que, com o passar do tempo aumentam as probabilidades de atração da fauna local, pois ocorre um aumento do número de espécies frutificando e também aumenta a probabilidade da chegada dos propágulos alóctones. Observamos que a partir dos 10 anos de idade, as áreas já começaram a apresentar uma homogeneização do dossel e que possivelmente afetará a riqueza de espécies regenerantes após essa idade.

Palavras-chave: Abertura do dossel, idade, regeneração natural, filtros ambientais e áreas em restauração.

Introdução

Nos últimos anos, inúmeras iniciativas como o *Bonn Challenge*, *New York Declaration on Forests and Initiative 20x20* implementaram metas globais e nacionais para se restaurar milhões de hectares de florestas tropicais (Holl, 2017). Os objetivos destes projetos são variados incluindo o sequestro de carbono, conservação da biodiversidade, melhorias na qualidade e fornecimento de água e sustentabilidade (Holl, 2017). Muitos são os fatores que podem influenciar e garantir o sucesso das áreas em processo de restauração como a idade, a riqueza, a riqueza funcional, a fenologia reprodutiva (Garcia et al., 2015), o grau de fechamento do dossel (Gandolfi, 2017) e a proximidade dos fragmentos florestais (Souza e Batista, 2004). Assim, a recuperação de um ecossistema em restauração é afetada por fatores que atuam em diferentes escalas espaciais e temporais (Holl e Crone, 2004).

A luz é considerada um dos principais fatores que determinam a sobrevivência, o estabelecimento e o crescimento das diversas formas de vida vegetais (Dupuy e Chazdon, 2006, Souza et al., 2014). As distintas aberturas do dossel fornecem uma dinâmica espacial dentro das florestas, promovendo alterações na quantidade e na qualidade de luz, bem como em suas variáveis associadas (Garcia et al., 2007; Mejía-Domínguez et al., 2011). Muitos autores observaram que as espécies do dossel afetam não apenas o ambiente geral, mas também a densidade e riqueza das espécies regenerantes (Wang e Augspurger, 2006; Vivanco e Austin, 2008; Mejía-Domínguez et al., 2011).

Essa estrutura do dossel pode variar tanto espacialmente quanto temporalmente (Wirth et al., 2001). Assim sendo, as condições ambientais durante o estabelecimento da comunidade podem determinar a composição dessas espécies, como é o caso da variação ocasionada pelo efeito dos plantios em locais próximos, mas em anos distintos (Stuble et al., 2017). O fato do padrão de ambientes com distintas idades em áreas em processo de restauração apresentarem diferenças marcantes na composição de espécies é comum, e tem sido atribuído principalmente à variação da abertura do dossel entre as áreas (Aide et al., 1995; Nicotra et al., 1999; Chazdon, 2003; Peña-Claros, 2003; Peña-Domene, et al., 2013).

A idade pode ser outro fator importante com relação à variação da riqueza das espécies, visto que à medida que as áreas vão ficando mais velhas, ocorre um

aumento e uma diversificação das ofertas de alimentos (Garcia et al., 2015). Além disso, ocorre um incremento na altura e cobertura das copas das espécies arbóreas plantadas inicialmente (Gandolfi, 2017), e que acarreta uma maior deposição de serapilheira (Moreira e Silva, 2004) e a melhoria da fertilidade do solo local (Bertachii et al., 2012). A chegada dos propágulos também pode ser associada com a idade do plantio, uma vez que o tempo pode ser um fator determinante no que tange os processos de chegada e estabelecimento de novas espécies nas áreas em processo de restauração vindas de fragmentos próximos (Daronco et al., 2013). Sendo, portanto, um fator determinante no aumento da riqueza e densidade da comunidade regenerante nas áreas em processo de restauração (Melo & Durigan 2007).

No entanto, alguns autores têm observado que a regeneração natural, principalmente de formas de vida não arbóreas, não está conseguindo se estabelecer nas áreas em processo de restauração, quando comparada à diversidade dessas áreas com as áreas de referência (Garcia et al., 2016; Shoo et al., 2016). Assim, faz-se necessário investigar quais seriam os filtros ambientais que estão atuando no estabelecimento das distintas formas de vida (Garcia et al., 2016). Desse modo, este trabalho teve como principal objetivo determinar se os fatores: abertura do dossel e idade das áreas em processo de restauração influenciam no incremento da riqueza das espécies regenerantes.

Objetivos específicos e hipóteses:

Abertura do dossel: Analisar se a abertura do dossel varia nas áreas em restauração com distintas idades.

Hipótese: A diferença de 3 anos para cada categoria de idade (4, 7 e 10 anos) seria suficiente para observar uma diferença significativa na abertura do dossel temporalmente.

Idade das áreas influenciando a riqueza: Com o incremento da idade das áreas em restauração a riqueza das espécies regenerantes também irá aumentar.

Hipótese: Com o aumento da idade, muitas espécies pioneiras começariam a frutificar, o que seria um atrativo para a fauna local, que conseqüentemente, poderia facilitar a dispersão dos propágulos, assim como, uma possível e maior chegada dos novos propágulos vindo de outros fragmentos próximos.

Abertura do dossel influenciando a riqueza: Com a redução gradual da abertura do dossel nas áreas em restauração com distintas idades, a riqueza das espécies regenerantes também aumentará.

Hipótese: Com a diminuição da abertura do dossel, haverá menos competição das gramíneas exóticas, um ambiente com menor variação de temperatura e melhor estruturação do solo com a formação de uma serapilheira, que irá culminar com uma maior riqueza de espécies.

Materiais e Métodos

Área de trabalho

Nosso experimento foi implantado no município de Extrema (latitude 22°51'18"S e longitude 46°19'04"O), localizado no sul do estado de Minas Gerais. Este município localiza-se na borda ocidental do maciço da Serra da Mantiqueira e possui relevo bastante acidentado com altitude média de cerca de 970 m (Irrigart, 2005). O clima da região apresenta características típicas dos climas mesotérmicos temperados de latitudes médias, com verões brandos com alta precipitação e invernos com baixas temperaturas, e apenas um ou dois meses de seca (Irrigart, 2005). O volume médio precipitado na região é, em geral, superior a 1.500 mm/ano e a evaporação potencial anual varia entre 650 e 800 mm/ano (Irrigart, 2005).

Em relação à vegetação, Extrema está localizada em uma área de transição, caracterizada principalmente pelo contato entre a Floresta Ombrófila Densa (FOD) e a Floresta Estacional Semidecidual (FES) (Instituto Estadual de Florestas - IEF, 2013).

A técnica de restauração foi o plantio de mudas, com uma média de 55 espécies arbóreas utilizadas. O espaçamento utilizado foi de 3 x 2 e houve uma alternância de espécies, de preenchimento e de diversidade.

Desenho experimental

Selecionamos 9 áreas, totalizando 270 parcelas, sendo três com 4 anos de idade, três com 7 anos e outras três com 10 anos. Cada unidade amostral apresentou

um tamanho de 2 x 2 metros (4 m²), abrangendo uma área total de 1.080 m². Em cada parcela, fizemos fotografias hemisféricas do dossel e mostramos todos os regenerantes entre 10 centímetros e 2 metros de altura (Sapkopa e Odén, 2009).

Separámos as espécies regenerantes em 6 grupos funcionais: arbóreas, arbustivas, trepadeiras (lenhosas e não lenhosas), epífitas, herbáceas e pteridófitas (licófitas e monilófitas). No que diz respeito à escolha das áreas, utilizamos os seguintes critérios: tamanhos semelhantes (aproximadamente 2 hectares), mesmo uso e ocupação (pastagens antigas), distância entre 100 e 320 metros de fragmentos florestais em estágio médio de regeneração e mesma técnica de restauração (plantio de mudas com alta diversidade de espécies).

Tiramos as fotos hemisféricas no início da manhã ou no final da tarde, com a câmera digital Nikon D5300, acoplada a uma lente “olho de peixe”, modelo Rokinon 8mm F3.5HD UMC. Nivelamos a lente com nível de bolha, e posicionamos a câmera superiormente para o norte, sendo esta detectada por meio de uma bússola. Para a análise das fotos, utilizamos o software *Gap Light Analyzer 2.0* (Frazer et al., 1999).

Realizamos a identificação taxonômica dos espécimes por meio de bibliografia especializada, consulta aos especialistas e comparação com as coleções depositadas no Herbário SPSF. No tocante à classificação das famílias botânicas, utilizamos como base o sistema proposto pelo APG IV (2016). Conferimos as grafias corretas, autorias e sinónimas das espécies na base on-line da Flora do Brasil 2020 (em construção).

Análise estatística

Para o cálculo da variação da abertura do dossel entre as áreas com distintas idades, utilizamos o teste não paramétrico *Kruskal-Wallis* e o Teste de *Dunn a posteriori*, com o software *Statistica 13.3* (TIBCO, 2017).

Para verificar a influência da abertura do dossel e das distintas idades sobre a regeneração natural, utilizamos a análise de regressão, através dos modelos segundo Zuur et al. (2009). Utilizamos o modelo generalizado misto com distribuição *Poisson* dos erros, usando as variáveis Abertura do Dossel e Idade do fragmento como fatores fixos, e a variável “Floresta” analisada como fator aleatório. Para isso, utilizamos os pacotes *lme4* para construir o modelo misto e *lsmeans* para realizar os testes *post hoc*. Realizamos as análises no ambiente R versão 3.5.1 (R core team, 2018).

Resultados

Nas 270 parcelas amostradas, encontramos 192 espécies, categorizadas em 63 famílias, em um total de 5.586 indivíduos regenerantes. As informações detalhadas por grupo podem ser visualizadas na Tabela nº 01.

Tabela nº01 - O número de famílias, espécies e indivíduos regenerantes encontrados por grupo.

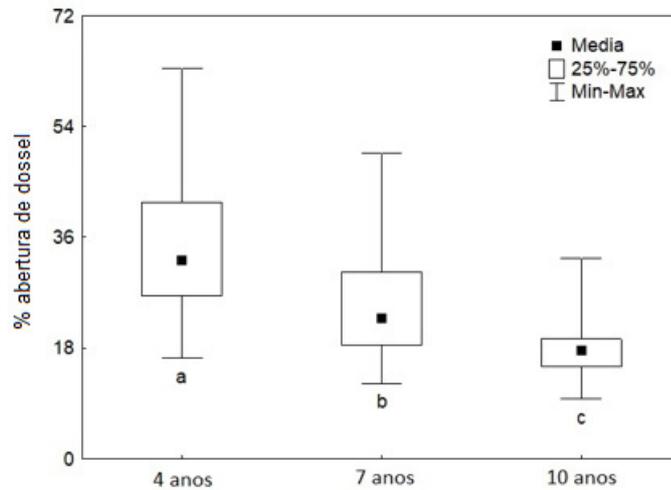
	Famílias	Espécies	Indivíduos
Arbóreas	30	89	782
Arbustivas	11	22	475
Herbáceas	26	50	2727
Trepadeiras	14	22	323
Pteridófitas	5	6	240
Epífitas	2	3	39

No material suplementar (anexo nº1) encontra-se a lista das espécies regenerantes encontradas em cada parcela e suas respectivas áreas.

Variação temporal da abertura do dossel

A hipótese de que ocorre uma variação da abertura do dossel entre as distintas idades foi aceita, uma vez que verificamos que houve uma diferença significativa entre todas as idades ($H = 134.0361$; $p = 0.0001$ (Fig. 1).

Figura nº01 - Variação da abertura do dossel entre as áreas com 4, 7 e 10 anos.



Exemplos das fotografias retiradas das distintas aberturas de dossel por idade e o tratamento realizado pelo software se encontra no anexo nº02. A tabela completa com todos os dados de abertura do dossel obtidos em cada parcela se encontra no material suplementar (anexo nº03).

Riqueza

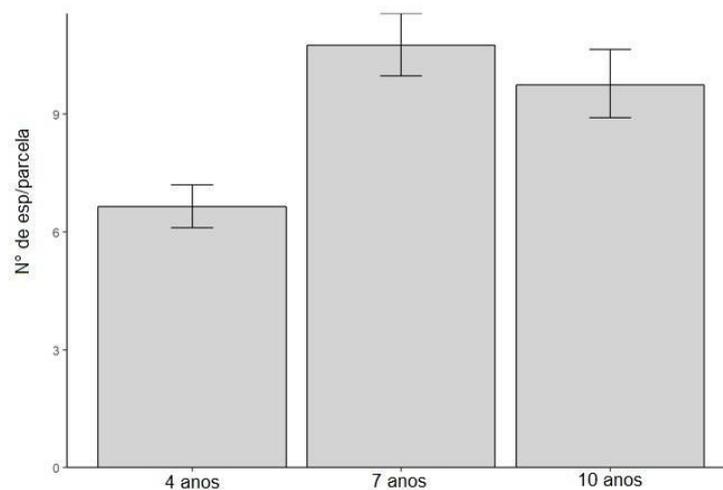
As áreas restauradas com 04 anos apresentaram os menores valores de número de espécies por parcela do que as parcelas com 7 e 10 anos, sendo que as duas últimas não são diferentes entre si, e podem ser visualizadas na Tabela nº02.

Tabela nº02 – Comparação do número de espécies por parcela nas idades distintas.

Idade	lsmean	SE	df	asympt.LCL	asympt.UCL	group
ano 4	1.891.178	0.06281839	NA	1.768.056	2.014.299	1
ano 10	2.277.538	0.05839397	NA	2.163.088	2.391.988	2
ano 7	2.370.485	0.05756010	NA	2.257.669	2.483.301	2

As áreas em restauração com 04 anos tiveram os menores valores de riqueza variando entre 5.78 a 7.57 espécies por parcela. Já áreas com 07 e 10 anos de idade apresentaram uma maior riqueza, variando de 1.34 a 1.94 espécies a mais por parcela (com 07 anos) de 1.22 a 1.77 espécies a mais por parcela nas áreas com 10 anos quando comparadas às áreas de 4 anos. As diferenças entre as áreas podem ser visualizadas na Figura nº02.

Figura nº02 - Número de espécies por parcelas nas áreas em restauração com distintas idades. (O intervalo de confiança foi construído através de um *bootstrap*, sendo 1000 aleatorizações e 95% de intervalo de confiança).

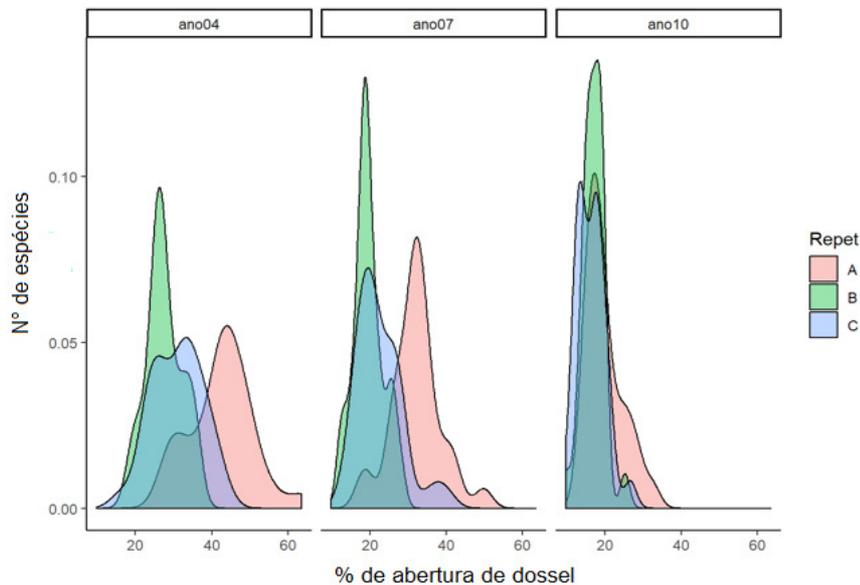


Abertura do dossel x riqueza

A abertura do dossel nas áreas com a mesma idade apresentou grande variação nas parcelas que estavam presentes nas áreas com 4 e 7 anos de idade. Apenas nas áreas com 10 anos, houve um padrão, onde, a maioria das parcelas apresentou uma abertura de cerca de 20% (Figura nº03).

Pode-se visualizar no Anexo nº03 as fotos da abertura do dossel obtidas com a câmera e a pós-análise pelo software.

Figura n°03 – Porcentagem de abertura do dossel nas áreas com distintas idades versus a riqueza das espécies.



Com relação à influência das variáveis abertura do dossel e idade sobre a riqueza das espécies regenerantes, através da análise de regressão, pudemos verificar que apenas o parâmetro idade foi significativo ($p=0,0003579$), e que implica, que a variável idade explica a variação na riqueza das espécies (Tabela n°2). A abertura do dossel não explicou a variação ou o aumento na riqueza das espécies regenerantes, no qual ($|Z|=1.38$, $p\text{-valor}>0.05$), Tabela n°03.

Tabela n°03 – Resultados da análise de regressão cuja variável abertura do dossel e idade estariam explicando a variação da riqueza das espécies regenerantes. Onde Mod1: riqueza \sim Idade + (1/ fragmento); Mod2: riqueza \sim Dossel + (1/ fragmento); Mod3: riqueza \sim idade*dossel + (1/ fragmento); Mod4: riqueza \sim Idade: Dossel +(1/ fragmento); Código de Significância *** 0.001.

	Df	AIC	BIC	loglik	deviance	Chisq	Chi Df Pr (> Chisq)
mod 2	3	1471.7	1482.5	-732.86	1465.7		
mod 1	4	1461.0	1475.4	-726.49	1453.0	12.7400	0.0003579 ***
mod 4	5	1461.8	1476.8	-725.90	1451.8	1.1921	0.2749042
mod 3	7	1463.0	1488.2	-724.50	1449.0	2.8002	0.2465728

	Estimado	Des padrão	Valor de Z	Pr (> z)
(Intercept)	2154231	0.185703	11.600	<2e-16 ***
idadeano07	0.254754	0.232565	1.095	0.2733
idadeano10	0.083365	0.247569	0.337	0.7363
Dossel	0.007875	0.005309	1.483	0.1380
idadeano07:dossel	0.006344	0.007461	0.850	0.3951
idadeano10:dossel	0.019305	0.010110	1.909	0.0562

Discussão

A hipótese de que existe uma diferença significativa nas porcentagens de abertura do dossel entre as áreas de distintas idades foi aceita. Houve uma relação negativa entre o aumento da idade das áreas em restauração e a porcentagem da abertura do dossel.

Nas áreas com 4 e 7 anos, foi observada grande amplitude entre as parcelas nas áreas com a mesma idade em relação à abertura do dossel, havendo, portanto, a formação de micro-habitats heterogêneos. No entanto, nas áreas com 10 anos, a maioria das parcelas apresentaram uma abertura do dossel de aproximadamente 20%. Desta forma, pôde-se concluir que plantios que apresentam uma similaridade na riqueza de mudas plantadas e mesmo espaçamento, porém com distribuição e densidade distintas das espécies em campo, após 10 anos, tendem a apresentar pouca variação com relação à abertura do dossel. Essa homogeneidade do dossel irá diminuir a possibilidade de se formarem distintos microssítios dentro dessas áreas em restauração, até que seja iniciado o processo de mortalidade de algumas espécies que compõem o dossel. O mesmo fenômeno foi constatado em outro estudo em uma área em processo de restauração com 52 anos, onde observou-se que o índice de abertura se mostrou pouco variável entre as unidades amostrais. No entanto, quando foi avaliado o ecossistema de referência, este apresentou considerável variação na abertura do dossel dentro da área amostral, revelando algumas parcelas com baixos índices de abertura e outras com elevados índices (Cruz et al., 2018). Este mesmo padrão foi observado para florestas secundárias onde Denslow e Guzman (2000)

encontraram uma alta frequência de microssítios com níveis de luz intermediários. No entanto, quando se fez a análise em florestas maduras, foi observado um grande número de microssítios com grandes variações na abertura do dossel (Denslow e Guzman, 2000).

Foi refutada a hipótese de que com a redução gradual da abertura do dossel a riqueza das espécies regenerantes também irá aumentar. Visto que, as áreas com 7 e 10 anos apresentaram a mesma riqueza de espécies, porém com uma abertura do dossel distinta. E com base na análise de regressão, podemos inferir que a abertura do dossel nas áreas iniciais do processo de restauração é uma variável que, de forma isolada, não explica o aumento da riqueza das espécies regenerantes. Este resultado pode estar correlacionado com o fato de que muitas espécies regenerantes nas áreas no início do processo de restauração são ervas e árvores pioneiras ou secundárias iniciais (ver lista em anexo). No caso de haver um dossel mais aberto, é possível observar a presença de uma grande densidade de plantas herbáceas, principalmente as ruderais no sub-bosque de florestas jovens em restauração (Letcher e Chazdon, 2009; Garcia et al., 2016; Gandolfi, 2017).

Outro fato que pode explicar a pouca influência da abertura do dossel na riqueza dos regenerantes, é que para algumas formas de vida a variação da abertura do dossel parece não afetar a germinação e o estabelecimento de algumas espécies. Como é o caso, de um estudo que realizou um enriquecimento das epífitas numa área em processo de restauração com 23 anos, onde os autores testaram seis espécies de forófitos, em que a abertura do dossel variou entre 79,3% e 92,9% e não constataram alguma correlação entre a sobrevivência dos indivíduos e a emissão de brotos das epífitas transplantadas com a abertura do dossel (Duarte e Gandolfi, 2013). Em outro estudo, Winkler et al. (2005) utilizaram sementes de cinco espécies de bromélias, que foram distribuídas em posições distintas do dossel. No entanto, não houve evidência que a variação da localização espacial afetou a probabilidade de germinação destas espécies. Para as trepadeiras por exemplo, Le Bourlegat e colaboradores (2013) testaram a germinação de três espécies de lianas em laboratório, variando a luz e a temperatura, e como resposta, duas das três espécies mantiveram altas taxas de germinação tanto na presença como na ausência de luz.

No entanto, observou-se que existe uma tendência à redução da riqueza de espécies regenerantes por parcela nas áreas com 10 anos em relação às áreas com 7 anos, esta tendência poderia estar associada à homogeneização da abertura do dossel, mas seria necessária uma escala maior de tempo para ter claro o efeito desta variável sob a regeneração natural. Esta tendência na redução da riqueza, certamente, está relacionada com a mortalidade de espécies pioneiras no sub-bosque e a baixa entrada de espécies arbóreas mais tardias (secundárias e climáces) autóctones. Uma vez que, os propágulos das espécies arbóreas autóctones normalmente começam a se estabelecer nas áreas após os dez anos do plantio, uma vez que grande parte das espécies arbóreas secundárias iniciais entra em fase reprodutiva aos 10 anos de idade, e a maioria das espécies climáces em torno de 20 anos (Gandolfi, 2017).

A hipótese de que a variável idade influencia e pode explicar o aumento da riqueza da regeneração foi aceita. Existem diversos fatores que estão correlacionados com a idade das áreas. Por exemplo, o aumento da idade das áreas em restauração está indiretamente ligado ao aumento da cobertura do dossel, da porosidade e umidade do solo, do acúmulo de matéria orgânica e de outros nutrientes, e uma diminuição da compactação do solo (Bertacchi et al., 2012). Assim, com o aumento da idade das áreas em restauração, também aumenta a complexidade estrutural da vegetação, como por exemplo, da diversificação da camada de serapilheira e o aumento da camada de húmus, que tendem a promover um aumento da riqueza da regeneração natural (Barbosa et al., 2009).

Também com o aumento da idade, as espécies do dossel começam a frutificar o que atrai uma maior quantidade de fauna e, conseqüentemente, a dispersão dos propágulos (Gandolfi, 2017). O tempo também é um dos principais fatores no que tange às chances de chegada de novos propágulos dos fragmentos mais próximos (Daronco et al., 2013). Como é o caso do estudo, que avaliou as possíveis variáveis que estavam influenciando a diversidade das pteridófitas em 39 fragmentos, e concluiu-se que os fatores de maior correlação foram o tamanho e a distância entre os fragmentos (Murakami et al., 2005). Esse aspecto reforça a ideia de que a ausência de fontes de sementes pode ser o principal fator limitante para a regeneração das áreas no início do processo de restauração (Souza e Batista, 2004). Além disso, resultados como estes levaram alguns pesquisadores a acreditarem que, as fontes de

propágulos de remanescentes na paisagem exercem grande influência sobre a dinâmica das comunidades em restauração (Duringa et al. 2010).

Conclusão

Houve uma variação significativa na abertura do dossel entre as áreas de distintas idades. O aumento da idade nas áreas em processo de restauração apresentou uma relação positiva com o aumento da riqueza das espécies regenerantes. No entanto, não houve uma relação significativa entre a variação da abertura do dossel e a riqueza das espécies regenerantes.

Este resultado traz a implicação prática de que, a variável idade pode ser considerada como um fator importante no incremento da riqueza das espécies regenerantes em áreas tropicais no início do processo de restauração. Visto que, o aumento da idade está correlacionado com fatores distintos como: maior probabilidade de chegada de propágulos, aumento de recursos para a fauna local (maior quantidade de espécies frutificando) e melhor estruturação florestal (aumento de serapilheira, incremento no tamanho das copas, fechamento do dossel). Como a variação do dossel sozinha não explicou o aumento na riqueza das espécies regenerantes, é possível que o maior filtro para esta camada seja a existência de fontes de propágulos de remanescentes na paisagem, que parece apresentar grande influência sobre a riqueza e a dinâmica das comunidades em restauração.

As áreas com 10 anos apresentaram, de forma geral, uma homogeneização do dossel, mostrando que mesmo com a variação da disposição das espécies plantadas e distintos grupos sucessionais com relação à decíduidade em cada área houve, porém, pouca variação na abertura do dossel nas parcelas da a mesma idade.

Referências

- Aide, T.M., Zimmerman, J.K., Herrera, L., Rosario, M., Serrano, M. 1995. Forest recovery in abandoned tropical pastures in Puerto Rico. *For. Ecol. Manage.* 77, 77-86. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(95\)03576-V](https://doi.org/10.1016/0378-1127(95)03576-V)
- APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Bot. Journ. of the Linn. Soc.* 181, 1-20. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x>
- Barbosa, C. E. A. et al. 2009. Diversity of Regenerating Plants in Reforestations with *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze of 12, 22, 35, and 43 Years of Age in Parana' State, Brazil. *Restoration Ecology*, Malden, v. 17, n. 1, p. 60-67, Jan.
- Bertacchi, M.I.F., Brancalion, P.H.S., Brondani, G.E., Medeiros, J.C. 2012. Rodrigues, R.R. Caracterização das condições de microssítios de áreas em restauração com diferentes idades. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.36, n.5, p.895-905.
- Chazdon, R. L. 2003. Tropical forest recovery: legacies of human impact and natural disturbances. *Perspect. Plant Ecol. Evol. and Syst.* 6, 51-71. <https://doi.org/10.1078/1433-8319-00042>
- Cruz, M.P., Campos, J.B., Torezan, J. M. D. 2018. Influência da topografia e da abertura do dossel na estrutura do componente herbáceo-arbustivo em dois fragmentos florestais na planície de inundação do Alto Rio Paraná. *Ciência Florestal*. 28, 191-205.
- Daronco, C., Melo, A.C.G., 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* 40(3): 485-498.
- Denslow, J. S., Guzman, S. 2000. Variation in stand structure, light, and seedling abundance across a tropical moist forest chronosequence, Panama. *J. Veg. Sci.* 11, 201-212. <https://doi.org/10.2307/3236800>
- Duarte, M.M., Gandolfi, S., 2013. Enriquecimento de florestas em processo de restauração: aspectos de epífitas e forófitos que podem ser considerados. *Hoehnea*, 40, 507–514. <http://dx.doi.org/10.1590/S2236-89062013000300010>
- Dupuy, J. M., R. L. Chazdon. 2006. Effects of vegetation cover on seedling and sapling dynamics in secondary tropical wet forests in Costa Rica. *J. Trop. Ecol.* 22: 65–76. <https://doi.org/10.1017/S0266467405002890>
- Durigan, G., Engel, V.L., Torezan, J.M., Melo, A.C.G., Marques, M.C.M., Martins, S.V., Reis, A. & Scarano, F.R. 2010. Normas jurídicas para a restauração ecológica: uma barreira a mais a dificultar o êxito das iniciativas. *Revista Árvore* 34: 471-485.
- Frazer, G.W., Canham, C.D., Lertzman, K.P. 1999. Gap Light Analyzer (GLA): Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, user's manual and program documentation. Simon Fraser University, New York.

Gandolfi, S. (2017). Uma teoria sobre o processo de restauração ecológica de florestas tropicais e subtropicais: proposta e aplicação. *Tese de livre docência*. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

Garcia, L. C., Rezende, M. Q., Pimenta, M. A., Machado, R. M., Lemos-Filho, J.P. 2007. Heterogeneidade do dossel e quantidade de luz no recrutamento do sub-bosque de uma mata ciliar no Alto São Francisco, Minas Gerais: análise através de fotos hemisféricas. *Ver. Bras. Biocienc.* 5, 99-101.

Garcia, L.C., Hobbs, R.J., Santos, F., A.M., Rodrigues, R.R. 2015. Flower functional trait responses to restoration time. *Applied Vegetation Science*. Doi: 10.1111/avsc.12163 2015

Garcia, L.C., Hobbs, R.J., Ribeiro, D.B., Tamashiro, J.Y., Santos, F.A.M., Rodrigues, R.R. 2016. Restoration over time: is it possible to restore trees and non-trees in highdiversity forests? *Appl. Veg. Sci.* 19, 655–666.
<https://doi.org/10.1111/avsc.12163>

Holl, K. D., Crone, E. E. 2004. Applicability of landscape and island biogeography theory to restoration of riparian understorey plants. *Journal of Applied Ecology* 41:922–933. <https://doi.org/10.1111/j.0021-8901.2004.00949.x>

Holl, K.D. 2017. Research directions in tropical forest restoration. *Annals of the Missouri Botanical Garden.* 102: 237–250. doi: 10.3417/2016036

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS - IEF, 2013- Inventário Florestal do Estado de Minas Gerais.

<http://www.inventarioflorestal.mg.gov.br/publicacoes/semidecidua/capitulo02>

Acessado em 08/12/2018.

IRRIGART Engenharia e Consultoria em Recursos Hídricos e Meio Ambiente Ltda. Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá: situação dos recursos hídricos 2002/2003 (Relatório Síntese), 2005.
http://www.agenciapcj.org.br/novo/images/stories/Relatorio_de_situacao/rs-2002-2003/RS-02-03_Relatorio-Sintese.pdf (acesso em: 18 abril 2014).

Le Bourlegat J. M. G, Gandolfi S., Brancalion P. H. S., & Dias, C. T. S. (2013). Enriquecimento de floresta em restauração por meio de semeadura direta de lianas. *Hoehnea*, 40, 465-472. <https://doi.org/10.1590/S2236-89062013000300006>

Letcher, S. G., & Chazdon, R.L. (2009). Rapid recovery of biomass, species richness, and species composition in a forest chronosequence in northeastern Costa Rica. *Biotropica*, 41, 608-617. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2009.00517.x>

Mejia-Dominguez, N.R., Meave, J.A., Diaz-Avalos, C., Gonzalez, E. 2011. Individual canopy-tree species effects on their immediate understory microsite and sapling community dynamics. *Biotropica*. 43, 572-581. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2010.00739.x>

Melo, A.C.G. & Durigan, G. 2007. Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema. *Scientia Forestalis* 7: 101-111.

- Moreira, P.R. e Silva, O.A. 2004. Produção de serapilheira em área reflorestada. *Revista Árvore* 28(1): 49-59.
- Murakami, K., Maenaka, H., Morimoto, Y. 2005. Factors influencing species diversity of ferns and fern allies in fragmented forest patches in the Kyoto city area. *Landsc. Urban Plan.* 70, 221–229. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.019>
- Nicotra, A.B., Chazdon, R.L., Iriarte, S. 1999. Spatial heterogeneity of light and woody seedling regeneration in tropical wet forest. *Ecology.* 80, 1908-1926. <https://doi.org/10.2307/176668>
- Peña-Claros, M. 2003. Changes in forest structure and species composition during secondary forest succession in the Bolivian Amazon. *Biotropica.* 35, 450-461. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2003.tb00602.x>
- Peña-Domene, M., Martínez-Garza, C. and Howe H.F. Early recruitment dynamics in tropical restoration. *Ecological Applications.* 23(5): 1124-1134, 2013.
- Pereira, P.H., Cortez, B., Trindade, T., Mazochi, M.N. 2010. Conservador das Águas: 5 Anos. Extrema, MG: Departamento de Meio Ambiente de Extrema.
- R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em <<https://www.R-project.org/>>.
- Richards, R.C., Rerolle, J., Aronson, J., Pereira, P.H., Gonçalves, H., Brancalion, P.H.S. 2015. Governing a pioneer program on payment for watershed services: Stakeholder involvement, legal frameworks and early lessons from the Atlantic forest of Brazil. *Ecosyst. Serv.* 16, 23–32. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.09.002>
- Sapkota, I.P., Odén, P.C. 2009. Gap characteristics and their effects on regeneration, dominance and early growth of woody species. *J. Plant Ecol.* 2, 21-29. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtp004>
- Shoo, L.P., Freebody, K., Kanowski, J., Catterall, C.P. 2016. Slow recovery of tropical old-field rainforest regrowth and the value and limitations of active restoration. *Conserv. Biol.* 30, 121–132. <https://doi.org/10.1111/cobi.12606>
- Souza, F. M.; Batista, J. L. F. Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. *Forest Ecology and Management, Amsterdam*, v. 191, p.185-200, 2004. doi:10.1016/j.foreco.2003.12.006
- Souza, F.M., Gandolfi, S., Rodrigues, R.R. 2014. Deciduousness influences the understory community in a semideciduous tropical forest. *Biotropica.* 46, 512-515. <https://doi.org/10.1111/btp.12137>
- Stuble, K. L., Fick, S.E., Young, T.P. 2017. Every restoration is unique: testing year effects and site effects as drivers of initial restoration trajectories. *J. Appl. Ecol.* 54, 1051-1057. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12861>
- TIBCO Software Inc. 2017. Statistica (data analysis software system), version 13. <http://statistica.io> 17, January, 2019.
- Vivanco L, Austin AT. 2008. Tree species identity alters forest litter decomposition through long-term plant and soil interactions in Patagonia, Argentina. *Journal of Ecology* 96: 727-736. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2008.01393.x>

Wang Y, Augspurger C. 2006. Comparison of seedling recruitment under arborescent palms in two Neotropical forests. *Oecologia* 147: 533-545. doi 10.1007/s00442-005-0279-x

Winkler, M., Hülber, K., Hietz, P. 2005. Effect of canopy position on germination and seedling survival of epiphytic bromeliads in a Mexican humid montane forest.

Ann. Bot. 95, 1039–1047. <https://doi.org/10.1093/aob/mci115> ·

Wirth, R., Weber, B., Ryel, R.J. 2001. Spatial and temporal variability of canopy structure in a tropical moist forest. *Acta Oecol.* 22, 235–244.

[https://doi.org/10.1016/S1146-609X\(01\)01123-7](https://doi.org/10.1016/S1146-609X(01)01123-7)

Zuur, A.F., Ieno, E.N., Walker, N.J., Saleviev, A.A., Smith, G.M. 2009. *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R*. Springer. Doi 10.1007/978.0-387-87458-6.

Família	Parcelas	Forma de vida	4.1	4.2	4.3	7 .1	7 .2	7 .3	10 .1	10 .2	10.3
Asteraceae	<i>Pseudelephantopus spiralis</i> (Less.) Cronquist.	Erva	0	x	0	0	x	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera.	Arborea	0	0	0	0	0	0	x	x	0
Asteraceae	<i>Mikania chlorolepis</i> Baker.	Trepadeira	0	x	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Mikania hirsutissima</i> DC.	Trepadeira	0	x	x	0	x	0	0	0	x
Asteraceae	<i>Mikania lanuginosa</i> DC.	Trepadeira	0	0	0	0	x	x	x	0	0
Asteraceae	<i>Mikania micrantha</i> Kunth.	Trepadeira	x	x	0	x	x	x	x	x	x
Asteraceae	<i>Mikania sp.</i>	Trepadeira	0	0	0	0	0	0	0	0	x
Asteraceae	<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker.	Arborea	0	x	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabrera.	Erva	0	x	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.	Erva	x	0	0	0	x	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.	Erva	x	x	x	0	x	x	x	x	x
Asteraceae	<i>Synedrella nodiflora</i> (L.) Gaertn.	Erva	0	0	0	x	x	x	x	0	x
Asteraceae	<i>Tilesia baccata</i> (L.) Pruski.	Arbusto	0	0	0	0	x	x	0	x	x
Asteraceae	<i>Vernonathura sp.</i>	Arbusto	x	0	x	x	x	x	0	x	0
Bignoniaceae	<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart.	Arborea	0	x	0	0	x	0	0	0	0
Bignoniaceae	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos.	Arborea	0	0	0	0	0	x	0	0	0
Bignoniaceae	<i>Jacaranda macrantha</i> Cham.	Arborea	0	0	0	x	0	0	0	x	0
Bignoniaceae	<i>Pyrostegia venusta</i> (Ker Gawl.) Miers.	Trepadeira	0	0	0	0	0	0	x	0	0
Bignoniaceae	<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau. ex Verl.	Arborea	0	0	0	0	0	0	0	0	x
Blechnaceae	<i>Parablechnum sp.</i>	Pteridofita	0	0	0	0	x	x	0	0	x
Boraginaceae	<i>Cordia superba</i> Cham.	Arborea	0	0	0	0	x	x	0	x	x
Boraginaceae	<i>Patagonula americana</i> L.	Arborea	0	0	x	0	0	0	0	0	0
Bromeliaceae	<i>Tillandsia sp.1</i>	Epifita	0	0	x	0	x	x	x	x	0
Bromeliaceae	<i>Tillandsia sp.2</i>	Epifita	0	0	0	0	0	x	0	x	0

Família	Parcelas	Forma de vida	4.1	4.2	4.3	7 .1	7 .2	7 .3	10 .1	10 .2	10.3
Campanulaceae	<i>Siphocampylus westinianus</i> (Thunb.) Pohl.	Erva	x	0	0	x	0	x	x	0	x
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume.	Arborea	0	0	0	x	0	x	0	0	x
Caryophyllaceae	<i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. Ex. Roem.& Schult.	Erva	0	0	0	0	0	0	x	x	0
Celastraceae	<i>Maytenus ilicifolia</i> Mart. ex Reissek.	Arborea	0	0	0	x	0	0	0	0	0
Commelinaceae	<i>Commelina obliqua</i> Vahl.	Erva	x	x	x	x	x	x	x	0	x
Commelinaceae	<i>Dichorisandra hexandra</i> (Aubl.) Hand.-Mazz.	Erva	0	0	x	0	x	x	x	0	x
Convolvulaceae	<i>Dichondra</i> sp.	Erva	0	x	x	x	x	x	x	x	x
Cunoniaceae	<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl ex Ser.	Arborea	0	0	0	0	0	0	0	x	0
Curcubitaceae	<i>Melothria</i> sp.	Trepadeira	0	0	0	0	x	x	0	0	0
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp 1.	Erva	x	0	0	0	0	0	x	0	0
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp 2.	Erva	0	x	0	x	x	0	x	0	0
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	Arborea	0	x	x	x	x	x	x	x	x
Euphorbiaceae	<i>Alchornea sidifolia</i> Müll.Arg.	Arborea	0	0	x	x	x	x	x	x	x
Euphorbiaceae	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Arborea	x	x	x	0	0	0	x	0	0
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i> Baill.	Arborea	x	x	x	x	x	x	x	x	0
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	Arborea	0	0	0	0	0	0	0	0	x
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong.	Arborea	0	0	0	0	0	x	0	0	x
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Arborea	0	0	0	0	0	0	x	0	0
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan.	Arborea	x	0	0	0	x	0	x	x	0
Fabaceae	<i>Andira</i> sp.	Arborea	0	0	0	x	x	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Bauhinia forficata</i> Link.	Arborea	x	x	x	x	x	x	x	x	0
Fabaceae	<i>Bauhinia longifolia</i> (Bong) Steud.	Arborea	0	x	0	0	0	0	0	0	x
Fabaceae	<i>Bionia bella</i> Mart. ex Benth.	Trepadeira	0	0	0	x	0	0	0	0	x
Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Arborea	0	0	0	0	x	x	0	0	0

Família	Parcelas	Forma de vida	4.1	4.2	4.3	7 .1	7 .2	7 .3	10 .1	10 .2	10.3
Fabaceae	<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	Arborea	x	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillem. ex Benth.	Arborea	0	0	0	x	0	0	0	x	0
Fabaceae	<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton.	Arborea	0	0	0	x	x	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i> (Sw.) DC.	Erva	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Fabaceae	<i>Desmodium discolor</i> Vogel.	Erva	0	0	x	0	0	x	0	x	x
Fabaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	Arborea	x	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Arborea	0	0	0	x	x	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	Arborea	0	x	x	x	x	x	x	x	x
Fabaceae	<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G.Azevedo & H.C.Lima.	Arborea	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Fabaceae	<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	Arborea	0	x	0	x	0	x	0	x	0
Fabaceae	<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel.	Arborea	0	0	0	x	x	0	x	x	x
Fabaceae	<i>Machaerium villosum</i> Vogel.	Arborea	x	x	x	0	0	0	0	0	x
Fabaceae	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Arborea	x	0	0	0	0	0	x	0	0
Fabaceae	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J F. Macbr.	Arborea	0	0	0	0	x	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Pterocarpus violaceus</i> Vogel.	Arborea	0	0	0	0	0	0	x	0	0
Fabaceae	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Arborea	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose.	Arborea	x	x	0	x	x	x	0	x	0
Fabaceae	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby.	Arborea	0	0	0	0	x	0	0	x	x
Fabaceae	<i>Senna neglecta</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby.	Arbustó	0	0	x	x	x	x	x	x	0
Fabaceae	<i>Sesbania virgata</i> (Cav.) Pers.	Arbustó	0	x	0	0	x	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.	Trepadeira	x	x	x	0	0	0	x	0	x
Iridaceae	<i>Sisyrinchium</i> sp.	Erva	x	0	0	0	0	0	x	0	0
Lamiaceae	<i>Peltodon radicans</i> Pohl.	Erva	0	x	0	x	x	x	x	0	x

Família	Parcelas	Forma de vida	4.1	4.2	4.3	7 .1	7 .2	7 .3	10 .1	10 .2	10.3
Myrsinaceae	<i>Myrsine gardneriana</i> A.DC.	Arborea	0	x	x	x	x	x	x	x	0
Myrsinaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Arborea	0	x	0	0	0	x	x	0	0
Myrtaceae	<i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk.	Arborea	0	0	0	0	x	0	0	0	0
Myrtaceae	<i>Eugenia prasina</i> O.Berg.	Arborea	0	0	0	0	x	0	0	x	0
Myrtaceae	<i>Eugenia sp.1</i>	Arborea	0	0	0	x	0	x	0	0	0
Myrtaceae	<i>Eugenia sp.2</i>	Arborea	0	0	0	0	x	0	0	0	0
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Arborea	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Myrtaceae	<i>Myrcia sp.</i>	Arborea	0	0	0	0	0	0	0	x	0
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Arborea	x	x	0	x	0	x	x	x	x
Myrtaceae	<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	Arborea	0	0	0	x	0	0	0	x	0
Myrtaceae	<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel.	Arborea	x	0	0	0	x	0	0	0	x
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Arborea	x	x	x	x	x	x	x	x	0
Myrtaceae	<i>Psidium rufum</i> DC.	Arborea	0	0	0	0	0	x	x	0	0
Myrtaceae	<i>Psidium sp.</i>	Arborea	0	x	0	0	0	0	0	0	0
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.	Epífitas	0	0	0	x	x	x	0	x	0
Passifloraceae	<i>Passiflora capsularis</i> L.	Trepadeira	0	0	0	0	0	0	x	0	x
Passifloraceae	<i>Passiflora edulis</i> Sims.	Trepadeira	0	0	x	x	x	x	x	x	0
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus sp.</i>	Erva	0	0	0	x	0	0	x	x	0
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	Arbusto	0	x	0	x	x	x	x	0	0
Piperaceae	<i>Piper crassinervium</i> Kunth.	Arbusto	0	x	0	0	x	0	0	0	0
Piperaceae	<i>Piper mollicomum</i> Kunth.	Arbusto	0	0	0	0	x	x	x	0	0
Piperaceae	<i>Piper regnellii pallescens</i> (CDC.) Yunck.	Arbusto	0	x	0	0	x	0	x	0	0
Plantaginaceae	<i>Plantago sp 1</i>	Erva	0	0	x	x	x	0	x	x	0
Plantaginaceae	<i>Plantago sp 2</i>	Erva	0	0	0	0	x	0	0	0	0
Poaceae	<i>Atractantha sp.</i>	Trepadeira	0	0	0	0	x	0	0	0	0
Polygonaceae	<i>Polygala lancifolia</i> A.St.-Hil. & Moq.	Erva	0	0	0	x	0	0	x	0	0
Polypodiaceae	<i>Polypodium sp.</i>	Pteridofita	0	0	0	0	0	0	x	0	0

Família	Parcelas	Forma de vida	4.1	4.2	4.3	7 .1	7 .2	7 .3	10 .1	10 .2	10.3
Solanaceae	<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schltdl.	Arbusto	x	0	x	x	0	x	0	0	0
Solanaceae	<i>Capsicum sp.</i>	Erva	0	0	0	0	0	x	0	0	x
Solanaceae	<i>Cestrum sp.</i>	Arbusto	0	0	x	0	x	x	x	x	x
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i> Mill.	Erva	0	x	0	x	0	x	0	x	x
Solanaceae	<i>Solanum inodorum</i> Vell.	Trepadeira	0	0	x	0	0	0	x	0	0
Solanaceae	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Arborea	x	x	x	0	x	0	0	0	x
Solanaceae	<i>Solanum pseudoquina</i> A.St.-Hil.	Arborea	0	x	x	x	x	0	x	x	0
Solanaceae	<i>Solanum sp1.</i>	Arbusto	x	x	x	0	x	0	0	0	0
Solanaceae	<i>Solanum sp2.</i>	Erva	0	0	0	0	0	x	0	0	x
Talinaceae	<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	Erva	0	0	0	0	x	0	x	x	0
Thelypteridaceae	<i>Christella dentata</i> (Forssk.) Brownsey & Jermy.	Pteridofita	x	0	0	x	x	x	x	0	x
Urticaceae	<i>Boehmeria caudata</i> Sw.	Arbusto	0	0	0	0	x	0	x	0	0
Urticaceae	<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	Arborea	0	x	0	0	0	0	0	0	0
Urticaceae	<i>Urera sp.</i>	Erva	0	0	0	0	x	0	0	0	0
Verbenaceae	<i>Bouchea sp.</i>	Erva	x	x	x	x	x	x	x	0	x
Verbenaceae	<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	Arborea	0	0	0	x	0	0	0	x	0
Verbenaceae	<i>Lantana sp.</i>	Arbusto	0	0	0	0	0	x	x	0	0
Violaceae	<i>Anchietea pyrifolia</i> (Mart.) G. Don.	Trepadeira	0	0	x	0	0	0	x	0	0
Zingiberaceae	<i>Hedychium coronarium</i> J.Konig.	Erva	0	0	0	0	0	x	x	0	0

Anexo nº02 – Fotografias do dossel de cada idade e suas respectivas imagens após tratamento no programa Gap Light Analyzer 2.0.

Imagem parcela de 4 anos:

Imagem real

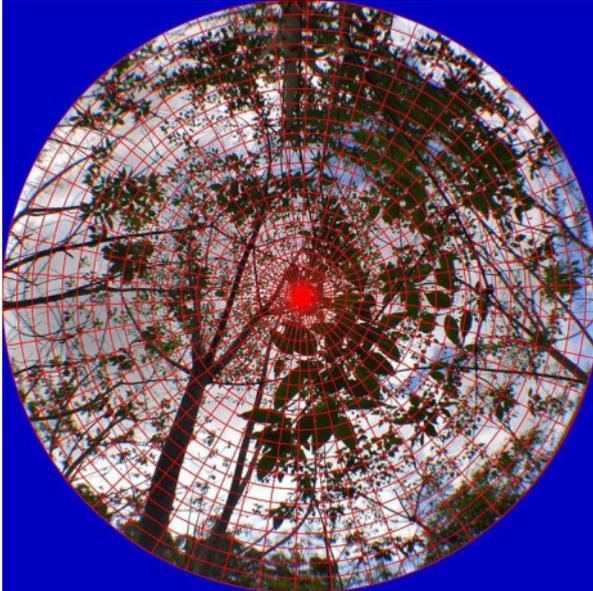


Imagem trabalhada pelo programa



Imagem parcela de 7 anos:

Imagem real

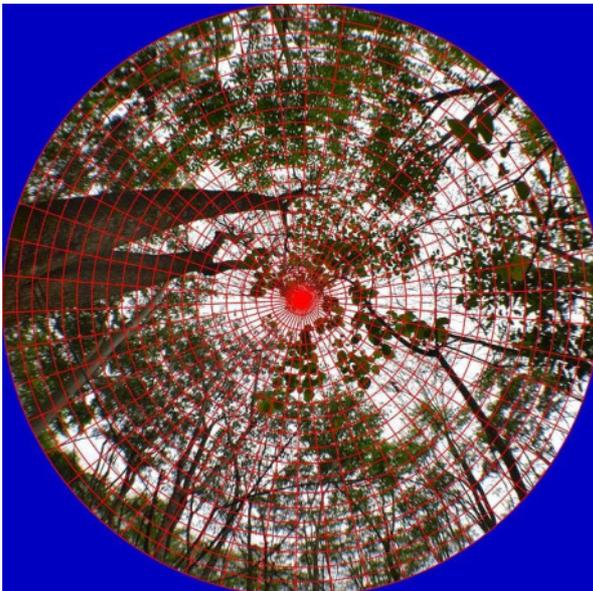


Imagem trabalhada pelo programa



Imagem parcela de 10 anos:

Imagem real

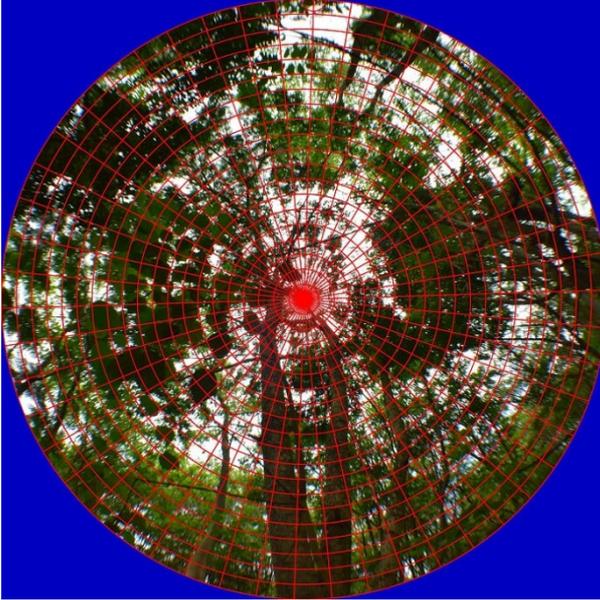


Imagem trabalhada pelo programa



Anexo nº 03 – Tabela com a abertura de dossel referentes as todas as áreas e parcelas.

Parcelas	4 anos - 1	4 anos - 2	4 anos - 3	7 anos - 1	7 anos - 2	7 anos - 3	10 anos - 1	10 anos - 2	10 anos - 3
1	29,42	25,6	34,87	31,54	17,82	20,77	22,75	18,97	17,07
2	27,73	20,52	24,22	32,47	21,71	25,73	24,92	18,55	12,34
3	30,55	26,76	22,52	30,63	21,48	26,25	17,04	19,78	13,76
4	35,27	21,15	16,42	32,18	22,07	39,66	15,86	16,95	19,78
5	44,54	25,92	32,56	32,96	19,91	24,51	16,44	12,78	16,11
6	41,91	27,43	42,58	35,57	19,85	27,7	14,01	13,5	18,3
7	50,68	28,58	28,03	30,41	13,79	26,92	15,47	16,27	13,2
8	44,55	27,23	39,21	35,03	19,21	18,17	16,35	15,7	14,35
9	42,01	18,58	33,12	37,94	19,36	20,77	28,2	17,51	19,65
10	43	26,49	37,52	42,55	23,02	26,89	25,56	14,89	13,07
11	43,62	25,36	38,52	29,5	15,26	36,03	19,68	19,49	12,13
12	46,77	23,62	25,63	49,72	16,56	18,08	19,64	19,35	12,75
13	41,74	34,75	24,37	40,29	25,3	20,18	28,85	15,17	10,59
14	47,74	27,08	24,22	32,38	18,53	17,13	32,59	19,22	20,73
15	50,16	35,45	31,59	25,42	24,58	17,87	26,36	14,97	17,78
16	55,8	24,97	35,23	27,28	18,18	17,1	19,56	17,68	12,94
17	47,69	25,06	22,66	32,17	12,17	20,62	21,04	16,33	14,12
18	44,6	25,49	34,04	26,75	17,87	17,11	17,97	9,8	18,2
19	51,49	24,87	30,25	32,99	18,53	19,61	17,86	17,32	20,98
20	37,69	27,23	32,59	41,13	20,57	20,16	16,57	14,22	13,35
21	47,4	27,91	27,4	32,74	15,74	21,26	19,03	19,38	15,81
22	30,31	32,77	26,14	19,02	17,98	15,81	16,66	15,69	14,53
23	30,4	30,18	31,91	27,15	18,69	19,75	23,32	18,33	17,48
24	41,98	26,47	30,14	27,94	16,75	27,29	20,58	18,91	17,82
25	38,18	31,57	26,61	31,87	18,97	16,51	18,33	16,56	18,28
26	47,45	31,37	38,82	34,97	18,99	22,11	17,59	14,19	17,17
27	35,05	32,93	34,57	25,11	28,17	28,13	14,92	17,45	13,14
28	63,47	35,4	23,24	18,2	26,04	26,57	15,52	19,67	21,55
29	42,33	35,4	36,39	31,62	26,37	22,84	14,28	15,34	26,67
30	41,8	19,89	41,72	35,07	12,61	13,75	18,42	25,28	17,98

Considerações finais

Ambas as análises de abundâncias relativas mostraram que nenhuma das idades (4, 7 e 10 anos) de áreas em processo de restauração apresentaram um padrão semelhante quando comparado à área de referência. Os grupos com maior representatividade nas áreas no início do processo de restauração foram as herbáceas e as arbóreas. Estes mesmos grupos foram os que mais variaram com relação às diferenças no que tange a comparação da abundância relativa total com a florestal (apenas espécies que estavam presentes na área de referência). No entanto, as trepadeiras, pteridófitas e os arbustos tiveram uma abundância relativa total e florestal semelhante para as áreas em processo de restauração de mesma idade. Portanto, nos primeiros 10 anos das áreas em processo de restauração o maior incremento na riqueza de espécies regenerantes é dado pelos grupos das espécies herbáceas e espécies arbóreas. Ambos os grupos tendem a ter grande variação na sua abundância entre as áreas de idades distintas, fato este que pode estar relacionado com a variação na abertura de dossel entre as áreas, visto que muitas espécies de ervas são ruderais e a maioria das espécies arbóreas que se instalam nas áreas em início de restauração são pioneiras.

Com relação à riqueza rarefeita total, as áreas com 4 anos foram as que apresentaram a menor riqueza de espécies, as áreas com 7 e 10 anos tiveram uma riqueza semelhante entre si e alcançaram a área de referência. Quando se avalia a riqueza rarefeita apenas das espécies florestais, o mesmo padrão foi observado para as idades distintas, porém as áreas com 7 e 10 anos não alcançaram o patamar da riqueza de espécies da área de referência. Mostrando que as espécies florestais ainda apresentam dificuldades em se estabelecer nas áreas em restauração com 7 e 10 anos.

A diversidade alfa foi medida através dos índices de Shannon e Equabilidade de Pielou, na qual a área de referência obteve os maiores valores para ambos os índices. Com relação às áreas em processo de restauração, as áreas com 7 anos foram as que obtiveram o maior índice de diversidade de Shannon. Os menores valores foram encontrados para duas das três áreas com 10 anos. Com relação ao índice de Equabilidade de Pielou as áreas com maiores valores variaram entre todas as idades, no entanto, as duas áreas que apresentaram os menores índices de

Shannon também apresentaram os menores índices de Pielou (áreas com 10 anos). Este resultado nos indica que as áreas com 7 anos tiveram maior número de espécies, principalmente no que tange às espécies com menor densidade ou raras. E as áreas com 10 anos foram as que apresentaram em média os menores índices de Shannon e de Equabilidade, tendo, portanto, uma menor diversidade de espécies, principalmente quando consideramos as espécies que tiveram pouca frequência e um menor equilíbrio na distribuição das espécies nas comunidades.

O índice de diversidade beta foi avaliado pelos índices de Jaccard e Bray-Curtis. E os valores do coeficiente de Jaccard entre as áreas em restauração e a áreas de referência se mantiveram com grande heterogeneidade florística com praticamente 100% dos valores estando abaixo de 0,5, sugerindo, portanto, baixa similaridade florística qualitativamente (proporção de espécies compartilhadas entre as amostras com relação ao total das espécies encontradas). No caso do índice de Bray-Curtis, também houve grande heterogeneidade entre as áreas, havendo, portanto, pouca similaridade com relação à abundância das espécies.

Assim, podemos concluir que apesar das áreas em processo de restauração terem sido realizadas com o mesmo método de plantio, mesmo espaçamento e uma similaridade de espécies plantadas elevada, as áreas apresentaram grande heterogeneidade entre elas. O que nos leva a compreender que as áreas em restauração tiveram um pool de espécies únicos e são eficientes na conservação da biodiversidade local.

Com relação aos possíveis fatores que podem estar influenciando a riqueza de espécies regenerantes inferiu-se através da análise de regressão, que a idade das áreas em processo de restauração se apresentou como um importante fator que explica a variação da riqueza de espécies. Houve uma variação significativa entre as aberturas do dossel nas áreas com idade distintas, no entanto, a variável abertura do dossel não apresentou relação com o aumento da riqueza de espécies regenerantes. Este resultado pode estar relacionado com o fato das nossas análises abarcarem áreas até 10 anos, no qual observamos que nesta idade ocorre o início do processo de homogeneização no que tange a abertura de dossel. Assim, este princípio de homogeneização do dossel ainda não atuou como um filtro significativo nas áreas com 10 anos, mas acreditamos que uma análise temporal um pouco maior irá mostrar que

esta variável influi de forma direta na riqueza e diversidade dos regenerantes. Visto que, nossos resultados mostram que existe uma tendência na diminuição da riqueza das espécies regenerantes quando comparamos as áreas de 7 e 10 anos. Além disso, as áreas com 10 anos foram as que apresentaram, em média, os menores índices de diversidade alfa, comprovando, portanto, nossa teoria.

No que tange o fator idade influenciando a riqueza de espécies, podemos inferir que com o aumento da idade das áreas em processo de restauração, ocorre um incremento nas espécies que entram em fase reprodutiva, o que acarreta uma maior atração da fauna local e conseqüentemente, uma maior dispersão de sementes. Outro fator correlacionado com a variável idade é o fato que quanto maior o tempo de existência da área em restauração, maior é a probabilidade de chegada de novos propágulos. Desta forma, podemos concluir, que um importante filtro para a regeneração natural nas áreas no início do processo de restauração seja a existência de fontes de propágulos de remanescentes na paisagem, na qual parece apresentar grande influência sobre a riqueza e dinâmica das comunidades.