



UNIVERSIDADE
ESTADUAL de LONDRINA

JÉSSICA OLIVEIRA ARAUJO

**PADRÕES FUNCIONAIS DE ESPÉCIES
LENHOSAS PODEM AFETAR A SUA PRESENÇA EM
ÁREAS DE RESTAURAÇÃO?**

Londrina
2024

JÉSSICA OLIVEIRA ARAUJO

**PADRÕES FUNCIONAIS DE ESPÉCIES
LENHOSAS PODEM AFETAR A SUA PRESENÇA EM
ÁREAS DE RESTAURAÇÃO?**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. José Marcelo Domingues Torezan

Londrina
2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Araujo, Jéssica Oliveira.

Padrões funcionais de espécies lenhosas podem afetar a sua presença em áreas de restauração? / Jéssica Oliveira Araujo. - Londrina, 2024.
50 f.

Orientador: José Marcelo Domingues Torezan.

Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, 2024.

Inclui bibliografia.

1. Mata Atlântica - Tese. 2. Floresta Estacional Semidecidual - Tese. 3. restauração de ecossistemas - Tese. 4. traços funcionais - Tese. I. Torezan, José Marcelo Domingues. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

CDU 574

PADRÕES FUNCIONAIS DE ESPÉCIES LENHOSAS PODEM AFETAR A SUA PRESENÇA EM ÁREAS DE RESTAURAÇÃO?

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Banca examinadora

Orientador: Prof. Dr. José Marcelo Domingues
Torezan
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. José Antonio Pimenta
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Profa. Dra. Lya Carolina da Silva Mariano
Pereira
Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina –
IMA

Londrina, 26 de fevereiro de 2024.

ARAUJO, Jéssica Oliveira. **Padrões funcionais de espécies lenhosas podem afetar a sua presença em áreas de restauração?** 2024. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2024.

RESUMO

A restauração ecológica vem sendo empregada no mundo todo como uma forma de mitigar os impactos da degradação ambiental, e o lançamento, por parte da ONU, da “Década da Restauração de Ecossistemas” é um reconhecimento e um estímulo para o incremento das atividades. No entanto, para que projetos de restauração sejam bem-sucedidos, fatores bióticos, abióticos e sociais devem ser levados em consideração. Um fator reconhecidamente importante é a paisagem em que o sítio sob restauração está inserido. Sabe-se que a fragmentação pode afetar a capacidade de dispersão e estabelecimento de parte das espécies e, considerando as limitações que espécies lenhosas têm para colonizarem áreas em processo de restauração, o presente estudo teve por objetivos comparar a composição de espécies entre áreas de restauração e fragmentos adjacentes de Floresta Estacional Semidecidual, e avaliar o estabelecimento de espécies lenhosas não-plantadas em reflorestamentos com 12-13 anos de idade. Os estudos foram desenvolvidos em parcelas monitoradas pelo sítio de Pesquisa Ecológica de Longa Duração Mata Atlântica Norte do Paraná, localizados às margens do Reservatório Capivara, no Norte do estado do Paraná, Brasil. Para a comparação da composição de espécies e número de indivíduos, foi utilizada a Análise das Coordenadas Principais (PCoA), e para a validação dos padrões encontrados a Análise de Variância Permutacional (PERMANOVA). Com os dados de abundância e frequência nas parcelas, foram obtidas as espécies características de cada local, demonstrando assim, as espécies mais representativas dos ambientes. Utilizando os traços funcionais das espécies, foi realizada a Análise de Variância Multivariada (MANOVA), onde buscou encontrar padrões funcionais para cada local. Todas as análises foram realizadas por local e em conjunto. Assim, foram obtidos resultados que demonstram padrões locais e regionais. A PERMANOVA deixou explícita a diferença entre ambientes (fragmentos e reflorestamentos) em todos os locais, e a PCoA permitiu a visualização dos padrões encontrados. Foram geradas diferentes listas de espécies: lista de espécies indicadoras por ambiente, lista de espécies que colonizaram os reflorestamentos e uma lista de espécies ausentes nos reflorestamentos. A MANOVA mostrou traços funcionais similares nos locais, indicando a baixa colonização de espécies com traços funcionais específicos como dispersão de sementes por anemocoria e autocoria, presença no estrato emergente, tolerância à sombra e maior densidade da madeira. Os resultados aqui apresentados podem contribuir para o aperfeiçoamento de projetos de restauração ativa e evidenciam a necessidade do acompanhamento dessas áreas por maiores períodos após a implantação.

Palavras-chave: Mata Atlântica; Floresta Estacional Semidecidual; restauração de ecossistemas; colonização; traços funcionais.

ARAUJO, Jéssica Oliveira. **Can functional patterns of woody species affect their presence in restoration areas?** 2024. 50 pp. Dissertation (Master's degree in Biological Sciences) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2024.

ABSTRACT

Ecological restoration has been employed worldwide to mitigate the impacts of environmental degradation, and the launch of the United Nations "Decade on Ecosystem Restoration" serves as both recognition and encouragement for increased activities in this domain. However, for restoration projects to be successful, biotic, abiotic, and social factors must be taken into consideration. An acknowledged significant factor is the landscape in which the restoration site is situated. It is known fragmentation can affect the dispersal and establishment capacity of certain species. Considering the constraints for woody species to colonize areas in the process of restoration, this study aimed to compare the species composition in restoration areas with nearby seasonal semideciduous forest fragments and evaluate the establishment of unplanted woody species in restoration sites with 12–13-year-old. The studies were conducted in plots monitored by the Long-Term Ecological Research site "Mata Atlântica do Norte do Paraná" (meaning Northern Paraná Atlantic Forest), located on the margins of the Capivara Reservoir, in northern Paraná state, Brazil. For the comparison of species composition and abundance, Principal Coordinates Analysis (PCoA) was performed, and to validate the patterns found, Permutational Multivariate Analysis of Variance (PERMANOVA) was conducted. Using abundance and frequency data from the plots, characteristic species of each location were identified, thus highlighting the most representative species in each environment. Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) was carried out using the functional traits of the species to identify functional patterns for each location. All analyses were performed for each location and collectively, thus highlighting both local and regional patterns. PERMANOVA clearly highlighted the difference between environments (fragments and reforestations) in all locations, and PCoA allowed the visualization of the identified patterns. Different species lists were generated: a list of indicator species for each environment, a list of species that colonized the reforestations, and a list of species absent in the reforestations. MANOVA revealed similar functional traits across locations, indicating a low colonization frequency of species with specific functional traits in reforestations, such as seed dispersal by anemochory and autochory, presence in the emergent stratum, shade tolerance, and higher wood density. The presented results can contribute to the improvement of active restoration projects and emphasize the necessity for long-term monitoring of these areas post-implementation.

Keywords: Atlantic Forest; Seasonal Semideciduous Forest; ecosystem restoration; colonization; functional traits.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DE TRÊS FRAGMENTOS E REFLORESTAMENTOS. SÃO ÁREAS DE ESTUDO DO SÍTIO PELD MANP (PESQUISA ECOLÓGICA DE LONGA DURAÇÃO MATA ATLÂNTICA NORTE DO PARANÁ), AMOSTRADOS NO PRESENTE ESTUDO, PERTENCENTES À FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO NORTE DO PARANÁ, BRASIL. ALV: ALVORADA; CGH: CONGONHAS; SAN: SANTO ANTÔNIO..... 14
- FIGURA 2** - DIMENSÕES DAS PARCELAS (10 X 20 M) E SUBPARCELAS ANINHADAS (10 X 10 M E 5 X 5 M) INSTALADAS E AMOSTRADAS EM FRAGMENTOS E REFLORESTAMENTOS DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO NORTE DO PARANÁ, BRASIL. DENTRO DO RETÂNGULO OU QUADRADOS AMPLIADOS, REFERENTES ÀS PARCELAS, O TAMANHO DOS INDIVÍDUOS QUE FORAM AMOSTRADOS..... 16
- FIGURA 3** - ANÁLISE DAS COORDENADAS PRINCIPAIS GERADA ATRAVÉS DE MEDIDAS DE DISSIMILARIDADE DE BRAY-CURTIS (PCoA-BRAY-CURTIS) ILUSTRANDO A VARIAÇÃO NA ABUNDÂNCIA ENTRE FRAGMENTOS EM VERDE (FF) E REFLORESTAMENTOS EM CINZA (RF) DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO NORTE DO PARANÁ, BRASIL. DADOS POR LOCAL (A, B E C) E EM CONJUNTO (TODOS OS AMBIENTES) (D), PARA INDIVÍDUOS DE ESPÉCIES LENHOSAS (ÁRVORES, ARBUSTOS E PALMEIRAS). EM VERDE FRAGMENTOS FLORESTAIS E EM CINZA REFLORESTAMENTOS. 19
- FIGURA 4** - ANÁLISE DAS COORDENADAS PRINCIPAIS GERADA ATRAVÉS DE MEDIDAS DE PRESENÇA E AUSÊNCIA COM JACCARD (PCoA-JACCARD) ILUSTRANDO A VARIAÇÃO NA RIQUEZA DE INDIVÍDUOS DE ESPÉCIES LENHOSAS ENTRE FRAGMENTOS EM VERDE (FF) E REFLORESTAMENTOS EM CINZA (RF) DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO NORTE DO PARANÁ, BRASIL. DADOS POR LOCAL (A, B E C) E EM CONJUNTO (TODOS OS INDIVÍDUOS, D), PARA INDIVÍDUOS DE ESPÉCIES LENHOSAS (ÁRVORES, ARBUSTOS E PALMEIRAS). EM VERDE FRAGMENTOS FLORESTAIS E EM CINZA REFLORESTAMENTOS. 21
- FIGURA 5** - BOXPLOTS APRESENTANDO ABUNDÂNCIA DE INDIVÍDUOS DE ESPÉCIES LENHOSAS (ÁRVORES, ARBUSTOS E PALMEIRAS) COM DIFERENTES SÍNDROMES DE DISPERSÃO EM FRAGMENTOS FLORESTAIS (FF) E REFLORESTAMENTOS (RF) DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO NORTE DO PARANÁ, BRASIL. OS ASTERISCOS INDICAM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS. ALV: FAZENDA ALVORADA; CGH: FAZENDA CONGONHAS; SAN: FAZENDA SANTO ANTÔNIO..... 24
- FIGURA 6** - BOXPLOTS APRESENTANDO A ABUNDÂNCIA DE INDIVÍDUOS DE ESPÉCIES LENHOSAS (ÁRVORES, ARBUSTOS E PALMEIRAS) EM DIFERENTES ESTRATOS DE FRAGMENTOS FLORESTAIS (FF) E REFLORESTAMENTOS (RF) DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO NORTE DO PARANÁ, BRASIL. OS ASTERISCOS INDICAM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS. ALV: FAZENDA ALVORADA; CGH: FAZENDA CONGONHAS; SAN: FAZENDA SANTO ANTÔNIO..... 25
- FIGURA 7** - BOXPLOTS APRESENTANDO INFORMAÇÕES DE ABUNDÂNCIA DE INDIVÍDUOS DE ESPÉCIES LENHOSAS (ÁRVORES, ARBUSTOS E PALMEIRAS) COM TOLERÂNCIA À SOMBRA VARIADA E DIFERENTES DENSIDADES DA MADEIRA EM FRAGMENTOS FLORESTAIS (FF) E REFLORESTAMENTOS (RF) DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO NORTE DO PARANÁ, BRASIL. OS ASTERISCOS INDICAM DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS. ALV: FAZENDA ALVORADA; CGH: FAZENDA CONGONHAS; SAN: FAZENDA SANTO ANTÔNIO. 26
- FIGURA 8** – BOXPLOTS APRESENTANDO INFORMAÇÕES DE ABUNDÂNCIA DE INDIVÍDUOS DE ESPÉCIES LENHOSAS E TRAÇOS FUNCIONAIS RELACIONADOS A DISPERSÃO, TOLERÂNCIA À SOMBRA, DENSIDADE DA MADEIRA E ESTRATO QUE OCUPAM UTILIZANDO-SE DADOS DE FRAGMENTOS E REFLORESTAMENTOS AGRUPADOS. OS ASTERISCOS INDICAM

DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS ENCONTRADAS. FF: FRAGMENTOS FLORESTAIS; RF: REFLORESTAMENTOS.	27
FIGURA 9 - ABUNDÂNCIA DE INDIVÍDUOS DE ESPÉCIES LENHOSAS EM FRAGMENTOS (FF) E REFLORESTAMENTOS (RF) DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL SEPARADOS PELO SEU GRUPO SUCCESSIONAL (P: PIONEIRAS, NP: NÃO PIONEIRAS). ALVFF: FRAGMENTO FLORESTAL DA FAZENDA ALVORADA; CGHFF: FRAGMENTO FLORESTAL DA FAZENDA CONGONHAS; SANFF: FRAGMENTO FLORESTAL DA FAZENDA SANTO ANTÔNIO; ALVRF: REFLORESTAMENTO DA FAZENDA ALVORADA; CGHRF: REFLORESTAMENTO DA FAZENDA CONGONHAS; SANRF: REFLORESTAMENTO DA FAZENDA SANTO ANTÔNIO.	28
FIGURA 10 – COMPARAÇÃO DA RIQUEZA (PCoA-JACCARD) E ABUNDÂNCIA (PCoA-BRAY-CURTIS) DE INDIVÍDUOS DE ESPÉCIES LENHOSAS ENTRE ESTRATOS DE REGENERAÇÃO DE TRÊS REFLORESTAMENTOS E TRÊS FRAGMENTOS FLORESTAIS DO RESERVATÓRIO DE CAPIVARA, NORTE DO PARANÁ, BRASIL. EM VERDE FRAGMENTOS FLORESTAIS E EM CINZA REFLORESTAMENTOS. PONTOS NOS POLÍGONOS REPRESENTAM PARCELAS. FF: FRAGMENTO FLORESTAL; RF: REFLORESTAMENTO.	28

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CARACTERIZAÇÃO DE TRÊS REFLORESTAMENTOS SITUADOS DE FORMA CONTÍNUA OU PRÓXIMOS A FRAGMENTOS DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, LOCALIZADOS NO NORTE DO ESTADO DO PARANÁ, BRASIL.	14
TABELA 2 - RIQUEZA E ABUNDÂNCIA AVALIADAS EM FRAGMENTOS E REFLORESTAMENTOS DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO NORTE DO PARANÁ, BRASIL. ALV: FAZENDA ALVORADA; CGH: FAZENDA CONGONHAS; SAN: FAZENDA SANTO ANTÔNIO.....	18
TABELA 3 - ESPÉCIES INDICADORAS EM FRAGMENTOS FLORESTAIS E REFLORESTAMENTOS DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO NORTE DO PARANÁ, BRASIL, OBTIDAS PELO MÉTODO INDVAL. ALV: FAZENDA ALVORADA; CGH: FAZENDA CONGONHAS; SAN: FAZENDA SANTO ANTÔNIO; GE: GRUPO ECOLÓGICO; FF: FRAGMENTOS FLORESTAIS; RF: REFLORESTAMENTOS; T: TOLERANTE E I: INTOLERANTE À SOMBRA; S: SUB-BOSQUE; D: DOSSEL; E: EMERGENTE.	20
TABELA 4 - ESPÉCIES QUE NÃO FORAM PLANTADAS, MAS QUE ESTÃO PRESENTES EM REFLORESTAMENTOS DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DO NORTE DO PARANÁ, BRASIL. GS: GRUPO SUCESSIONAL; ALVFF: FRAGMENTO FLORESTAL DE ALVORADA; CGHFF: FRAGMENTO FLORESTAL DE CONGONHAS; SANFF: FRAGMENTO FLORESTAL DE SANTO ANTÔNIO; NP: NÃO PIONEIRA; P: PIONEIRA; N/A: NÃO AMOSTRADA NO FRAGMENTO FLORESTAL MAIS PRÓXIMO.	22

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	CONTEXTOS HISTÓRICO.....	7
1.2	O PAPEL DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA	8
1.3	LIMITAÇÕES	9
1.4	IMPORTÂNCIA DAS CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS	11
1.5	OBJETIVOS.....	12
2	MATERIAL E MÉTODOS	13
2.1	ÁREAS DE ESTUDO	13
2.2	AMOSTRAGEM	15
2.3	ANÁLISE DOS DADOS.....	16
3	RESULTADOS	18
4	DISCUSSÃO	29
5	CONCLUSÕES	35
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
	APÊNDICES.....	41

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto histórico

A Mata Atlântica é um dos biomas mais ameaçados do mundo, sendo considerada um *hotspot* para a conservação (MYERS *et al.*, 2000). Ela é composta por formações florestais (Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; e Floresta Estacional Decidual), e ecossistemas associados (manguezais, vegetações de restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encraves florestais do Nordeste) (MMA, 2022). Essas formações florestais da Mata Atlântica abrangem cerca de 15% do território nacional, podendo ser encontradas em 17 estados brasileiros (SOS Mata Atlântica, 2021). Atualmente, a Mata Atlântica encontra-se reduzida a fragmentos florestais com diferentes graus de conservação e florestas secundárias (RIBEIRO *et al.*, 2009). Esses fragmentos florestais, no entanto, apresentam particularidades que são refletidas em sua composição florística e estrutural, ressaltando a importância, mesmo dos menores fragmentos, para a conservação da biodiversidade (RIBEIRO *et al.*, 2009; SANTOS; KINOSHITA, 2003). No estado do Paraná, a Floresta Estacional Semidecidual (FES) representava 47% da cobertura vegetal nativa original (IPARDES, 2017) e dentre as diferentes formações vegetais encontradas na Mata Atlântica, este é um dos ecossistemas mais ameaçados (VICENTE *et al.*, 2009). Devido à intensa expansão agrícola que se concentrou nas diferentes regiões do estado, especialmente no Norte do Paraná, a FES encontra-se distribuída em fragmentos em níveis acentuados de isolamento (MEDEIROS; TOREZAN; NETO, 2010; VIANI *et al.*, 2011).

A fragmentação florestal, junto com os efeitos das matrizes circundantes, causa danos às paisagens e aos ecossistemas, como alterações no microclima, na abundância e distribuição das espécies, nos padrões de biodiversidade (locais e regionais) e podendo até mesmo levar à extinção de habitats e de espécies (LIEBSCH *et al.*, 2008; TILMAN *et al.*, 1994). Compreender o comportamento da assembleia vegetal é de suma importância, uma vez que a dinâmica das populações vegetais em resposta à fragmentação apresenta implicações para medidas de recuperação e conservação da biodiversidade. As informações sobre como os ecossistemas respondem às perturbações são ferramentas fundamentais na

promoção da resiliência durante o processo de sucessão ecológica (HARVEY *et al.*, 2008; NORDEN *et al.*, 2009).

1.2 O papel da restauração ecológica

A restauração ecológica vem sendo amplamente aplicada como forma de minimizar os impactos da degradação florestal recuperando parte dos serviços ecossistêmicos e da biodiversidade (PÄRTEL *et al.*, 2011; WORTLEY *et al.*, 2013). Segundo a *Society for Ecological Restoration* (SER, 2023), a restauração tem o papel de criar as condições necessárias para que as assembleias de plantas, animais e micro-organismos se recuperem, com o objetivo final de que ocorra a recuperação do ecossistema como um todo, levando em consideração a trajetória histórica (os estados estáveis conhecidos para o local ou região), e não somente o seu estado imediatamente anterior.

A restauração ecológica não deve ter como objetivo retornar o ecossistema a uma situação próxima do seu estado original, não apenas porque a determinação do que seria o estado original é frequentemente impossível, mas também porque ecossistemas não são estáticos e estão suscetíveis a flutuações e regimes de perturbações que afetam sua estrutura. Sendo assim, os objetivos da restauração devem se concentrar nas características desejadas para o futuro, pois a restauração com base no passado só seria possível se as condições, inclusive climáticas, permanecessem adequadas às espécies que estavam ali presentes (ENGEL; PARROTTA, 2003; CHOI, 2007).

A estrutura e os processos funcionais dos ecossistemas em fase de restauração tendem a se tornar semelhantes aos dos fragmentos florestais próximos com o passar do tempo devido à colonização das espécies florestais, especialmente arbóreas (SUGANUMA; DURIGAN, 2015). Estudos de cronosequência realizados nas florestas úmidas da Serra do Mar demonstram que pode levar mais de 300 anos para que florestas secundárias alcancem os padrões de composição de florestas maduras (LIEBSCH; MARQUES; GOLDENBERG, 2008). No entanto, a sucessão pode assumir estados alternativos estáveis, não sendo um processo unidirecional e previsível (HOBBS; NORTON, 2004). A SER (GANN *et al.*, 2019) atualmente considera como “recuperação plena” quando os principais atributos (composição de espécies, estrutura, trocas externas e ausência de ameaças, por exemplo) se

assemelham aos do modelo de referência (geralmente um fragmento florestal ou floresta secundária próxima ao sítio em restauração), portanto, assumindo a variabilidade natural e reconhecendo a não existência de um único ponto final (HOLL, 2023).

A resiliência de um ecossistema pode assegurar a sua restauração por meio da regeneração natural, também conhecida como restauração passiva. Nesse caso, apenas a remoção dos fatores de degradação pode garantir a recuperação do ecossistema (DURIGAN; ENGEL, 2012; HOLL, 2023). Diferente da restauração passiva, na restauração ativa deve haver a aceleração da taxa de recuperação, ocorrendo a reintrodução intencional de espécies (HOLL, 2023). A intervenção humana é necessária quando distúrbios, naturais ou antrópicos, inibem a regeneração natural e a sucessão se torna muito lenta, ou a recuperação não pode se iniciar sozinha. Assim, a restauração florestal ativa faz o papel de iniciar a sucessão, garantindo o número mínimo de indivíduos e espécies necessários para o funcionamento da comunidade; no entanto, a continuidade depende de processos naturais, como o aporte de sementes advindas de áreas vizinhas (BECHARA, 2006; PALMER *et al.*, 1997).

1.3 Limitações

Num contexto em que a prática da restauração é vista como um mero gatilho para o estabelecimento espontâneo de espécies nativas vindas da vizinhança (conhecido como “hipótese do Campo dos Sonhos”; “se você construí-lo, eles virão”) (PALMER *et al.*, 1997), os fatores que definem o habitat local são de grande importância, pois determinam o estabelecimento dos propágulos que chegam às áreas em processo de restauração (BARBOSA *et al.*, 2007). Esses fatores podem ser bióticos, como a presença de espécies invasoras, e abióticos, como o microclima e o substrato, além dos regimes de distúrbios naturais (inundações e incêndios, por exemplo). No entanto, é preciso ressaltar que pode haver limitação de dispersão para parte das espécies, de forma que o sucesso na reconstrução da estrutura básica do habitat pode não ser suficiente para garantir a colonização das mesmas (FORERO-MEDINA; VIEIRA, 2007; PALMER *et al.*, 1997).

Limitações, tanto para dispersão quanto para o estabelecimento das espécies vegetais, podem resultar num conjunto de espécies restritas aos fragmentos

florestais remanescentes, configurando o que Pärtel *et al.* (2011) denominaram de “diversidade escura” (*dark diversity*). Isto aponta para a necessidade de avaliar espécies que não estão presentes nos sítios em restauração.

Espécies que participam do *pool* regional e, portanto, estão adaptadas ao tipo de habitat da região, mas estão ausentes das áreas em processo de restauração, podem estar sujeitas a maior probabilidade de extinção local (PÄRTEL *et al.*, 2011; SUGANUMA; DURIGAN, 2021). Neste contexto, a reintrodução ativa dessas espécies poderia contribuir para melhorar o processo de restauração, numa sofisticação das técnicas já conhecidas como “enriquecimento” (SUGANUMA *et al.*, 2008), direcionando os esforços para aquelas com baixo potencial de colonizar espontaneamente os sítios de restauração. Por outro lado, a “diversidade escura” pode estar concentrada em uma porção da diversidade regional associada a habitats particulares, sendo, portanto, espécies com nichos estreitos e requisitos ecológicos específicos (PÄRTEL *et al.*, 2011). Assim, a identificação da “diversidade escura” seria crucial para maximizar o potencial da restauração ecológica em contribuir para evitar a extinção de espécies, permitindo incluir nos projetos de restauração critérios com este objetivo.

Portanto, para que um projeto de restauração seja bem-sucedido, fatores regionais e locais devem ser levados em consideração, como a presença de fontes próximas de propágulos, além de condições locais adequadas, incluindo solo, microclima e regime de distúrbios (PALMER *et al.*, 1997). Porém, a fragmentação pode diminuir o potencial de dispersão das espécies, impondo barreiras na mobilidade e comprometendo a colonização. Esses processos (dispersão e colonização) são fundamentais para a restauração, sendo a conectividade um elemento essencial para que ambos ocorram (FORERO-MEDINA; VIEIRA, 2007; PALMER *et al.*, 1997).

A conectividade determina o quanto uma paisagem limita o movimento entre os fragmentos, podendo a distância das fontes de propágulos definir se as espécies devem ou não ser introduzidas intencionalmente em projetos de restauração, ainda que para boa parte das espécies não exista técnica de reintrodução disponível. Além disso, a conectividade afeta a dinâmica e, em última instância, a persistência da população, pois afeta o fluxo gênico entre as populações. A conectividade vai além da configuração espacial (como a distância entre os fragmentos de habitat e o tipo de matriz), considerando também respostas comportamentais, ou seja, o movimento dos organismos entre os fragmentos

(FORERO-MEDINA; VIEIRA, 2007; PALMER *et al.*, 1997; PEREIRA; OLIVEIRA; TOREZAN, 2013). Dentro desse contexto, as áreas de reflorestamento podem funcionar como corredores ecológicos, minimizando os efeitos negativos da distância e auxiliando na mobilidade da fauna quando conectam manchas, além de serem suscetíveis elas próprias à colonização (GOBATTO *et al.*, 2022; PEREIRA; OLIVEIRA; TOREZAN, 2013). Desse modo, para o sucesso no estabelecimento os indivíduos de diferentes espécies devem superar os filtros ecológicos presentes. Sabe-se que as respostas das espécies quanto a este aspecto podem ser bastante contrastantes e levar a diferentes resultados em ecossistemas diferentes, sendo difícil prever as trajetórias da restauração (SUGANUMA; DURIGAN, 2015, 2021).

1.4 Importância das características funcionais

Ecossistemas de referência podem fornecer parâmetros para avaliar a biodiversidade, a estrutura do ecossistema e atributos funcionais de espécies, de populações e da comunidade de áreas em restauração próximas (ENGEL; PARROTTA, 2003; GANN *et al.*, 2019). No entanto, as espécies plantadas em reflorestamentos possuem características distintas das espécies presentes em florestas maduras, pois os indivíduos plantados em reflorestamentos são, em grande parte, pertencentes a espécies arbóreas pioneiras ou especialistas de clareira, que são selecionadas pelo seu rápido crescimento, visando acelerar o processo de regeneração (SUGANUMA *et al.*, 2008). Isso ocorre porque espécies não-pioneiras tem crescimento mais lento, o que retarda a formação da cobertura vegetal (PEREIRA; OLIVEIRA; TOREZAN, 2013). Portanto, deve ser dada atenção, na reintrodução de espécies em áreas destinadas à restauração, às suas características funcionais, pois estas podem informar a respeito da sua contribuição para o funcionamento da comunidade ou sua resposta ao ambiente (O'BRIEN; DEHLING; TYLIANAKIS, 2022). Além disso, os padrões funcionais das espécies presentes na assembleia local possivelmente estão correlacionados com a riqueza de espécies presentes, além de refletir as estratégias ecológicas das espécies (BRANCALION, *et al.*, 2010).

Além disso, conhecer os padrões funcionais colabora para a compreensão dos processos envolvidos na sucessão e na reconstrução das florestas, sendo importantes para identificar se há espécies que desempenham o papel de

facilitadoras ou inibidoras do estabelecimento de indivíduos de outras espécies. Há um entendimento de que as espécies “pioneiras” *sensu lato* seriam capazes de se estabelecer sob condições severas de degradação, promovendo alterações no ambiente que resultariam no aumento da diversidade de espécies (BRANCALION, *et al.*, 2010; CHADA; CAMPELLO; FARIA, 2004). No entanto, este entendimento pode não ser válido para uma gama de situações na restauração, podendo haver, inclusive, efeitos inibitórios, de forma são necessárias mais pesquisas a respeito.

Em suma, conhecer as características funcionais das espécies, assim como a composição funcional de comunidades, é importante para possibilitar previsões, a exemplo das mudanças na composição em resposta a mudanças climáticas, e também pode ser útil na seleção de espécies em projetos de restauração ativa, aumentando a probabilidade de sucesso da restauração (CHEESMAN, *et al.*, 2017; LOREAU *et al.*, 2001).

1.5 Objetivos

Considerando as limitações de algumas espécies lenhosas em colonizar áreas em processo de restauração, o presente estudo busca evidenciar traços funcionais que dificultam ou facilitam a colonização nessas áreas. Assim, o estudo foi direcionado a responder às seguintes questões: O quanto a composição das espécies vegetais em sítios de restauração ativa (reflorestamentos com espécies nativas) é similar à composição de fragmentos florestais vizinhos, após 12-13 anos? É possível identificar grupos funcionais entre as espécies capazes de colonizar os reflorestamentos? Nesse sentido, os objetivos gerais deste estudo foram: 1) comparar a composição de espécies não-plantadas presentes em áreas em restauração e em fragmentos florestais próximos e 2) analisar as características funcionais de espécies lenhosas não plantadas em reflorestamentos com 12-13 anos de idade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Áreas de estudo

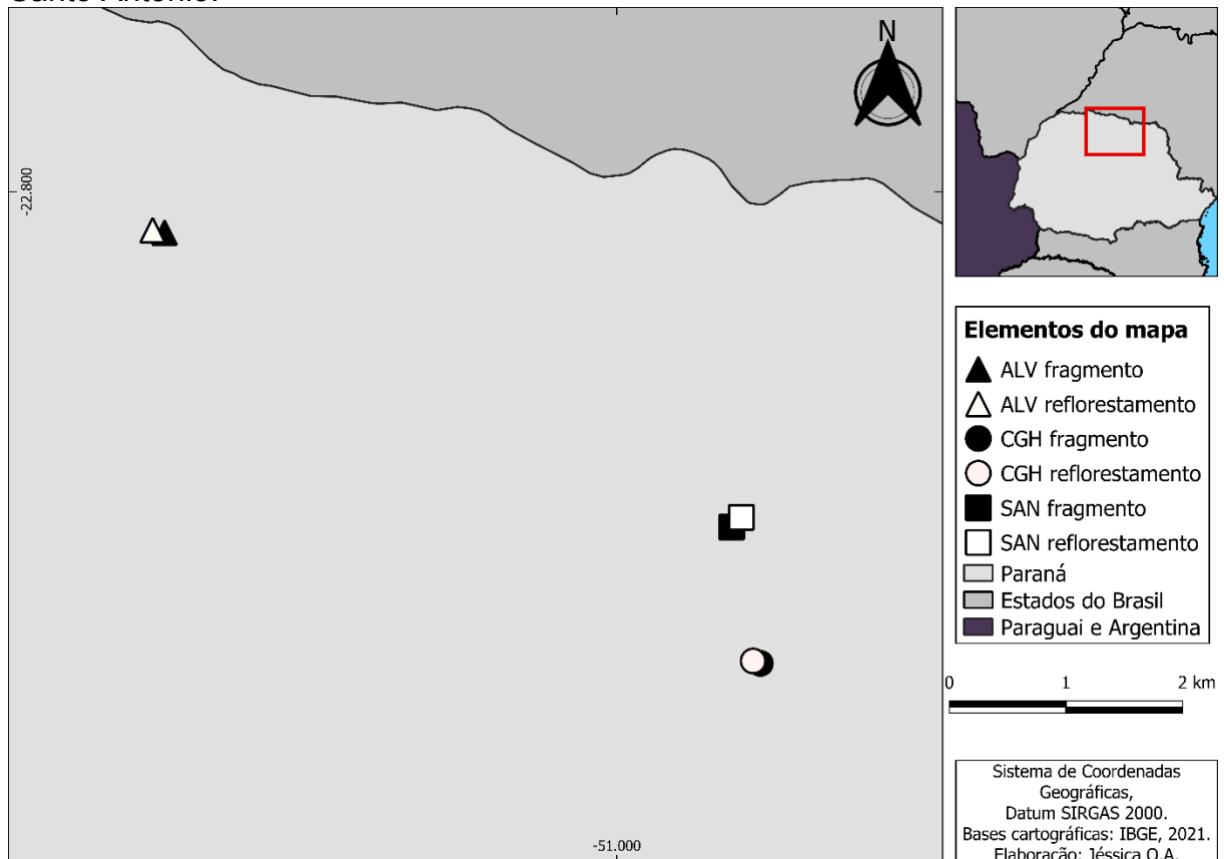
O estudo foi conduzido em sítios de restauração ativa (reflorestamentos com espécies nativas) e fragmentos florestais que compõem áreas de estudo da Pesquisa Ecológica de Longa Duração Mata Atlântica Norte do Paraná (PELD MANP), aprovado pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e iniciado em 2014. Os três fragmentos florestais selecionados são de FES, uma das cinco formações vegetais da Mata Atlântica de acordo com o MMA (2022). A temperatura média anual para a região varia de 20,6°C a 21,4°C e a precipitação média anual varia de 1529 mm a 1637 mm (IAPAR, 2019). O clima é classificado como subtropical úmido (Cfa, pela classificação climática de Köppen), caracterizado por verões quentes e geadas pouco frequentes, sem estação seca definida (NITSCHKE *et al.*, 2019). O solo da região é predominantemente do tipo Latossolo Vermelho Eutroférico e Nitossolo Vermelho Eutroférico (BHERING *et al.*, 2007).

Os fragmentos florestais e os reflorestamentos, situados de forma contínua ou muito próximos, estão localizados em três municípios (Alvorada do Sul, Rancho Alegre e Sertaneja) do Norte do Paraná, Brasil (Figura 1). Os três fragmentos estão inseridos em propriedades privadas, sendo as fazendas Alvorada (ALV, 22°49'04"S, 51°11'25"W), Santo Antônio (SAN, 22°56'26"S, 50°57'10"W) e Congonhas (CGH, 22°59'52"S, 50°56'30"W). Esses fragmentos estão localizados às margens do Reservatório Capivara, onde em 2001 foi iniciado um programa de reflorestamento pela empresa Duke Energy, que tinha na ocasião, contrato de concessão do governo para operar e gerenciar a usina, juntamente com o consórcio de municípios da bacia do Capivara, o CIBACAP, e em parceria com o Laboratório de Biodiversidade e Restauração de Ecossistemas (LABRE-UEL). Os reflorestamentos dos três locais estão separados do fragmento florestal mais próximo por apenas uma estrada de terra.

Em consequência do intenso processo de desmatamento que as florestas da região Norte do Paraná foram e são submetidas, a paisagem é formada por um mosaico contendo diversos fragmentos de diferentes formatos e tamanhos, inseridos em uma matriz agrícola (MEDEIROS; TOREZAN; NETO, 2010; TOREZAN,

2002). Dessa forma, as áreas de estudo apresentam histórico de intensos distúrbios de origem antrópica, assim como tamanhos e formatos variados (Tabela 1).

Figura 1 - Localização geográfica de três fragmentos e reflorestamentos. São áreas de estudo do sítio PELD MANP (Pesquisa Ecológica de Longa Duração Mata Atlântica Norte do Paraná), amostrados no presente estudo, pertencentes à Floresta Estacional Semidecidual do Norte do Paraná, Brasil. ALV: Alvorada; CGH: Congonhas; SAN: Santo Antônio.



Fonte: o próprio autor.

Tabela 1 - Caracterização de três reflorestamentos situados de forma contínua ou próximos a fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, localizados no Norte do estado do Paraná, Brasil.

Área de estudo	Código da área	Idade (na coleta)	Tamanho (ha)	Altitude (m a.n.m)
Reflorestamentos				
Alvorada	ALV	12	11	340
Congonhas	CGH	13	21	340
Santo Antônio	SAN	12	15	340
Fragmentos florestais				
Alvorada	ALV	-	128	360
Congonhas	CGH	-	108	360
Santo Antônio	SAN	-	34	350

Fonte: Dados do PELD MANP.

2.2 Amostragem

Os fragmentos florestais e reflorestamentos avaliados no presente estudo foram amostrados no mesmo período, entre os anos de 2015 e 2016, sendo que os registros das amostragens fazem parte do banco de dados do PELD MANP. Os dados referentes aos dados dos inventários florestais dos fragmentos e reflorestamentos nas áreas ALV, CGH e SAN foram compilados de trabalhos anteriores realizados no âmbito do PELD MANP (ARCANJO; TOREZAN, 2023).

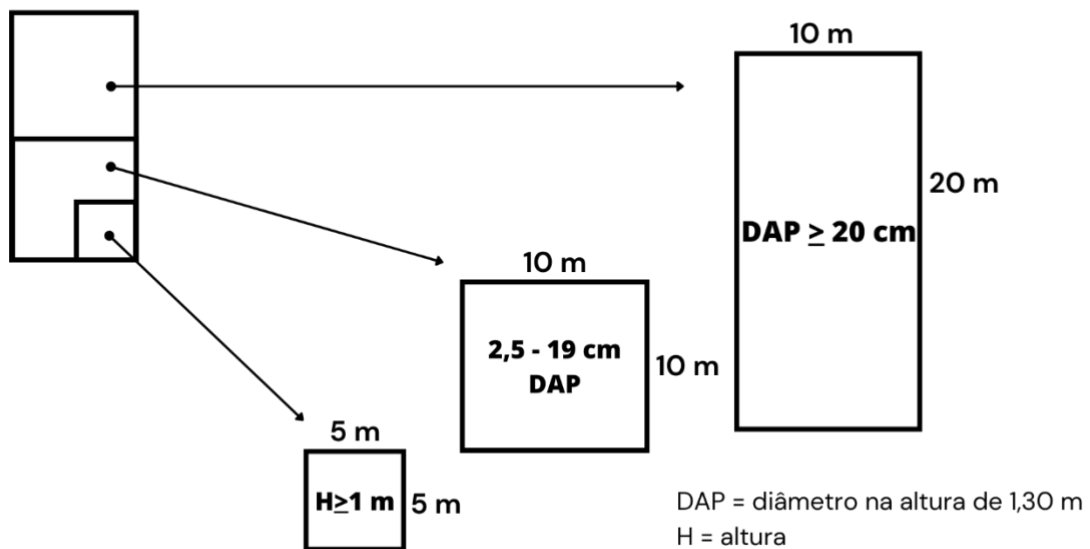
Em todas as áreas de estudo, fragmentos e reflorestamentos, foram estabelecidas dez parcelas de 10 x 20 m, onde foram amostrados indivíduos de espécies lenhosas (arbustos, árvores e palmeiras) com DAP (diâmetro medido na altura de 1,30 m do nível do solo) igual ou maior que 20 cm. Cada parcela possui uma subparcela de 10 x 10 m, onde foram amostrados indivíduos de 2,5 a 19 cm de DAP, e uma subparcela de 5 x 5 m, onde todos os indivíduos de no mínimo 1 m foram amostrados (Figura 2). Para o presente estudo foram utilizados os dados de todas as parcelas, mas houve divisão destas para análises separadas com apenas os dados obtidos nestas subparcelas menores, considerados como representativos do estrato da regeneração, aqui entendida como o conjunto das formas jovens de espécies lenhosas. Esta restrição às formas jovens foi adotada visando detectar sinais de eventual convergência gradual entre os ambientes.

As parcelas foram dispostas no interior dos fragmentos e reflorestamentos, sendo que entre a primeira parcela e a borda foi mantida a distância de 100 m, a fim de minimizar o efeito de borda. Foram definidas ao longo de um transecto de 1 km, ou cinco parcelas a cada 500 m, em dois locais do mesmo fragmento, ou até mesmo divididos em mais transectos que somados totalizam 1 km, quando o tamanho e formato do local não permitia o primeiro método. Apesar da distância dos reflorestamentos para o fragmento mais próximo serem similares nas três áreas, as parcelas em cada reflorestamento apresentam distâncias variáveis em relação ao fragmento mais próximo.

As medidas de DAP foram realizadas utilizando-se uma fita métrica com precisão de 1 mm e as estimativas de altura total foram realizadas com auxílio de um bastão graduado. A identificação dos indivíduos, quando possível, foi realizada em campo ou no Herbário da Universidade Estadual de Londrina (UEL), onde foi

realizada a identificação em nível de espécie, gênero ou família. No presente estudo, no entanto, foram utilizadas apenas indivíduos identificados em nível de espécie.

Figura 2 - Dimensões das parcelas (10 x 20 m) e subparcelas aninhadas (10 x 10 m e 5 x 5 m) instaladas e amostradas em fragmentos e reflorestamentos da Floresta Estacional Semidecidual do Norte do Paraná, Brasil. Dentro do retângulo ou quadrados ampliados, referentes às parcelas, o tamanho dos indivíduos que foram amostrados.



Fonte: a própria autora.

2.3 Análise dos dados

Foram avaliados três fragmentos florestais (ALVFF, CGHFF e SANFF) e seus respectivos reflorestamentos adjacentes (ALVRF, CGHRF e SANRF), com análises separadas para cada par e também considerando todas as amostras conjuntamente.

Para identificar a existência de um padrão na composição de espécies em reflorestamentos e fragmentos florestais foi utilizada a Análise das Coordenadas Principais (PCoA). A PCoA foi aplicada utilizando medidas de dissimilaridade (Bray-Curtis) após a padronização dos dados (OKSANEN *et al.*, 2022) e para presença e ausência (Jaccard). Também foi utilizada a Análise de Variância Permutacional (PERMANOVA) para testar se a abundância e a riqueza de espécies estão respondendo ao ambiente (reflorestamento ou fragmento). A PCoA e a PERMANOVA

também foram aplicadas entre o conjunto de fragmentos e entre o conjunto de reflorestamentos.

Em adição, o método do valor indicador (IndVal) foi aplicado para a identificação das espécies características de cada fragmento e reflorestamento próximo (DUFRENE; LEGENDRE, 1997). O IndVal combina a abundância relativa de uma espécie com a sua frequência relativa no habitat. O valor obtido por espécie (Indval) é o valor máximo do indicador sobre todos os tipos de habitat que estão sendo comparados, sendo aqui, reflorestamentos e fragmentos (DUFRENE; LEGENDRE, 1997). As espécies com maiores valores (p-valor) serão indicadas como “espécies indicadoras” ou “características” de cada local, sendo uma ferramenta utilizada para medir o sucesso da restauração (GONZÁLEZ *et al.*, 2013). De forma complementar, foi consultada a literatura para obter os traços funcionais das espécies, como tolerância à sombra (DURIGAN *et al.*, 2004), grupo sucessional, síndrome de dispersão, estrato que ocupa e densidade da madeira (ARCANJO; TOREZAN, 2023; BARBOSA *et al.*, 2017; CARVALHO, 2003, 2006, 2008; FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2023; SILVA; SOARES-SILVA, 2000; ZANNE *et al.*, 2009).

Utilizando os traços funcionais foi realizada a Análise de Variância Multivariada (MANOVA) para testar a diferença das médias entre os ambientes. A MANOVA avalia múltiplas variáveis dependentes de forma simultânea, portanto foram realizadas três análises, cada uma com três variáveis, sendo: 1- zoocoria x anemocria x autocoria, 2- intolerantes à sombra x tolerantes à sombra x densidade ponderada média da madeira e 3- espécies de dossel x sub-bosque x emergentes. Ao utilizar o modelo da MANOVA, os resíduos foram testados com o teste de Shapiro-Wilk para checar a normalidade destes.

Foi utilizado o software R (versão 4.2.3) na realização das análises e para o ajuste dos dados. Para a PCoA e PERMANOVA foi utilizado o pacote *vegan* (OKSANEN *et al.*, 2019), e para obter o valor indicador foi usado o comando *indval* do pacote *labdsv* (ROBERTS, 2023). A MANOVA e o teste de Shapiro-Wilk foram obtidos através do pacote *stats* (R CORE TEAM, 2023).

3 RESULTADOS

No total foram amostrados 1.885 indivíduos, sendo 1.009 em fragmentos florestais e 876 em reflorestamentos, distribuídos entre 115 espécies. O reflorestamento de CGH foi o único que apresentou maior número de indivíduos do que no fragmento adjacente (CGHRF= 454 e CGHFF= 345). Porém, quando avaliada a riqueza, todos os fragmentos apresentam maior número de espécies do que os reflorestamentos adjacentes, assim como quando observadas as famílias (Tabela 2).

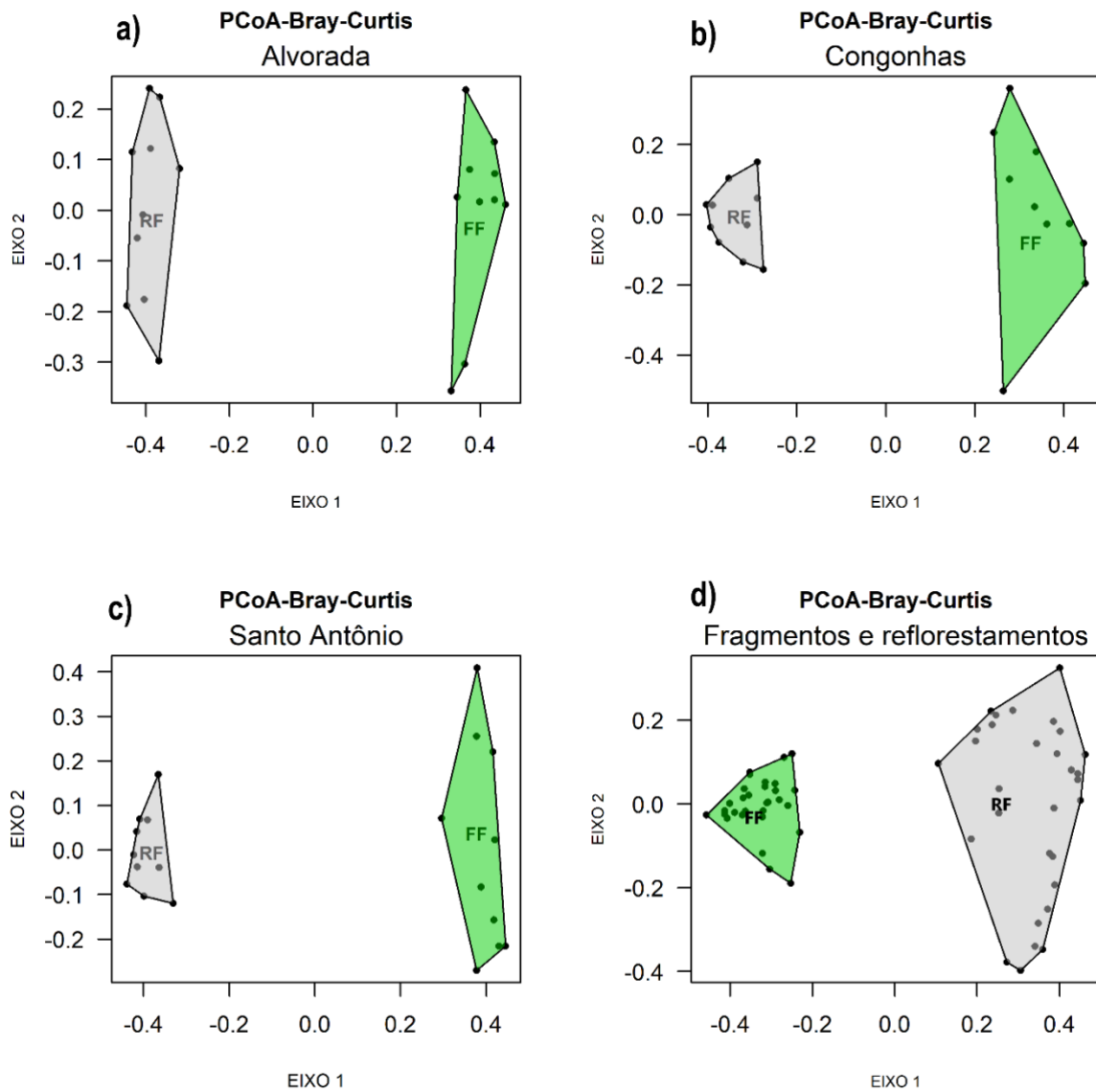
Tabela 2 - Riqueza e abundância avaliadas em fragmentos e reflorestamentos de Floresta Estacional Semidecidual do Norte do Paraná, Brasil. ALV: Fazenda Alvorada; CGH: Fazenda Congonhas; SAN: Fazenda Santo Antônio.

Local	N° de espécies	N° de indivíduos	N° de famílias
Reflorestamentos			
ALV	28	190	15
CGH	49	454	28
SAN	22	232	12
Total	56	876	29
Fragmentos florestais			
ALV	50	313	23
CGH	62	345	30
SAN	69	351	28
Total	95	1.009	35

Fonte: Dados do PELD MANP.

Todos os reflorestamentos avaliados apresentaram distribuição de abundâncias das espécies diferente dos fragmentos florestais próximos a eles (PERMANOVA Apêndice 1). Quando avaliados todos os ambientes juntos, os fragmentos se agruparam mostrando um padrão similar entre eles, distantes dos reflorestamentos, que formaram outro agrupamento para abundância de espécies (Figura 3; $P < 0,0001$). Foram observadas 23 espécies indicadoras pelo método IndVal para os fragmentos e 11 para reflorestamentos (Tabela 3), sendo que as espécies não coincidiram entre os ambientes. As espécies de reflorestamento são, em grande parte (90%) intolerantes à sombra, diferente dos fragmentos, onde as espécies são majoritariamente tolerantes (91%).

Figura 3 - Análise das Coordenadas Principais gerada através de medidas de dissimilaridade de Bray-Curtis (PCoA-Bray-Curtis) ilustrando a variação na abundância entre fragmentos em verde (FF) e reflorestamentos em cinza (RF) da Floresta Estacional Semidecidual do Norte do Paraná, Brasil. Dados por local (a, b e c) e em conjunto (todos os ambientes) (d), para indivíduos de espécies lenhosas (árvores, arbustos e palmeiras). Em verde fragmentos florestais e em cinza reflorestamentos.



Fonte: Dados do PELD MANP complementados com dados da autora.

Tabela 3 - Espécies indicadoras em fragmentos florestais e reflorestamentos da Floresta Estacional Semidecidual do Norte do Paraná, Brasil, obtidas pelo método IndVal. ALV: Fazenda Alvorada; CGH: Fazenda Congonhas; SAN: Fazenda Santo Antônio; GE: grupo ecológico; FF: fragmentos florestais; RF: reflorestamentos; T: tolerante e I: intolerante à sombra; S: sub-bosque; D: dossel; E: emergente.

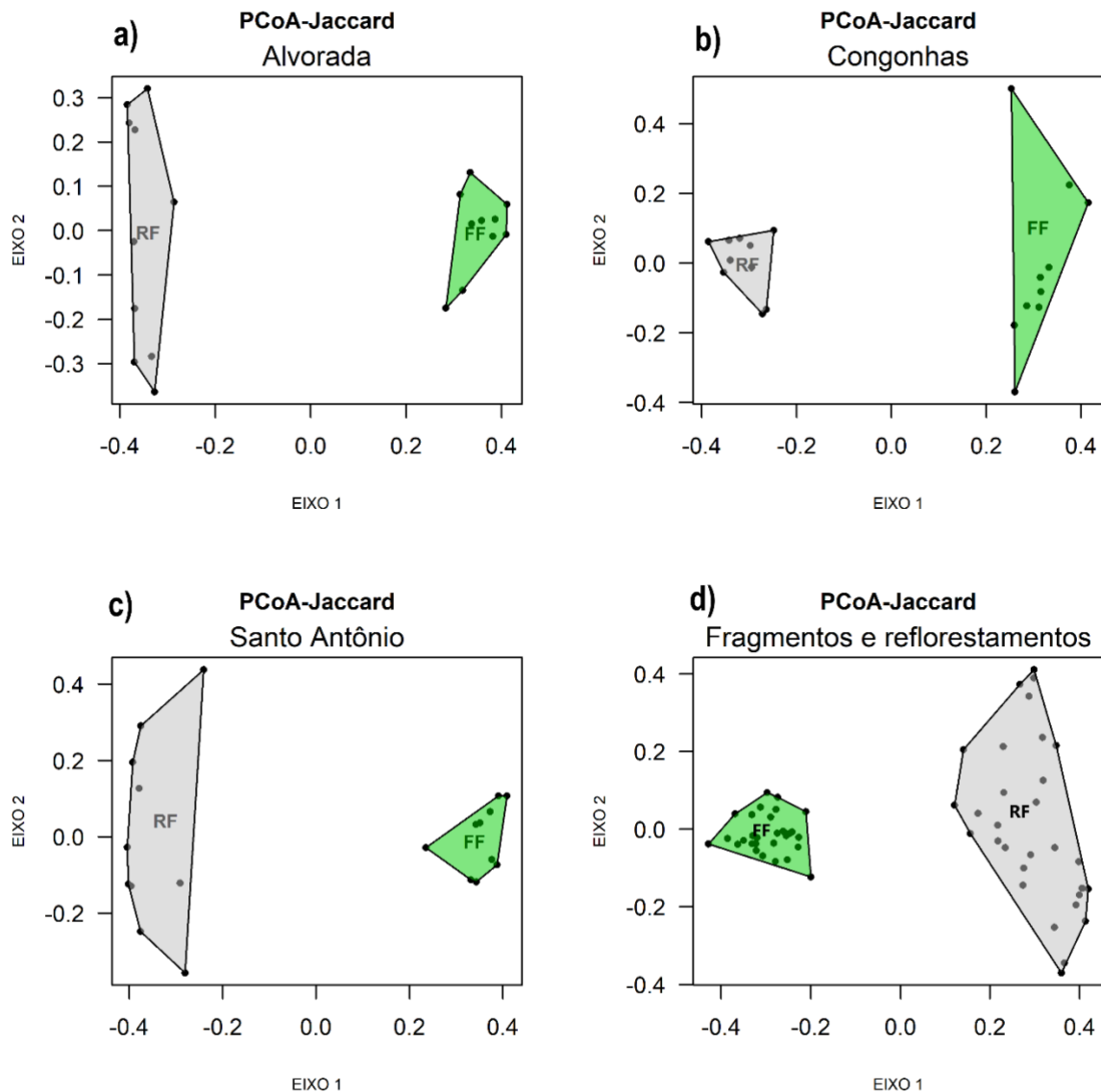
Espécie	Local			GE	Estrato
	ALV	CGH	SAN		
<i>Actinostemon concolor</i>	FF	FF	FF	T	S
<i>Albizia niopoides</i>	-	-	RF	I	D
<i>Alchornea glandulosa</i>	-	RF	-	I	D
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	FF	FF	FF	T	E
<i>Astronium graveolens</i>	FF	-	FF	T	E
<i>Baccharis salicifolia</i>	RF	-	-	I	S
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	FF	-	FF	T	E
<i>Bastardiopsis densiflora</i>	RF	RF	-	I	D
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	FF	-	-	T	D
<i>Cestrum strigilatum</i>	RF	-	RF	I	S
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	-	FF	-	T	D
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	RF	-	RF	T	E
<i>Eugenia handroi</i>	FF	FF	-	T	D
<i>Eugenia longipedunculata</i>	FF	-	FF	T	D
<i>Eugenia paracatuana</i>	-	-	FF	T	S
<i>Gallesia integrifolia</i>	FF	-	FF	I	E
<i>Guazuma ulmifolia</i>	RF	RF	RF	I	D
<i>Heliocarpus popayanensis</i>	-	RF	RF	I	S
<i>Holocalyx balansae</i>	FF	-	-	T	D
<i>Inga marginata</i>	-	-	FF	T	S
<i>Inga striata</i>	-	-	FF	I	D
<i>Machaerium stiptatum</i>	FF	-	-	T	D
<i>Metrodorea nigra</i>	-	FF	-	T	S
<i>Nectandra megapotamica</i>	-	-	FF	T	D
<i>Ocotea prolifera</i>	FF	-	-	T	D
<i>Pachystroma longifolium</i>	-	-	FF	T	D
<i>Peltophorum dubium</i>	-	RF	RF	I	D
<i>Picramnia ramiflora</i>	-	-	FF	T	S
<i>Pombalia bigibbosa</i>	-	-	FF	T	S
<i>Schinus terebinthifolia</i>	RF	RF	RF	I	S
<i>Sorocea bonplandii</i>	FF	FF	-	T	S
<i>Tabernaemontana catharinensis</i>	-	RF	-	I	S
<i>Trichilia catigua</i>	FF	-	-	T	S
<i>Trichilia pallida</i>	FF	-	-	T	S

Fonte: Dados do PELD MANP, Durigan et al. 2004, Silva e Soares-Silva, 2000.

Em relação à riqueza também foram encontrados padrões diferentes entre reflorestamentos e fragmentos (Figura 4; PERMANOVA; Apêndice 2). Quando avaliados todos os ambientes juntos, os fragmentos se agruparam mostrando um padrão similar entre eles, distantes dos reflorestamentos, que formaram outro

agrupamento para riqueza de espécies (Figura 4; $P < 0,0001$). Foram observadas 17 espécies não plantadas nas áreas de reflorestamento, sendo 80% destas zoocóricas e CGH foi o local com maior número de espécies não plantadas (Tabela 4). As espécies não plantadas são, em sua maioria, não-pioneiras, uma característica oposta ao conjunto das espécies com mudas plantadas no reflorestamento.

Figura 4 - Análise das Coordenadas Principais gerada através de medidas de presença e ausência com Jaccard (PCoA-Jaccard) ilustrando a variação na riqueza de indivíduos de espécies lenhosas entre fragmentos em verde (FF) e reflorestamentos em cinza (RF) da Floresta Estacional Semidecidual do Norte do Paraná, Brasil. Dados por local (a, b e c) e em conjunto (todos os indivíduos, d), para indivíduos de espécies lenhosas (árvores, arbustos e palmeiras). Em verde fragmentos florestais e em cinza reflorestamentos.



Fonte: Dados do PELD MANP complementados com dados da autora.

Tabela 4 - Espécies que não foram plantadas, mas que estão presentes em reflorestamentos da Floresta Estacional Semidecidual do Norte do Paraná, Brasil. GS: grupo sucessional; ALVFF: fragmento florestal de Alvorada; CGHFF: fragmento florestal de Congonhas; SANFF: fragmento florestal de Santo Antônio; NP: não pioneira; P: pioneira; n/a: não amostrada no fragmento florestal mais próximo.

Espécie	Origem	GS	Síndrome de dispersão
ALVRF			
<i>Baccharis salicifolia</i>	n/a	P	Anemocórica
<i>Lithraea molleoides</i>	n/a	P	Zoocórica
<i>Psychotria carthagenensis</i>	n/a	NP	Zoocórica
CGHRF			
<i>Annona cacans</i>	n/a	NP	Zoocórica
<i>Astronium graveolens</i>	CGHFF	NP	Anemocórica
<i>Cupania vernalis</i>	CGHFF	NP	Zoocórica
<i>Genipa americana</i>	CGHFF	NP	Zoocórica
<i>Guarea kunthiana</i>	CGHFF	NP	Zoocórica
<i>Lithraea molleoides</i>	n/a	P	Zoocórica
<i>Margaritaria nobilis</i>	CGHFF	NP	Autocórica
<i>Miconia pusilliflora</i>	CGHFF	NP	Zoocórica
<i>Nectandra megapotamica</i>	CGHFF	NP	Zoocórica
<i>Ocotea prolifera</i>	CGHFF	NP	Zoocórica
<i>Piper amalago</i>	CGHFF	NP	Zoocórica
<i>Trichilia casaretti</i>	CGHFF	NP	Zoocórica
<i>Trichilia pallida</i>	CGHFF	NP	Zoocórica
<i>Zeyheria tuberculosa</i>	CGHFF	NP	Anemocórica
SANRF			
<i>Annona cacans</i>	SANFF	NP	Zoocórica
<i>Cedrela fissilis</i>	n/a	NP	Anemocórica
<i>Guarea kunthiana</i>	SANFF	NP	Zoocórica
<i>Trichilia pallida</i>	SANFF	NP	Zoocórica

Fonte: Dados do PELD MANP; Silva e Soares-Silva, 2000.

Os traços funcionais se distribuíram de forma similar nos três reflorestamentos. Em relação à dispersão (Figura 5), a única exceção foi CGH, onde o RF apresenta maior número de indivíduos anemocóricos ($p= 0,03$) e zoocóricos ($p= 0,02$) do que o FF. Em ALV e SAN apenas anemocoria ($p= 0,006$ e $p= 0,0001$) e autocoria ($p= 0,003$ e $0,006$, respectivamente) apresentaram diferenças, sendo mais observadas proporções maiores no FF.

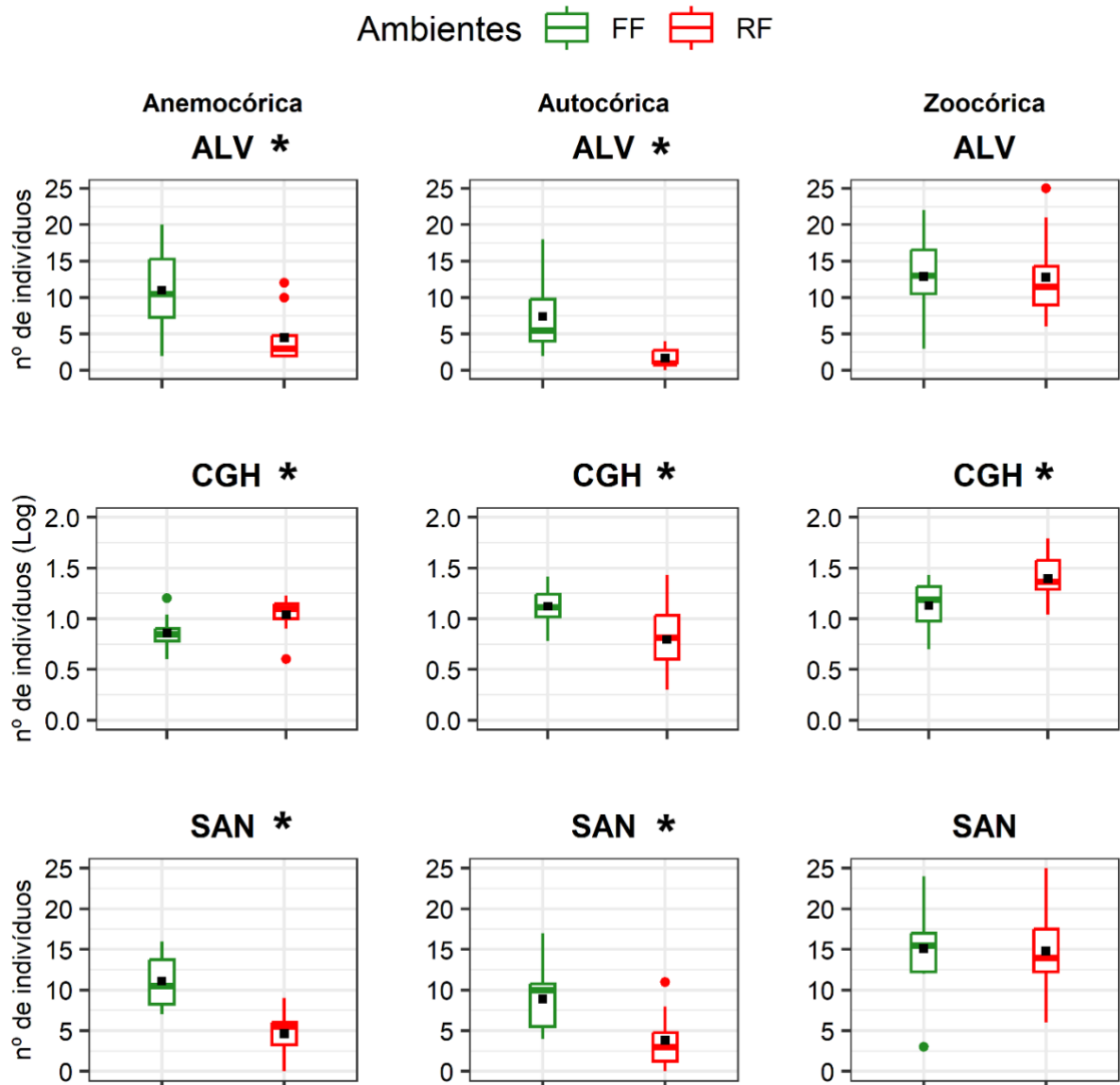
Observando os estratos que os indivíduos ocupam, nota-se também similaridade entre ALV e SAN, onde apenas emergentes apresentam-se em menor número e com diferença significativa ($p<0,0001$ em ambos os locais; Figura 6). Em CGH as variáveis desse traço funcional não apresentaram diferenças significativas.

Por fim, em relação a tolerância à sombra e densidade da madeira, os três locais se comportaram de forma similar (Figura 7). Os três FF apresentaram maior número de indivíduos tolerantes à sombra ($p < 0,0001$), enquanto os RF apresentam maior número de intolerantes à sombra ($p < 0,0001$). A densidade da madeira foi maior nos FF ($p < 0,0001$), com exceção de SAN, onde não houve diferença significativa.

Quando agrupados os locais de acordo com o ambiente (Figura 8), em relação a dispersão, apenas anemocoria e autocoria apresentaram diferenças significativas ($p = 0,009$ e $p < 0,0001$, respectivamente), sendo mais presentes nos FF. Em relação ao estrato, indivíduos emergentes são mais abundantes nos FF do que nos RF ($p = 0,0003$). Os padrões de tolerância à sombra e densidade da madeira se repetiram quando agrupados os locais, sendo indivíduos tolerantes à sombra ($p < 0,0001$) e com maior densidade ($p < 0,0001$) presentes em maior número nos FF e intolerantes à sombra nos RF ($p < 0,0001$).

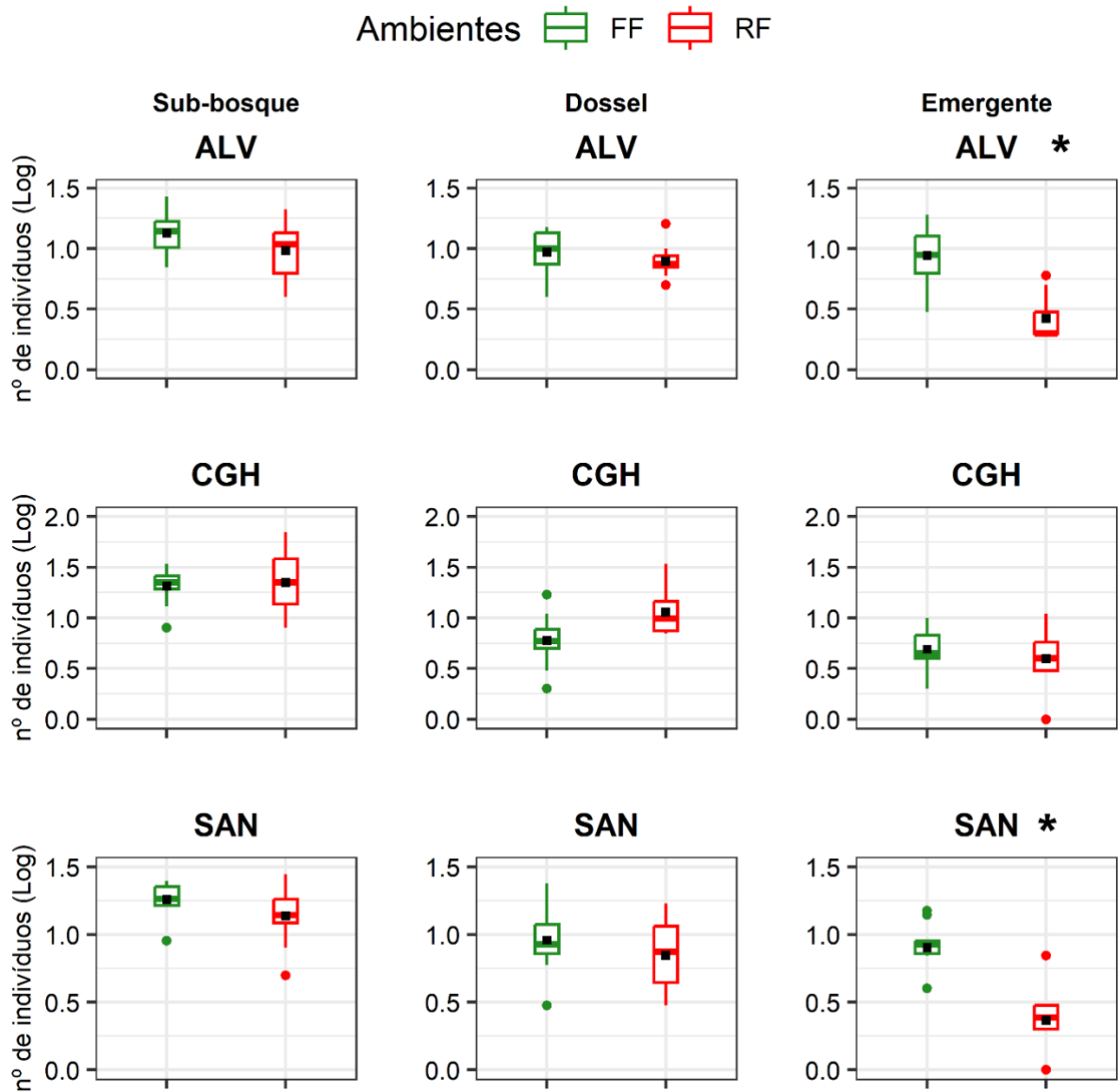
De forma adicional, para investigar uma possível aproximação dos RF com os FF, foram comparadas a abundância de indivíduos pertencentes a espécies classificadas como pioneiras (Figura 9) e a composição do estrato de regeneração dos locais (Figura 10). A diferença entre a abundância de indivíduos de espécies pioneiras foi evidente, mostrando que os RF apresentam uma proporção muito maior de pioneiras. A PERMANOVA mostrou diferenças significativas entre os ambientes nas análises de abundância e riqueza ($p < 0,05$) do estrato de regeneração, sendo, portanto, grupos distintos. Porém, a PCoA demonstrou uma tendência de aproximação entre os ambientes.

Figura 5 - Abundância de indivíduos de espécies lenhosas (árvores, arbustos e palmeiras) com diferentes síndromes de dispersão em fragmentos florestais (FF) e reflorestamentos (RF) de Floresta Estacional Semidecidual do Norte do Paraná, Brasil. Os asteriscos indicam diferenças significativas. ALV: Fazenda Alvorada; CGH: Fazenda Congonhas; SAN: Fazenda Santo Antônio.



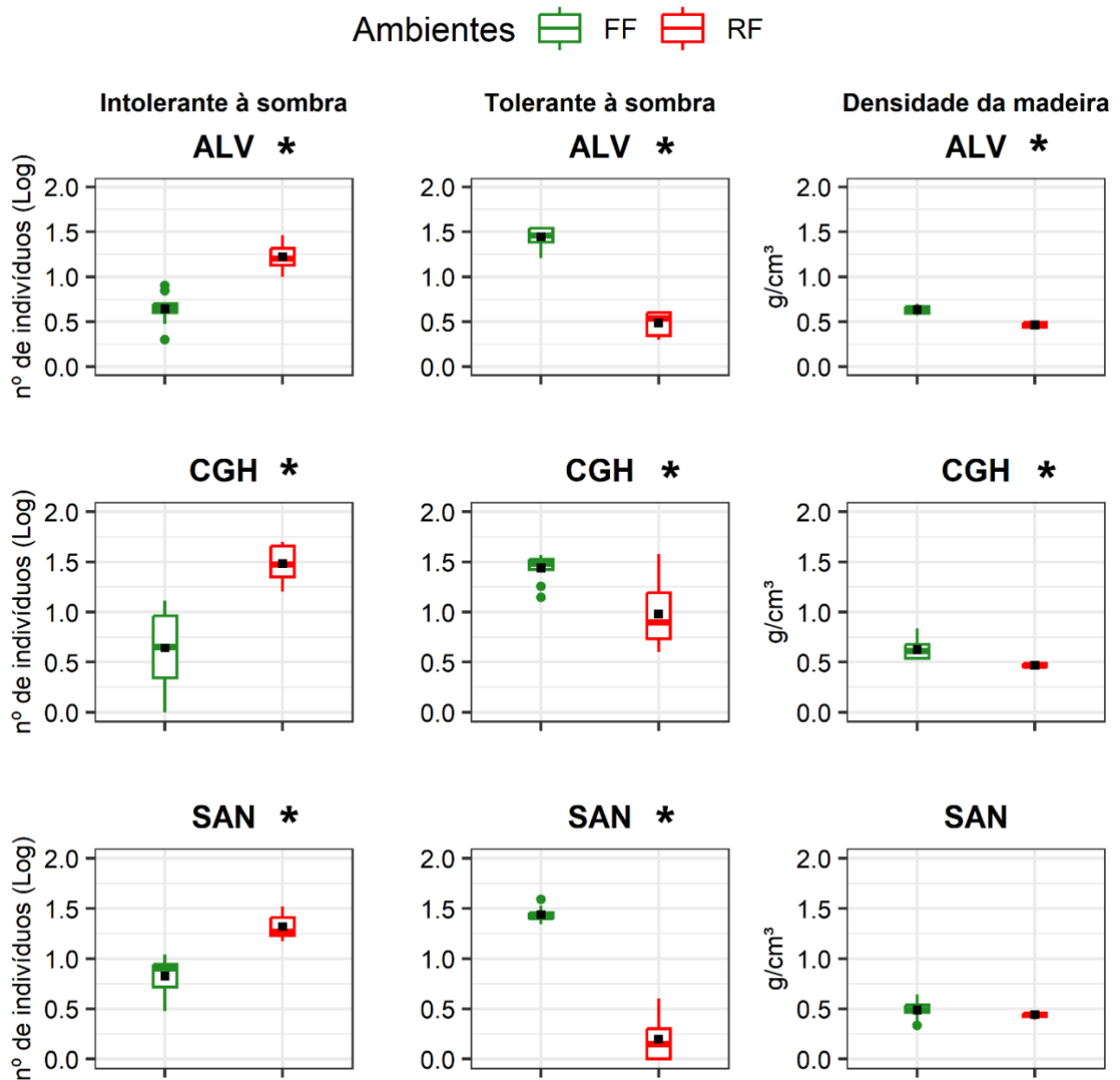
Fonte: Dados do PELD MANP complementado com dados da autora.

Figura 6 - A abundância de indivíduos de espécies lenhosas (árvores, arbustos e palmeiras) em diferentes estratos de fragmentos florestais (FF) e reflorestamentos (RF) de Floresta Estacional Semidecidual do Norte do Paraná, Brasil. Os asteriscos indicam diferenças significativas. ALV: Fazenda Alvorada; CGH: Fazenda Congonhas; SAN: Fazenda Santo Antônio.



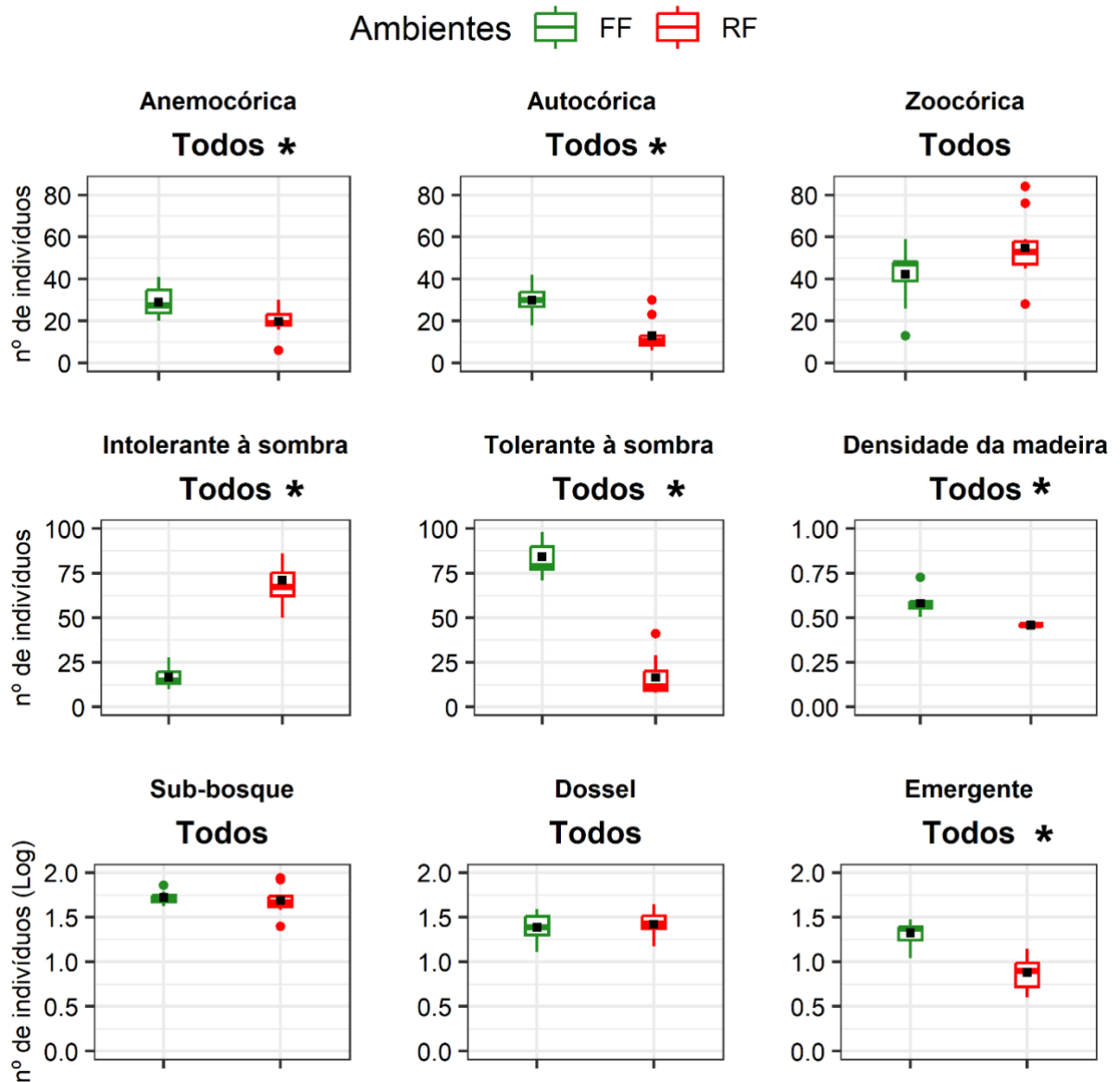
Fonte: Dados do PELD MANP complementado com dados da autora.

Figura 7 - Abundância de indivíduos de espécies lenhosas (árvores, arbustos e palmeiras) com tolerância à sombra variada e diferentes densidades da madeira em fragmentos florestais (FF) e reflorestamentos (RF) de Floresta Estacional Semidecidual do Norte do Paraná, Brasil. Os asteriscos indicam diferenças significativas. ALV: Fazenda Alvorada; CGH: Fazenda Congonhas; SAN: Fazenda Santo Antônio.



Fonte: Dados do PELD MANP complementado com dados da autora.

Figura 8 – Abundância de indivíduos de espécies lenhosas e traços funcionais relacionados a dispersão, tolerância à sombra, densidade da madeira e estrato que ocupam utilizando-se dados de fragmentos e reflorestamentos agrupados. Os asteriscos indicam diferenças significativas encontradas. FF: fragmentos florestais; RF: reflorestamentos.



Fonte: Dados do PELD MANP complementado com dados da autora.

Figura 9 - Abundância de indivíduos de espécies lenhosas em fragmentos (FF) e reflorestamentos (RF) da Floresta Estacional Semidecidual separados pelo seu grupo successional (P: pioneiras, NP: não pioneiras). ALVFF: fragmento florestal da Fazenda Alvorada; CGHFF: fragmento florestal da Fazenda Congonhas; SANFF: fragmento florestal da Fazenda Santo Antônio; ALVRF: reflorestamento da Fazenda Alvorada; CGHRF: reflorestamento da Fazenda Congonhas; SANRF: reflorestamento da Fazenda Santo Antônio.

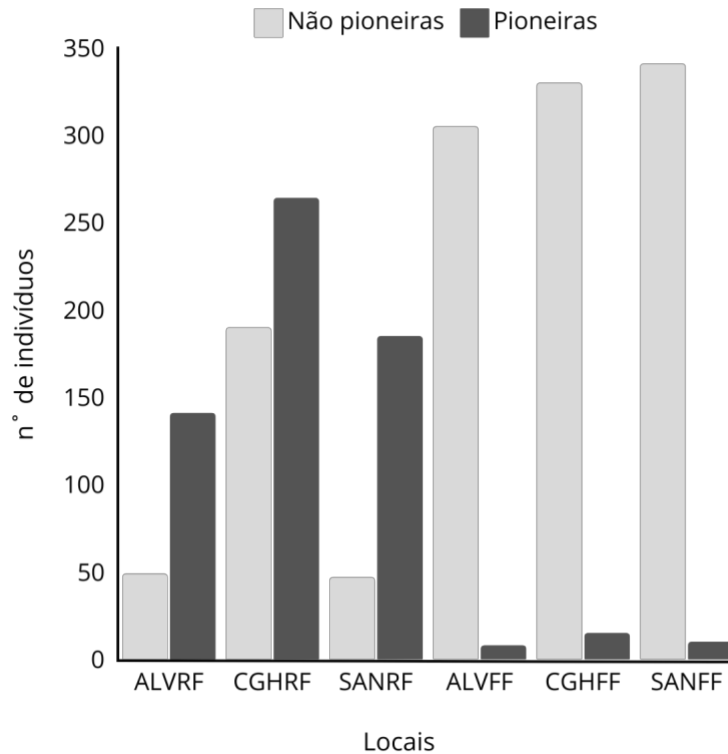
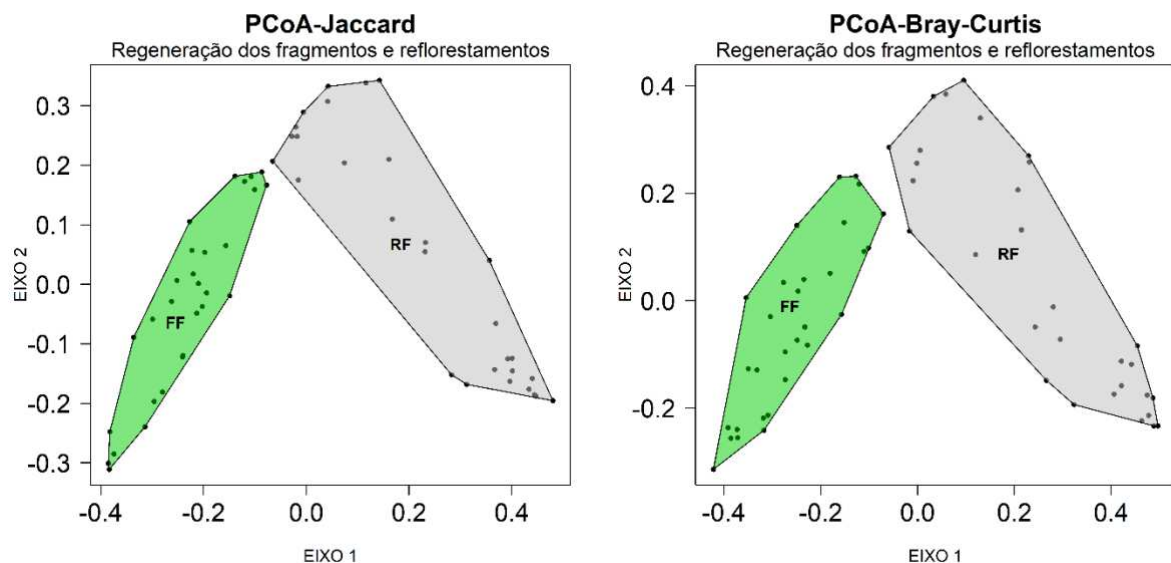


Figura 10 – Comparação da riqueza (PCoA-Jaccard) e abundância (PCoA-Bray-Curtis) de indivíduos de espécies lenhosas entre estratos de regeneração de três reflorestamentos e três fragmentos florestais do Reservatório de Capivara, Norte do Paraná, Brasil. Em verde fragmentos florestais e em cinza reflorestamentos. Pontos nos polígonos representam parcelas. FF: fragmento florestal; RF: reflorestamento.



4 DISCUSSÃO

A composição de espécies vegetais nos reflorestamentos e fragmentos florestais estudados apresentou baixa similaridade. As análises apontaram que os dois tipos de ambiente possuem composição de espécies, riqueza e distribuição de abundância distintos. Em relação aos traços funcionais avaliados, características como dispersão por zoocoria e tolerância à sombra se sobressaem como marcadores da distinção entre reflorestamentos e fragmentos florestais. Os reflorestamentos apresentam um conjunto característico de espécies, assim como os fragmentos, quando se observa a riqueza de espécies, abundância e traços funcionais, indicando que o ambiente determina a composição de espécies e de tipos funcionais. A única exceção, no sítio SAN, onde fragmento florestal e reflorestamento tem médias ponderadas de densidade da madeira similares, pode ser explicada pela excepcionalidade do fragmento, que possui média de densidade menor do que os demais, podendo ser resultado do histórico de extração seletiva de madeira (ARCANJO; BARUFI; TOREZAN, 2023). As espécies não-plantadas que estão presentes nos reflorestamentos são caracterizadas por serem não-pioneiras, característica oposta ao conjunto amostrado nos reflorestamentos. Essa característica das espécies não-plantadas amostradas nos reflorestamentos indica uma possível tendência de aproximação funcional com os fragmentos florestais (CHADA; CAMPELLO; FARIA, 2004). Portanto, dispersão biótica e tolerância ao sombreamento caracterizam as espécies que estão se estabelecendo espontaneamente nos reflorestamentos, apesar da intolerância à sombra ainda predominar, de forma geral, entre as espécies nos reflorestamentos.

Ao analisar os resultados obtidos das matrizes de abundância, os fragmentos, quando avaliados separadamente das áreas de restauração, se comportam de forma mais homogênea. O contrário ocorre com os reflorestamentos, que se apresentam mais heterogêneos. A heterogeneidade florística observada nos diferentes reflorestamentos, ainda que sejam relativamente novos se considerado o tempo sucessional, é compatível com a teoria dos estados alternativos estáveis, que pressupõe que o processo de sucessão ecológica é imprevisível e não segue uma única direção predefinida (HOBBS; NORTON, 2004). Já a similaridade entre os fragmentos pode ser explicada por se tratar de remanescentes de uma cobertura florestal que era contínua há menos de um século e por compartilharem, além de clima

e solo, um mesmo histórico de distúrbios, notadamente a extração seletiva de madeira (CARVALHO; NASCIMENTO; BRAGA, 2006).

As poucas espécies indicadoras ou características dos reflorestamentos são resultado da semelhança nas misturas de espécies utilizadas no plantio; em outras palavras, o baixo número de espécies indicadoras reflete as particularidades na composição de espécies estabelecidas em cada local. A condição de indicadora requer valores altos de frequência e de abundância da espécie no ambiente de estudo, ou seja, sua ocorrência de forma expressiva e em diversas parcelas (GONZÁLEZ *et al.*, 2013). Um maior número de espécies indicadoras pode sugerir uma maior similaridade entre as parcelas, mas não implica necessariamente em uma menor riqueza de espécies, pois o valor é calculado individualmente para cada espécie, portanto, variando de 0,5 a 1 (LEGENDRE; LEGRENDRE, 2012), conforme exposto nos apêndices 9 e 10.

É importante considerar que os reflorestamentos ainda se encontram em um estágio de desenvolvimento inicial, no qual parte das espécies que não foram plantadas pode não ter atingido a maturidade reprodutiva. Portanto, a presença destas espécies nos reflorestamentos provavelmente é resultado de alguns poucos eventos de dispersão de origem externa, limitando a abundância de indivíduos estabelecidos espontaneamente no ambiente. A partir de produção local de propágulos poderia mitigar esta situação e permitir o crescimento populacional de parte das espécies. Para exemplificar, espécies como *Astronium graveolens* Jacq., *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez, *Ocotea prolifera* (Nees & Mart.) Mez e *Trichilia pallida* Sw. figuram como indicadoras nos fragmentos e, embora tenham colonizado os reflorestamentos, ainda não exibem o status de indicadoras nesses locais em função da baixa densidade populacional.

É possível que essas espécies possam se tornar indicadoras em reflorestamentos no futuro, à medida que sua dispersão e estabelecimento se ampliem. Portanto, uma avaliação dos reflorestamentos após um intervalo de tempo maior poderia elucidar se essas espécies de fato estabelecerão de forma mais expressiva, fortalecendo a hipótese de convergência entre reflorestamentos e fragmentos, situação na qual um mesmo conjunto de espécies indicadoras seria observado nos dois tipos de ambiente. Essa convergência progressiva, explícita entre as classes de tamanho, foi descrita para florestas secundárias por Norden *et al.* (2009), onde o sucesso do recrutamento de indivíduos de florestas maduras, como as

árvores de dossel e palmeiras, foram os responsáveis pela tendência de convergência com as florestas maduras. Segundo os autores, os estágios mais jovens representariam uma transição na composição.

Para as espécies indicadoras, a ocupação dos estratos não demonstrou ser uma característica determinante para comparação, visto que estas espécies ocupam, em grande parte, e, em proporções similares, o estrato do dossel e sub-bosque. A principal distinção recai sobre a tolerância ao sombreamento, onde se destaca uma marcante divergência. A maioria das espécies presentes nos reflorestamentos demonstrou ser intolerante ao sombreamento, ao passo que as espécies dos fragmentos florestais evidenciaram maior tolerância a condições de baixa luminosidade. Esses padrões são corroborados pelos resultados obtidos por meio da análise funcional realizada, onde apenas a associação ao estrato emergente na floresta madura difere entre os ambientes, sendo a associação com o dossel e com o sub-bosque similares. A distinção dos ambientes pela tolerância ao sombreamento é esperada, sendo os reflorestamentos ambientes sucessionais em processo de restauração onde a entrada de luz é maior, favorecendo espécies pioneiras (TABARELLI; MANTOVANI, 1999; WHITMORE, 1999).

Em relação às espécies estabelecidas espontaneamente, é relevante considerar que espécies zoocóricas podem também ser limitadas em sua distribuição. Conforme descrito por Gardner et al. (2019), espécies com sementes maiores, que dependem da dispersão por vertebrados de grande porte, podem estar sendo gradualmente substituídas por espécies com sementes menores, que têm dispersão realizada por animais de menor porte. Notadamente, nenhuma das espécies que se estabeleceram nos reflorestamentos apresentam sementes grandes. Isto indica que espécies de sementes grandes podem não estar conseguindo superar os filtros de dispersão impostos, mesmo no cenário do presente estudo, em que os reflorestamentos são vizinhos dos remanescentes florestais.

As espécies dispersas por meios abióticos, como a autocoria e anemocoria, são minoria entre as que colonizaram os reflorestamentos. Por conta da dispersão natural limitada, essas espécies podem precisar ser introduzidas ativamente nas áreas de reflorestamento (DURIGAN; ENGEL, 2012). As espécies anemocóricas são menos abundantes, o que é refletido no número de espécies que conseguiram estabelecer-se nos reflorestamentos. Por outro lado, para as espécies autocóricas, que dependem da dispersão secundária para alcançar distâncias

maiores, a dispersão se notabiliza como uma barreira importante, conforme já destacado por Suganuma e Durigan (2021).

Existe uma tendência de encontrar maior número de espécies intolerantes ao sombreamento em áreas reflorestadas, uma vez que essas espécies são mais abundantes em ambientes fragmentados ou em estágios iniciais de sucessão e tendem a colonizar áreas com maior disponibilidade de luz, resultante de descontinuidades no dossel (GUARIGUATA; OSTERTAG, 2001; OLIVEIRA, 2002). Isto ficou evidente nos resultados e reflete a idade dos reflorestamentos estudados. Da mesma forma a menor densidade da madeira nos reflorestamentos resulta principalmente da presença de um maior número de espécies pioneiras, caracterizadas, em grande parte, por um crescimento acelerado e ciclos de vida mais curtos (TABARELLI; MANTOVANI, 1999). Conseqüentemente, à medida que estes indivíduos de espécies pioneiras crescem, ocorre o aumento de sombreamento no subosque. Ao atingirem o final de seus ciclos de vida e falecerem, a população dos reflorestamentos tende a ser gradualmente substituída por indivíduos de crescimento mais lento e madeira mais densa, como enfatizado por Arcanjo e Torezan (2023).

A análise das proporções de indivíduos pioneiros e não pioneiros nos ambientes (Figura 9) sustenta a suposição de que esse processo de substituição está em andamento, assim como quando avaliadas as espécies que colonizaram os reflorestamentos, que são em sua maioria não pioneiras. Entretanto, é importante notar que a falta de equivalência funcional entre as espécies envolvidas pode potencialmente levar a estados alternativos (CHEESMAN *et al.*, 2017). Avaliando a riqueza e abundância da regeneração, fica evidente uma tendência à convergência entre os ambientes, sendo a regeneração natural um indicador direto da evolução da área estudada (CHADA; CAMPELLO; FARIA, 2004). No entanto, a realização de avaliações adicionais e o monitoramento contínuo das áreas são necessários para verificar se há realmente convergência funcional e para compreender completamente a dinâmica em curso (BRANCALION *et al.*, 2010). A composição funcional, juntamente com a composição de espécies, pode funcionar como um indicador para avaliar o andamento da restauração e se os reflorestamentos estariam convergindo com áreas de referência, expressando a efetividade da restauração.

Em relação à amostragem, observa-se uma notável disparidade no número de espécies e indivíduos registrados nos diferentes reflorestamentos. Esta disparidade pode, em parte, ser atribuída ao arranjo espacial do reflorestamento em

relação ao remanescente vizinho e à disposição das parcelas (Apêndices 3, 4 e 5). Nota-se que as parcelas do reflorestamento de CGH estão mais próximas ao fragmento florestal quando comparadas às demais áreas, a uma distância média de aproximadamente 82 metros da borda (máximo 159 m e mínimo 43 m) do fragmento florestal mais próximo. Por outro lado, a média de distância das parcelas em ALV é de 537 metros (máximo 932 m e mínimo 96 m), enquanto em SAN é de 332 metros (máximo 888 m e mínimo 160 m). Além disso, o reflorestamento de CGH delimita diretamente o fragmento florestal, mantendo, dessa forma, uma distância praticamente constante entre as parcelas e a borda do fragmento. Em contraste, nos reflorestamentos ALV e SAN, as parcelas foram progressivamente estabelecidas a maiores distâncias em relação à borda do fragmento florestal mais próximo, o que pode estar impondo restrições à dispersão das espécies, visto que a configuração espacial e a distância influenciam nos processos sucessionais (PARROTTA, 1995; PEREIRA; OLIVEIRA; TOREZAN, 2013; TABARELLI; MANTOVANI; PERES, 1999). Ressalta-se que o reflorestamento de SAN apresentou o menor número de espécies amostradas, indicando que outros fatores além do tamanho total do reflorestamento e da distância das parcelas podem estar influenciando a diversidade.

Amostragens de campo apresentam limitações, sendo assim, algumas das espécies não detectadas podem, de fato, estar presentes fora das amostras. Por exemplo, espécies como *Cedrela fissilis* Vell., *Psychotria carthagenensis* Jacq. e *Annona cacans* Warm., que são espécies florestais encontradas em outros fragmentos da região, como o Parque Estadual Mata dos Godoy e SAN (dados do PELD MANP), poderiam estar presentes em outros fragmentos.

Por outro lado, a presença de *Lithrea molleoides* (Vell.) Engl., que é uma espécie não florestal, com preferência por “capões” (fragmentos florestais em meio a campos naturais) ou bordas de fragmentos florestais (CARVALHO, 2006), e *Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pav.) Pers., um arbusto com ampla distribuição nas Américas, mas normalmente não encontrado em ambientes florestais (GBIF, 2023; HEIDEN, 2023), indica que os propágulos de algumas destas espécies não são provenientes de fragmentos florestais. Os propágulos dessas espécies podem ser oriundos de pequenas manchas de vegetação em terrenos abandonados, margens de estrada ou outros reflorestamentos. Portanto, a ausência destas espécies na listagem dos fragmentos florestais não representaria falha na amostragem.

Outro aspecto a ser considerado é que os sítios em restauração têm formato de faixas estreitas, estando, portanto, inteiramente sujeitos a efeitos de borda, o que, teoricamente, promoveria a homogeneização do ambiente, ao selecionar um grupo restrito de espécies que tem capacidade de crescer nestas condições (HOLL; LUONG; BRANCALION, 2022). No entanto, observamos que as áreas reflorestadas exibem padrões distintos de composição florística e de distribuição de abundância das espécies, não havendo indícios de homogeneização.

5 CONCLUSÕES

Reflorestamentos com 12-13 anos de idade possuem baixa similaridade de composição funcional com florestas maduras. A abundância e a riqueza dos reflorestamentos estudados também divergem consideravelmente dos fragmentos florestais, mesmo estando localizados de forma contínua ou muito próximos. A baixa similaridade encontrada demonstra que outros aspectos interferem no estabelecimento de indivíduos, sendo esses aspectos associados com as características funcionais que estão superando os filtros impostos.

Existem padrões funcionais associados a colonização de áreas em processo de restauração, e esse padrão diverge do padrão de características pré-estabelecidas nessas áreas. Espécies pioneiras, consequentemente intolerantes ao sombreamento e com baixa densidade da madeira, são comuns de ambientes sucessionais, mas não estão entre as características das colonizadoras. A dispersão biótica e tolerância ao sombreamento são as características que se sobressaem as demais no quesito colonização, sendo a dispersão abiótica e emergentes as características que apresentam restrição.

Este estudo é parte de uma iniciativa de longa duração e desempenha um papel significativo na ampliação do entendimento dos padrões de colonização em sítios de restauração. Projeções para o próximo censo indicam a expectativa de um aumento na abundância e na riqueza de espécies não-plantadas. Além disso, é plausível que as espécies lenhosas que se estabeleceram nas áreas de reflorestamento desde os anos de 2015-2016 tenham alcançado a maturação e se dispersado por um número maior de parcelas dentro dessas áreas. Notavelmente, algumas destas espécies apresentam maior relevância na estrutura e composição em fragmentos, sendo consideradas indicadoras, o que sugere uma trajetória rumo a uma maior semelhança na composição entre as áreas de reflorestamento e o fragmento mais próximo, refletindo, consequentemente, o pool regional de espécies.

Recomenda-se mais estudos nas áreas estudadas, sendo o monitoramento necessário para captar mais aspectos da sucessão nos reflorestamentos. As características abióticas de cada local devem ser melhor analisadas para explicar as diferenças estruturais encontradas entre os reflorestamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCANJO, F. A.; BARUFI, G. M.; TOREZAN, J. M. D. Selective logging that occurred decades ago is still impacting aboveground biomass and tree assemblage structure in Brazilian semi-deciduous seasonal Atlantic forest fragments. **Forest Ecology and Management**, v. 535, p. 120895, 2023.
- ARCANJO, F. A.; TOREZAN, J. M. D. Aboveground biomass accumulation and tree size distribution in seasonal Atlantic Forest restoration sites. **Restoration Ecology**, v. 31, n. 1, p. e13669, 2023.
- BARBOSA, C. E. A. et al. Regeneração natural em um reflorestamento a diferentes distâncias da borda de um fragmento adjacente de Floresta Estacional Semidecidual. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S1, p. 612-614, 2007. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/rinaldop,+626.pdf>.
- BARBOSA, L. M. et al. Lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do estado de São Paulo. **Instituto de Botânica**, p. 7-344, 2017.
- BECHARA, F. C. **Unidades Demonstrativas de Restauração Ecológica através de Técnicas Nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga**. 2006. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- BHERING, S. B. et al. **Mapa de solos do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2007. Disponível em: <embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/339505/mapa-de-solos-do-estado-do-parana>.
- BRANCALION, P. H. S. et al. Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. **Revista Árvore**, v. 34, p. 455-470, 2010.
- CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T.; BRAGA, J. M. A. Composição e riqueza florística do componente arbóreo da Floresta Atlântica submontana na região de Imbaú, Município de Silva Jardim, RJ. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, p. 727-740, 2006.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo, PR: Embrapa florestas, 2003.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo, PR: Embrapa florestas, 2006.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo, PR: Embrapa florestas, 2008.
- CHADA, S. S.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. Sucessão vegetal em uma encosta reflorestada com leguminosas arbóreas em Angra dos Reis, RJ. **Revista Árvore**, v. 28, p. 801-809, 2004.
- CHEESMAN, A.W. The role of topography and plant functional traits in determining tropical reforestation success. **Journal of applied ecology**, v. 55, n. 2, p. 1029-1039, 2018.
- CHOI, Y. D. Restoration Ecology to the Future: A Call for New Paradigm. **Restoration Ecology**, v. 15, n. 1, p. 351-353, 2007.
- DUFRENE, M.; LEGENDRE, P. Species Assemblages and Indicator Species: the need for a flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs**, v. 67, n. 3, p. 345-366, 1997.
- DURIGAN, G. et al. A flora arbustivo-arbórea do Médio Paranapanema: base para a restauração dos ecossistemas naturais. **Pesquisas em conservação e**

recuperação ambiental no Oeste Paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão, v. 1, p. 199-239, 2004.

- DURIGAN, G.; ENGEL, V. L. Restauração de Ecossistemas no Brasil: onde estamos e para onde podemos ir? In: Martins, S.V. (Ed.) **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa: Ed. UFV, 2012.
- ENGEL, V. L.; PARROTTA, J.A. Definindo A Restauração Ecológica: Tendências E Perspectivas Mundiais. In: Kageyama, P. Y. et al. (Coord.) **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**, Botucatu: FEPAF, p. 01-26, 2003. Disponível em: <fs.usda.gov/research/publications/misc/78177-2003-Engel-Parrotta-Brazil-proceedings.pdf>.
- Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 26 mai. 2023.
- FORERO-MEDINA, G.; VIEIRA, M. V. Conectividade funcional e a importância da interação organismo-paisagem. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 4, p. 493-502, 2007.
- GANN, G. D. et al. International principles and standarts for the practice of ecological restoration. **Restoration Ecology**, v. 27, n. S1, p. S1-S46, 2019.
- GARDNER, C. J. et al. Quantifying the impacts of defaunation on natural forest regeneration in a global meta-analysis. **Nature communications**, v. 10, n. 1, p. 4590, 2019.
- GBIF. *Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pav.) Pers. in GBIF Secretariat. **GBIF Backbone Taxonomy**, 2023. Disponível em: <gbif.org/pt/species/3129643>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- GOBATTO, A. L. et al. Agricultural landscape influences on the solitary bees and wasps that nest in ecological restoration sites. **Biodiversity and Conservation**, v. 32, n. 2, p. 523-544, 2023.
- GONZÁLEZ, E. et al. Can indicator species predict restoration outcomes early in the monitoring process? A case study with peatlands. **Ecological indicators**, v. 32, p. 232-238, 2013.
- GUARIGUATA, M. R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest ecology and management**, v. 148, n. 1-3, p. 185-206, 2001.
- HARVEY, C. A. et al. Integrating agricultural landscapes with biodiversity conservation in the Mesoamerican hotspot. **Conservation Biology**, v. 22, n. 1, p. 8-15, 2008. Disponível em: <doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00863.x>. Acesso em: 08 set. 2021.
- HEIDEN, G. *Baccharis* in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <floradobrasil.jbrj.gov.br/FB22206>. Acesso em: 05 set. 2023.
- HOBBS, R. J.; NORTON, D. A. Ecological filters, thresholds, and gradients in resistance to ecosystem reassembly. In: TEMPERTON, V. M.; HOBBS, R. J.; NUTTLE, T.; HALLE, S. **Assembly rules and restoration ecology: bridging the gap between theory and practice**. Island Press, Whashington DC, p. 72-95, 2004.
- HOLL, K. D. **Fundamentos da Restauração Ecológica**. México CDMX: Coplt-arXives, 2023.
- HOLL, K. D.; LUONG, J. C.; BRANCALION, P. H. S. Overcoming biotic homogenization in ecological restoration. **Trends in Ecology & Evolution**, 2022.

- IAPAR. Instituto de desenvolvimento rural do Paraná-IAPAR-EMATER. Londrina, 2019.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Nota Explicativa do Mapa da área de aplicação da Lei nº 11.428 de 2006**. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/estudos_ambientais/biomas/mapas/lei11428_mata_atlantica.pdf>.
- INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Indicadores de desenvolvimento sustentável por bacias hidrográficas do Estado do Paraná**. 2017.
- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L.. **Numerical ecology**. Elsevier, 2012
- LIEBSCH, D.; MARQUES, M. C. C.; GOLDENBERG, R. How long does the Atlantic Rain Forest take to recover after a disturbance? Changes in species composition and ecological features during secondary succession. **Biological Conservation**, v.141, p.1717-1725, 2008.
- LOREAU, M. et al. Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. **Science**, v. 294, n. 5543, p. 804-808, 2001.
- MEDEIROS, H. R.; TOREZAN, J. M. D. Evaluating the ecological integrity of Atlantic Forest remnants by using rapid ecological assessment. **Environmental Monitoring and Assessment**, [s.l.], v. 185, n. 5, p.4373-4382, 21 set. 2012. Springer Nature. <<http://dx.doi.org/10.1007/s10661-012-2875-7>>.
- MEDEIROS, H. R.; TOREZAN, J. M. D.; NETO, O. C. P. Uso e ocupação do solo no entorno de projetos de restauração ecológica influenciando na regeneração do sub-bosque. **GEOGRAFIA (Londrina)**, v. 19, n. 3, p. 85-97, 2010.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA. Mata Atlântica. 2022. Disponível em: <gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/mata-atlantica#>. Acesso em: 21 jun. 2023.
- MYERS, N., et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.
- NITSCHKE, P. R. et al. Atlas Climático do Estado do Paraná. Londrina, PR: IAPAR, 2019.
- NORDEN, N. et al. Resilience of tropical rain forests: tree community reassembly in secondary forests. **Ecology Letters**, v. 12, p. 385-394, 2009. Disponível em: <doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01292.x>. Acesso em: 08 set. 2021.
- O'BRIEN, S. A.; DEHLING, D. M.; TYLIANAKIS, J. M. The recovery of functional diversity with restoration. **Ecology**, v. 103, n. 3, p. e3618, 2022.
- OKSANEN, J. et al. **vegan: Community Ecology Package**. Disponível em: <cran.r-project.org/web/packages/vegan/index.html>. Acesso em: 26 mai. 2023.
- OLIVEIRA, R. R. Ação antrópica e resultantes sobre a estrutura e composição da Mata Atlântica na Ilha Grande, RJ. **Rodriguésia**, v. 53, p. 33-58, 2002.
- PALMER, M. A., et al. Ecological theory and community restoration ecology. **Restoration ecology**. v. 5, n. 4, p. 291-300, 1997.
- PARROTTA, J. A. Influence of overstory composition on understory colonization by native species in plantations on a degraded tropical site. **Journal of Vegetation Science**, v. 6, n. 5, p. 627-636, 1995.
- PÄRTEL, M., et al. Dark diversity: shedding light on absent species. **Trends in ecology & evolution**, v. 26, n. 3, p. 124-128, 2011.
- PEREIRA, L. C. S. M.; OLIVEIRA, C. C. C.; TOREZAN, J. M. D. Woody species regeneration in Atlantic Forest restoration sites depends on surrounding landscape. **Natureza & Conservação**, v. 11, n. 2, p. 138-144, 2013.

- R CORE TEAM. **The R stats package**. 2023. Disponível em: <stat.ethz.ch/R-manual/R-devel/library/stats/html/00Index.html>.
- RIBEIRO, M. C., et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.
- ROBERTS, D. W. **Package 'labdsv': Ordination and multivariate Analysis for Ecology**. 2023. Disponível em: <cran.r-project.org/web/packages/labdsv/labdsv.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2023.
- SANTOS, K. D.; KINOSHITA, L. S. Flora arbustivo-arbórea do fragmento de floresta estacional semidecidual do Ribeirão Cachoeira, município de Campinas, SP. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 3, p. 325-341, 2003.
- SER - Society for Ecological Restauration. 2023. What is Ecological Restauration? Disponível em: <https://www.ser-rrc.org/what-is-ecological-restoration/>.
- SILVA, F. C. E.; SOARES-SILVA, L. H. Arboreal flora of the Godoy Forest state park, Londrina, PR. Brasil. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 57, n. 1, p. 107-120, 2000.
- SOS MATA ATLÂNTICA. **Relatório Anual 2021**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2021.
- SUGANUMA, M. S., et al. Enriquecimento artificial da diversidade de espécies em reflorestamentos: análise preliminar de dois métodos, transferência de serapilheira e semeadura direta. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 30, n. 2, p. 151-158, 2008.
- SUGANUMA, M. S.; DURIGAN, G. Indicators of restoration success in riparian tropical forests using multiple reference ecosystems. **Restoration Ecology**, v. 23, n. 3, p. 238-251, 2015.
- SUGANUMA, M. S.; DURIGAN, G. Build it and they will come, but not all of them in fragmented Atlantic Forest landscapes. **Restoration Ecology**, v. 30, n. 4, p. e13537, 2021.
- TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. Clareiras naturais e a riqueza de espécies pioneiras em uma Floresta Atlântica Montana. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, p. 251-261, 1999.
- TABARELLI, M.; MANTOVANI, W.; PERES, C. A. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic Forest of southeastern Brazil. **Biological conservation**, v. 91, n. 2-3, p. 119-127, 1999.
- TILMAN, D., et al. Global environmental impacts of agricultural expansion: the need for sustainable and efficient practices. **Proceedings of the national Academy of Sciences**, v. 96, n. 11, p. 5995-6000, 1999.
- TOREZAN, J. M. D. Nota sobre a vegetação da bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M.; BIANCHINI E.; SHIBATTA, O.; PIMENTA, J. A. **A Bacia do Rio Tibagi**. Londrina: Câmara brasileira do livro, p. 103-107, 2002.
- VIANI, R. A. G., et al. Caracterização florística e estrutural de remanescentes florestais de Quedas do Iguaçu, Sudoeste do Paraná. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 1, p. 115-128, 2011. Disponível em: <doi.org/10.1590/S1676-06032011000100011>.
- VICENTE, R. F., et al. Representatividade de ecossistemas no sistema de unidades de conservação no Estado do Paraná, Brasil. **Natureza & Conservação**, v. 7, p. 50-66, 2009.
- WHITMORE, T. C. **An introduction to Tropical Rain Forests**. New York: Oxford University, 1999.

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.

ZANNE, A. E. et al. Data from: towards a worldwide wood economics spectrum [Dataset]. **Dryad**, 2009. Disponível em: <doi.org/10.5061/dryad.234>. Acesso em: 12 ago. 2023.

APÊNDICES

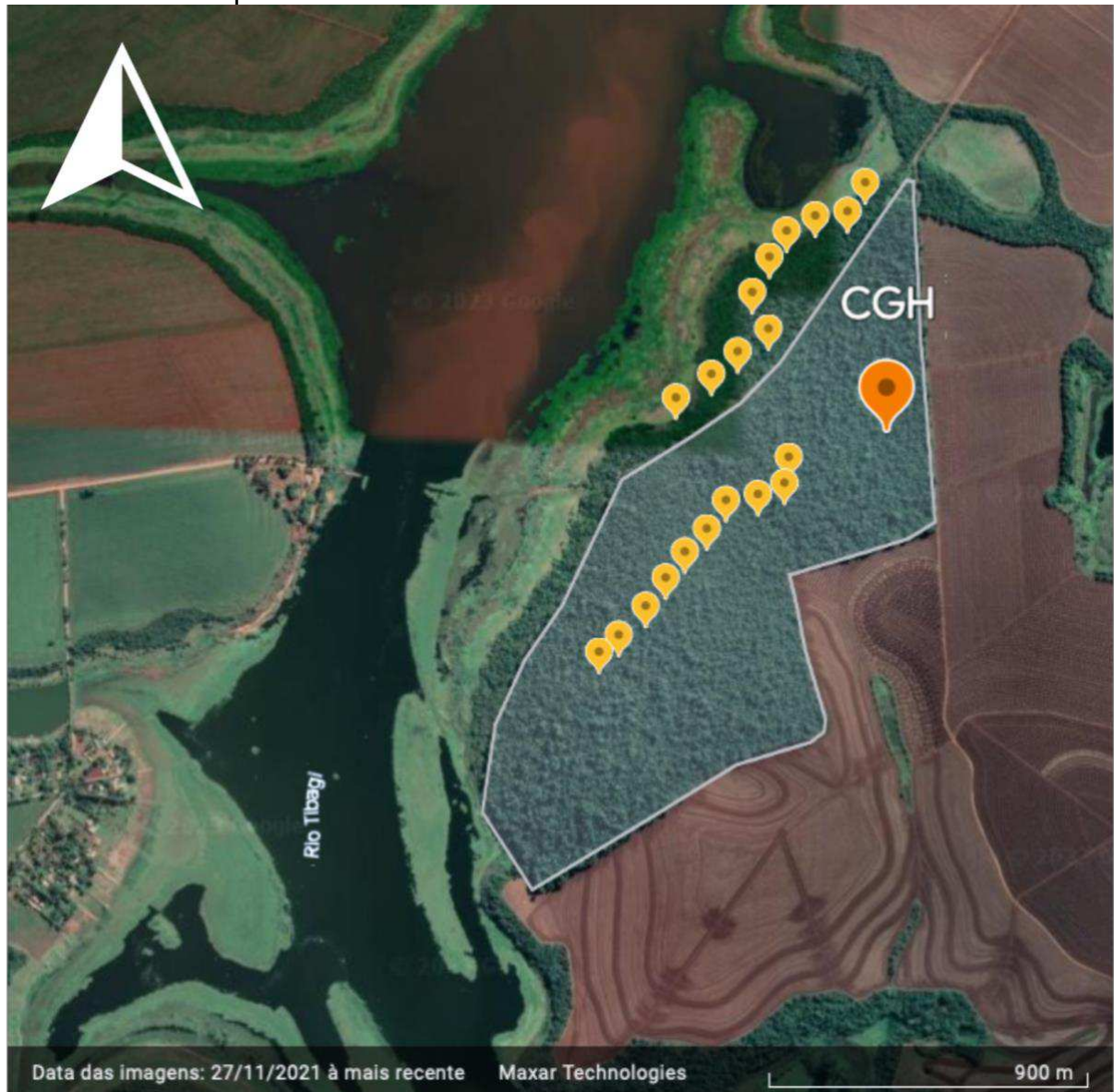
Apêndice 1 - Análise de Variância Permutacional (PERMANOVA) testando a interferência do ambiente (fragmento e reflorestamento) na abundância (Bray-Curtis) de indivíduos de espécies lenhosas da Floresta Estacional Semidecidual do Norte do Paraná, Brasil. ALV: Alvorada; CGH: Congonhas; SAN: Santo Antônio.

	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	R²	F	p-valor
ALV					
Ambiente	1	3,113	0,480	1,659	<0,001
Resíduo	18	3,378	0,520		
Total	19	6,490	1		
CGH					
Ambiente	1	2,313	0,392	1,159	<0,001
Resíduo	18	3,592	0,608		
Total	19	5,905	1		
SAN					
Ambiente	1	3,119	0,492	1,741	<0,001
Resíduo	18	3,125	0,508		
Total	19	6,345	1		
Reflorestamentos e fragmentos agrupados					
Ambiente	1	6,552	0,316	2,679	<0,001
Resíduo	58	14,181	0,684		
Total	59	20,733	1		

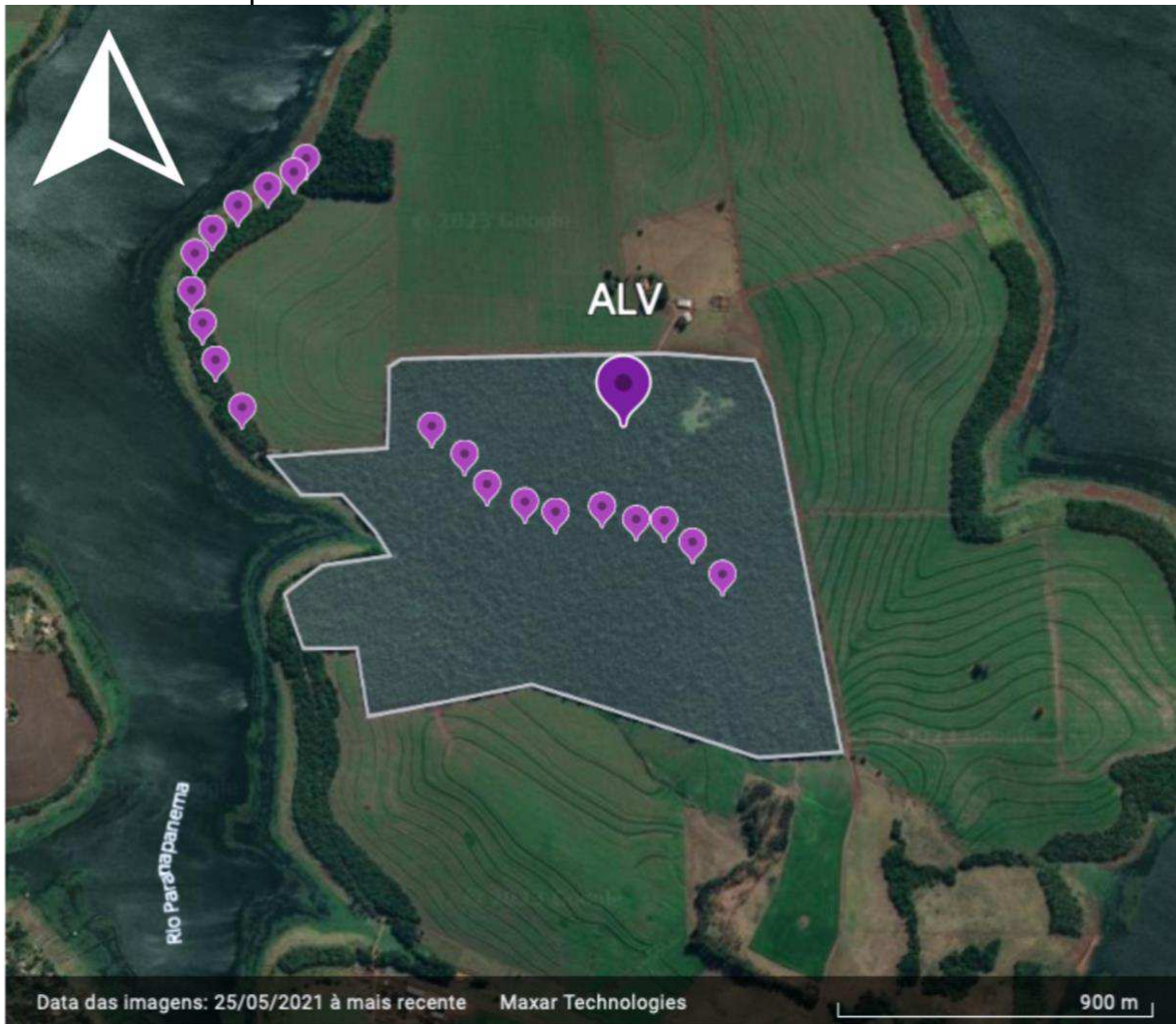
Apêndice 2 - Análise de Variância Permutacional (PERMANOVA) testando a interferência do ambiente (fragmento e reflorestamento) na riqueza (Jaccard) de indivíduos de espécies lenhosas da Floresta Estacional Semidecidual do Norte do Paraná, Brasil. ALV: Alvorada; CGH: Congonhas; SAN: Santo Antônio.

	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	R²	F	p-valor
ALV					
Ambiente	1	2,502	0,347	9,569	<0,001
Resíduo	18	4,707	0,653		
Total	19	7,209	1		
CGH					
Ambiente	1	1,950	0,286	7,230	<0,001
Resíduo	18	4,855	0,713		
Total	19	6,805	1		
SAN					
Ambiente	1	2,510	0,353	9,826	<0,001
Resíduo	18	4,597	0,647		
Total	19	7,107	1		
Reflorestamentos e fragmentos agrupados					
Ambiente	1	5,238	0,229	17,238	<0,001
Resíduo	58	17,624	0,771		
Total	59	22,863	1		

Apêndice 3 – Localização das parcelas permanentes do sítio PELD MANP na Fazenda Congonhas (CGH), município de Rancho Alegre, Norte do Paraná, Brasil. Polígono em cinza indicando os limites do fragmento de floresta madura, pontos de fora indicando as parcelas do reflorestamento.



Apêndice 4 – Localização das parcelas permanentes do sítio PELD MANP na Fazenda Alvorada (ALV), município de Alvorada do Sul, Norte do Paraná, Brasil. Polígono em cinza indicando os limites do fragmento de floresta madura, pontos de fora indicando as parcelas do reflorestamento.



Apêndice 5 – Localização das parcelas permanentes do sítio PELD MANP na Fazenda Santo Antônio (SAN), município de Sertaneja, Norte do Paraná, Brasil. Polígono em cinza indicando os limites do fragmento de floresta madura, pontos de fora indicando as parcelas do reflorestamento.



Apêndice 6 - Análise de Variância Permutacional (PERMANOVA) testando a interferência do ambiente (fragmento e reflorestamento) na abundância (Bray-Curtis) do estrato de regeneração de indivíduos de espécies lenhosas da Floresta Estacional Semidecidual do Norte do Paraná, Brasil. ALV: Alvorada; CGH: Congonhas; SAN: Santo Antônio.

	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	R²	F	p-valor
ALV					
Ambiente	1	2,5622	0,35049	9,7132	<0,001
Residual	18	4,7482	0,64951		
Total	19	7,3104	1		
CGH					
Ambiente	1	1,9108	0,29619	7,5752	<0,001
Residual	18	4,5404	0,70381		
Total	19	6,4512	1		
SAN					
Ambiente	1	3,3288	0,537	20,877	<0,001
Residual	18	2,8701	0,463		
Total	19	6,1989	1		
Reflorestamentos e fragmentos agrupados					
Ambiente	1	4,2249	0,16542	11,496	<0,001
Residual	58	21,3151	0,83458		
Total	59	25,54	1		

Apêndice 7 - Análise de Variância Permutacional (PERMANOVA) testando a interferência do ambiente (fragmento e reflorestamento) na riqueza (Jaccard) do estrato de regeneração de indivíduos de espécies lenhosas da Floresta Estacional Semidecidual do Norte do Paraná, Brasil. ALV: Alvorada; CGH: Congonhas; SAN: Santo Antônio.

	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	R²	F	p-valor
ALV					
Ambiente	1	2,0846	0,26665	6,5448	<0,001
Residual	18	5,7331	0,73335		
Total	19	7,8176	1		
CGH					
Ambiente	1	1,546	0,20426	4,6205	<0,001
Residual	18	6,0229	0,79574		
Total	19	7,569	1		
SAN					
Ambiente	1	2,596	0,36247	10,234	<0,001
Residual	18	4,5659	0,63753		
Total	19	7,1619	1		
Reflorestamentos e fragmentos agrupados					
Ambiente	1	3,6283	0,13862	9,3341	<0,001
Residual	58	22,5452	0,86138		
Total	59	26,1735	1		

Apêndice 8 – Lista de espécies lenhosas do pool regional amostradas nas parcelas permanentes do PELD MANP que não estão presentes nos reflorestamentos estudados. GS: grupo sucessional; NP: não pioneira; P: pioneira; S: sub-bosque; E: emergente; D: dossel.

Família/Espécie	GS	Forma de vida	Estrato	Dispersão	Tolerância à sombra
ACANTHACEAE					
<i>Justicia brasiliana</i> Roth	NP	arbusto	S	autocórica	intolerante
ANNONACEAE					
<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	NP	árvore	S	zoocórica	tolerante
APOCYNACEAE					
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll.Arg.	NP	árvore	E	anemocórica	tolerante
ARECACEAE					
<i>Attalea dubia</i> (Mart.) Burret	NP	palmeira	D	zoocórica	intolerante
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	NP	palmeira	D	zoocórica	tolerante
BIGNONIACEAE					
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	P	árvore	D	anemocórica	intolerante
BORAGINACEAE					
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	NP	árvore	S	zoocórica	tolerante
<i>Myriopus</i> cf. <i>breviflorus</i> (DC.) Luebert	NP	arbusto	S	zoocórica	tolerante
CARDIOPTERIDACEAE					
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard	NP	árvore	D	zoocórica	tolerante
CARICACEAE					
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	NP	árvore	D	zoocórica	tolerante
CELASTRACEAE					
<i>Monteverdia ilicifolia</i> (Mart. ex Reissek) Biral	NP	arbusto	S	zoocórica	tolerante
COMBRETACEAE					
<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	NP	arbusto/árvore	D	anemocórica	intolerante
EUPHORBIACEAE					
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	NP	árvore	S	autocórica	tolerante
<i>Pachystroma longifolium</i> (Nees) I.M.Johnst	NP	árvore	D	autocórica	tolerante
FABACEAE					
<i>Bauhinia longifolia</i> (Bong.) Steud.	NP	arbusto/árvore	S	autocórica	tolerante

Família/Espécie	GS	Forma de vida	Estrato	Dispersão	Tolerância à sombra
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	NP	árvore	D	zoocórica	tolerante
<i>Inga marginata</i> Willd.	NP	árvore	S	zoocórica	tolerante
<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G.Azevedo & H.C.Lima	NP	árvore	D	anemocórica	intolerante
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	NP	árvore	D	anemocórica	tolerante
<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	NP	árvore	D	anemocórica	tolerante
<i>Muellera campestris</i> (Mart. ex Benth.) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo	NP	árvore	D	anemocórica	intolerante
<i>Poecilanthe parviflora</i> Benth.	NP	árvore	S	autocórica	intolerante
<i>Sweetia fruticosa</i> Spreng.	NP	árvore	S	anemocórica	intolerante
LAURACEAE					
<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	NP	árvore	D	zoocórica	tolerante
LECYTHIDACEAE					
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	NP	árvore	E	autocórica	tolerante
MELIACEAE					
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	NP	árvore	D	zoocórica	tolerante
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	NP	árvore	S	zoocórica	tolerante
<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	NP	arbusto/árvore	S	zoocórica	tolerante
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	NP	arbusto/árvore	S	zoocórica	tolerante
MORACEAE					
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger et al.	NP	arbusto/árvore	S	zoocórica	tolerante
MYRTACEAE					
<i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk.	NP	árvore	D	zoocórica	tolerante
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	NP	árvore	S	zoocórica	tolerante
<i>Eugenia florida</i> DC.	NP	árvore	S	zoocórica	tolerante
<i>Eugenia handroi</i> (Mattos) Mattos	NP	árvore	D	zoocórica	tolerante
<i>Eugenia hiemalis</i> Cambess.	NP	árvore	S	zoocórica	tolerante
<i>Eugenia longipedunculata</i> Nied.	NP	árvore	D	zoocórica	tolerante
<i>Eugenia neoverrucosa</i> Sobral	NP	árvore	S	zoocórica	tolerante
<i>Eugenia paracatuana</i> O.Berg	NP	árvore	S	zoocórica	tolerante
<i>Eugenia ramboi</i> D.Legrand	NP	árvore	S	zoocórica	tolerante
<i>Eugenia uniflora</i> L.	NP	árvore	S	zoocórica	tolerante

Família/Espécie	GS	Forma de vida	Estrato	Dispersão	Tolerância à sombra
<i>Plinia peruviana</i> (Poir.) Govaert NYCTAGINACEAE	NP	árvore	S	zoocórica	tolerante
<i>Pisonia ambigua</i> Heimerl PICRAMNIACEAE	NP	árvore	S	anemocórica	tolerante
<i>Picramnia ramiflora</i> Planch. POLYGONACEAE	NP	árvore	S	zoocórica	tolerante
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn. PRIMULACEAE	NP	árvore	D	anemocórica	tolerante
<i>Myrsine umbellata</i> Mart. RUBIACEAE	NP	árvore	S	zoocórica	tolerante
<i>Alseis floribunda</i> Schott RUTACEAE	NP	árvore	D	anemocórica	tolerante
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	NP	árvore	E	anemocórica	tolerante
<i>Esenbeckia febrifuga</i> (A.St.-Hil.) A. Juss. ex Mart.	NP	arbusto	S	autocórica	intolerante
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	NP	árvore	S	autocórica	tolerante
<i>Metrodorea nigra</i> A.St.-Hil.	NP	árvore	S	autocórica	tolerante
<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	NP	árvore	S	autocórica	tolerante
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam. SALICACEAE	NP	árvore	D	zoocórica	tolerante
<i>Prockia crucis</i> P.Browne ex L. SAPINDACEAE	NP	arbusto/árvore	S	zoocórica	tolerante
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	NP	árvore	S	zoocórica	tolerante
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk. SAPOTACEAE	NP	árvore	D	anemocórica	tolerante
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl. SCHOEPFIACEAE	NP	árvore	D	zoocórica	tolerante
<i>Schoepfia brasiliensis</i> A.DC. VIOLACEAE	NP	arbusto/árvore	D	zoocórica	tolerante
<i>Pombalia bigibbosa</i> (A.St.Hil.) Paula-Souza	NP	arbusto	S	autocórica	tolerante
<i>Pombalia communis</i> (A.St.-Hil.) Paula-Souza	NP	arbusto	S	autocórica	tolerante

Apêndice 9 – Espécies indicadoras de três fragmentos florestais da Floresta Estacional Semidecidual obtidas pelo comando *indval* do pacote *labdsv*.

Local/Espécie	Valor IndVal
Fazenda Alvorada	
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	0.9
<i>Astronium graveolens</i>	0.9
<i>Actinostemon concolor</i>	0.8
<i>Gallesia integrifolia</i>	0.7
<i>Holocalyx balansae</i>	0.7
<i>Ocotea prolifera</i>	0.7
<i>Sorocea bonplandii</i>	0.7
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	0.5
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	0.5
<i>Eugenia handroi</i>	0.5
<i>Eugenia longipedunculata</i>	0.5
<i>Machaerium stipitatum</i>	0.5
<i>Trichilia catigua</i>	0.5
<i>Trichilia pallida</i>	0.5
Fazenda Congonhas	
<i>Metrodorea nigra</i>	0.9
<i>Sorocea bonplandii</i>	0.9
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	0.8
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	0.7
<i>Actinostemon concolor</i>	0.6
<i>Eugenia handroi</i>	0.5
Fazenda Santo Antônio	
<i>Actinostemon concolor</i>	0.8
<i>Astronium graveolens</i>	0.8
<i>Eugenia longipedunculata</i>	0.8
<i>Gallesia integrifolia</i>	0.8
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	0.7
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	0.7
<i>Inga marginata</i>	0.6
<i>Inga striata</i>	0.6
<i>Picramnia ramiflora</i>	0.6
<i>Pombalia bigibbosa</i>	0.6
<i>Eugenia paracatuana</i>	0.5
<i>Nectandra megapotamica</i>	0.5
<i>Pachystroma longifolium</i>	0.5

Apêndice 10 – Espécies indicadoras de três reflorestamentos de Floresta Estacional Semidecidual obtidas pelo comando *indval* do pacote *labdsv*.

Local/Espécie	Valor IndVal
Fazenda Alvorada	
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1.0
<i>Schinus terebinthifolia</i>	1.0
<i>Cestrum strigilatum</i>	0.6
<i>Baccharis salicifolia</i>	0.5
<i>Bastardiopsis densiflora</i>	0.5
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	0.5
Fazenda Congonhas	
<i>Bastardiopsis densiflora</i>	1.0
<i>Schinus terebinthifolia</i>	1.0
<i>Guazuma ulmifolia.</i>	0.9
<i>Alchornea glandulosa</i>	0.8
<i>Tabernaemontana catharinensis</i>	0.8
<i>Heliocarpus popayanensis</i>	0.7
<i>Peltophorum dubium</i>	0.5
Fazenda Santo Antônio	
<i>Schinus terebinthifolia</i>	1.0
<i>Cestrum strigilatum</i>	0.9
<i>Peltophorum dubium</i>	0.7
<i>Albizia niopoides</i>	0.6
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	0.6
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.6
<i>Heliocarpus popayanensis</i>	0.6