



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

CRISTIANE BAZZO MIRANDA

**EFEITO DE BORDA MICROCLIMÁTICO E  
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DE ESPÉCIES  
LENHOSAS EM FRAGMENTOS DE FLORESTA  
ESTACIONAL COM EXPLORAÇÃO SELETIVA DA MADEIRA**

---

Londrina  
2021

CRISTIANE BAZZO MIRANDA

**EFEITO DE BORDA MICROCLIMÁTICO E  
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DE ESPÉCIES  
LENHOSAS EM FRAGMENTOS DE FLORESTA  
ESTACIONAL COM EXPLORAÇÃO SELETIVA DA MADEIRA**

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 D. Torezan

Londrina  
2021

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

M672 Miranda, Cristiane Bazzo .  
Efeito de borda microclimático e características funcionais de espécies lenhosas em fragmentos de floresta estacional com exploração seletiva da madeira / Cristiane Bazzo Miranda. - Londrina, 2021.  
71 f. : il.

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, 2021.  
Inclui bibliografia.

1. Ecologia - Tese. 2. Floresta Estacional Semidecidual - Tese. 3. Microclima - Tese. 4. Características funcionais - Tese. I. Domingues Torezan, José Marcelo. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

CDU 574

CRISTIANE BAZZO MIRANDA

**EFEITO DE BORDA MICROCLIMÁTICO E  
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DE ESPÉCIES  
LENHOSAS EM FRAGMENTOS DE FLORESTA  
ESTACIONAL COM EXPLORAÇÃO SELETIVA DA MADEIRA**

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**

---

Dr. José Marcelo D. Torezan  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Dr. Halley Caixeta de Oliveira  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Dr. João Carlos Ferreira de Melo Junior  
Universidade da Região de Joinville - UNIVILLE

Londrina, 17 de março de 2021.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais por sempre valorizarem a educação de seus filhos, por me incentivarem a fazer outra graduação e na sequência, o mestrado.

Sou grata ao prof. Dr. José Marcelo Torezan pela orientação e paciência ao longo desses anos de trabalho. Obrigada por toda infraestrutura que disponibilizou do Laboratório de Biodiversidade e Restauração de Ecossistemas (LABRE)/UEL para a realização desse trabalho. Obrigada aos técnicos Odair e Norival pelo acompanhamento em campo.

Obrigada ao prof. Dr. Halley C. de Oliveira por disponibilizar o acesso e uso dos equipamentos do Laboratório de Ecofisiologia Vegetal/UEL.

Obrigada aos membros da banca de qualificação e de defesa pelas contribuições a essa dissertação.

Obrigada a todos amigos que contribuíram de alguma forma com a realização desde trabalho, seja em campo, medindo folhas, corrigindo textos, com a estatística ou trocando conversas de apoio e incentivo. Dentre eles, agradeço especialmente à Fernanda Marczuk e ao Diego Garcia.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil, Código de Financiamento 001; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação Araucária (FA) através do Projeto Ecológico de Longa Duração - Mata Atlântica do Norte do Paraná (PELD-MANP). Processo nº 441540/2016-3 no CNPq, e plano de trabalho nº 41872.434.40722.27092013, convênio 1020/2013 na FA.

MIRANDA, Cristiane Bazzo. **Efeito de borda microclimático e características funcionais de espécies lenhosas em fragmentos de floresta estacional com exploração seletiva da madeira.** 2021. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.

## RESUMO

A fragmentação e a perda de áreas naturais estão entre as principais ameaças à biodiversidade do planeta. Os remanescentes florestais ficam sujeitos a múltiplos efeitos interligados que impactam desde organismos a processos ecossistêmicos. O efeito de borda e a exploração seletiva da madeira são perturbações ligadas ao processo de fragmentação. Suas consequências podem ser analisadas por diversas métricas, como as características funcionais das plantas. Deste modo, objetivou-se analisar como o efeito de borda e a exploração madeireira influenciam o microclima, a abertura do dossel e as características funcionais de espécies lenhosas em fragmentos de Mata Atlântica brasileira. Para isso, foram instalados transectos de 285 m perpendiculares à borda em dois fragmentos explorados há 40 anos e em uma área de referência, uma unidade de conservação sem histórico de exploração seletiva da madeira. Variáveis microclimáticas, abertura do dossel, características funcionais relacionadas às folhas, caules, sementes e classificação em grupos ecológicos foram analisadas a cada 45 metros ao longo dos transectos. Na área de referência, o efeito de borda foi detectado para a maioria das variáveis analisadas: microclima, espessura foliar, densidade da madeira, proporção de indivíduos com dispersão autocórica, de sementes grandes dispersas por animais, de início de sucessão ecológica, decíduos, semidecíduos e perenes. Nas áreas exploradas, apenas em um fragmento houve variação linear ao longo das distâncias da borda para o microclima, área foliar específica e proporção de indivíduos de início de sucessão ecológica. O microclima teve efeito principalmente sobre a variação das características relacionadas aos grupos ecológicos, classes de decuidade e síndromes de dispersão. A abertura do dossel não variou linearmente com a distância da borda, nem se relacionou com a variação microclimática ou com as características funcionais. A falta de gradientes borda-interior para a maioria das variáveis nos fragmentos explorados pode refletir o efeito da exploração seletiva da madeira, mas também o efeito do tamanho das áreas que são menores nesses fragmentos. Assim, as características funcionais foram eficientes tanto em detectar as mudanças ocasionadas pelo efeito de borda quanto relacionadas a outras perturbações como a exploração seletiva da madeira.

**Palavras-chave:** floresta estacional semidecidual; microclima; área foliar específica; densidade da madeira; dispersão de sementes.

MIRANDA, Cristiane Bazzo. **Effect of microclimate edge and functional traits of woody species in fragments of seasonal forest with selective logging.** 2021. 74 p. Dissertation (Master's degree in Biological Sciences) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.

## ABSTRACT

Fragmentation and loss of natural areas are among the main threats to the planet's biodiversity. Forest remnants are subject to multiple interconnected effects that impact from organisms to ecosystem processes. The edge effect and selective logging are disturbances linked to the fragmentation process. Its consequences can be analyzed by several metrics, such as the functional traits of plants. In this way, the objective was to analyze how the edge effect and logging influence the microclimate, the canopy gaps and the functional traits of woody species in fragments of the Brazilian Atlantic Forest. For this purpose, 285 m transects perpendicular to the edge were installed in two fragments logged 40 years ago and in a reference area, a state conservation area with no history of selective logging. Microclimatic variables, canopy gaps, functional traits related to leaves, stems, seeds and classification in ecological groups were analyzed every 45 meters along the transects. In the reference area, the edge effect was detected for most of the variables analyzed: microclimate, leaf thickness, wood density, proportion of individuals with autochorous dispersion, large seeds dispersed by animals, early ecological succession, deciduous, semi-deciduous and evergreen. In the explored areas, only in a fragment there was a linear variation along the distances from the edge to the microclimate, specific leaf area and proportion of individuals at early ecological succession. The microclimate had an effect mainly on the variation of characteristics related to ecological groups, deciduous classes and dispersion syndromes. The canopy openness did not vary linearly with the distance from the edge, nor was it related to microclimate variation or functional traits. The lack of edge-interior gradients for most variables in the logging fragments may reflect the effect of selective logging, but also the effect of the size of areas that are smaller in these fragments. Thus, the functional characteristics were efficient both in detecting the changes caused by the edge effect and related to other disturbances such as the selective logging.

**Key words:** seasonal semideciduous forest; microclimate; specific leaf area; wood density; seed dispersal.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** — Localização das áreas de estudo no norte do estado do Paraná, Brasil .....19
- Figura 2** — Representação dos transectos e parcelas instaladas nos três fragmentos florestais de estudo no norte do estado do Paraná, Brasil .....21
- Figura 3** — Variáveis climáticas ao longo das distâncias da borda em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Congonhas e Alvorada foram submetidos a extração seletiva de madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem. Os símbolos representam os valores para cada estação (triângulo = estação úmida, círculo= estação seca) e as linhas, as regressões dos melhores modelos (Apêndice D; azul=estação úmida, vermelho: estação seca, preto: regressão sem diferença entre as estações) .....27
- Figura 4** — Variação da AFE, EF e DM (na forma da média ponderada para a comunidade – CWM) ao longo da distância da borda em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Congonhas e Alvorada foram submetidos a extração seletiva de madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem. Os círculos são as médias de 2 a 5 transectos por fragmento e por distância da borda, e as barras são os desvios padrões. As linhas pontilhadas representam as regressões significativas ajustadas ( $p < 0,10$ , APÊNDICE G) .....29
- Figura 5** — Variação das proporções das síndromes de dispersão ao longo da distância da borda em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Congonhas e Alvorada foram submetidos a extração seletiva de madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem. Os círculos são as médias de 2 a 5 transectos por fragmento e por distância da borda, e as barras são os desvios padrões. As linhas pontilhadas representam as regressões significativas ajustadas ( $p < 0,10$ , APÊNDICE G) .....30
- Figura 6** — Variação da proporção de sementes grandes zoocóricas

( $\geq 12$ mm de diâmetro) ao longo da distância da borda em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Congonhas e Alvorada foram submetidos a extração seletiva de madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem. Os círculos são as médias de 2 a 5 transectos por fragmento e por distância da borda, e as barras são os desvios padrões. As linhas pontilhadas representam as regressões significativas ajustadas ( $p < 0,10$ , APÊNDICE G).....31

**Figura 7** — Variação nas proporções de indivíduos com estratégias iniciais ao longo da distância da borda em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Congonhas e Alvorada foram submetidos a extração seletiva de madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem. Os círculos são as médias de 2 a 5 transectos por fragmento e distância da borda e as barras, são os desvios padrões. As linhas pontilhadas são as regressões significativas ajustadas ( $p < 0,10$ , APÊNDICE G) .....31

**Figura 8** — Variação das categorias de deciduidade ao longo da distância da borda em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Congonhas e Alvorada foram submetidos a extração seletiva de madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem. Os círculos são as médias de 2 a 5 transectos por fragmento e por distância da borda, e as barras são os desvios padrões. As linhas pontilhadas são as regressões significativas ajustadas ( $p < 0,10$ , APÊNDICE G) .....32

**Figura 9** — Relações lineares entre as variáveis ambientais e os componentes principais das características funcionais (envfit) no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), fragmento de Floresta Estacional Semidecidual madura sem exploração seletiva da madeira. ....34

**Figura 10** — Relações lineares entre as variáveis ambientais e os componentes principais das características funcionais (envfit) em Alvorada, fragmento de Floresta Estacional Semidecidual madura com exploração seletiva da madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem.....35

## LISTA DE APÊNDICES

- Apêndice A** — Riqueza e abundância de espécies em transectos de borda em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Congonhas (CONG) e Alvorada (ALV) foram submetidos a extração seletiva de madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem. PEMG: Parque Estadual Mata dos Godoy .....52
- Apêndice B** — Características funcionais das 60 espécies mais abundantes nos três fragmentos de Floresta Estacional considerados nessa pesquisa .....56
- Apêndice C** — Correlações entre as variáveis microclimáticas e abertura do dossel em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual sem exploração madeireira — PEMG. <sup>1</sup>coeficientes de correlação de Pearson; demais: coeficientes de correlação de Spearman. Em negrito, valores dos coeficientes para  $p < 0,10$  ...61
- Apêndice D** — Correlações entre as variáveis microclimáticas e abertura do dossel em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual com exploração seletiva da madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem — Congonhas. <sup>1</sup>coeficientes de correlação de Pearson; demais: coeficientes de correlação de Spearman. Em negrito, valores dos coeficientes para  $p < 0,10$  ...62
- Apêndice E** — Correlações entre as variáveis microclimáticas e abertura do dossel em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual com exploração seletiva da madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem — Alvorada. <sup>1</sup>coeficientes de correlação de Pearson; demais: coeficientes de correlação de Spearman. Em negrito, valores dos coeficientes com  $p < 0,10$  ...63
- Apêndice F** — Melhores modelos lineares generalizados (GLM) para as variáveis microclimáticas em função da distância da borda e estação em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Congonhas e Alvorada foram submetidos a extração seletiva de madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem.  $.0,05 < p < 0,10$ ;  $*0,01 < p < 0,05$ ;  $**0,001 < p < 0,01$ ;  $***0 < p < 0,001$ . Valores da distribuição quasibinomial não

	transformados .....	64
<b>Apêndice G</b>	— Variáveis microclimáticas e abertura do dossel em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Congonhas e Alvorada foram submetidos a extração seletiva de madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem. Os valores representam as médias diárias para o período e entre parênteses o desvio padrão. U: estação úmida; S: estação seca .....	65
<b>Apêndice H</b>	— Melhores modelos lineares generalizados (GLM) para a abertura do dossel em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Congonhas e Alvorada foram submetidos a extração seletiva de madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem. .0,05<p<0,10; *0,01<p<0,05; **0,001<p<0,01; ***0<p<0,001.....	67
<b>Apêndice I</b>	— Melhores modelos lineares generalizados (GLM) para as características funcionais em função da distância da borda em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Congonhas e Alvorada foram submetidos a extração seletiva de madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem. .0,05<p<0,10; *0,01<p<0,05; **0,001<p<0,01; ***0<p<0,001. Valores da distribuição quasibinomial não transformados .....	68
<b>Apêndice J</b>	— Resultado da análise envfit com as relações das variáveis microclimáticas e abertura do dossel com os componentes principais (PC1, PC2) das características funcionais das plantas em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Congonhas e Alvorada foram submetidos a extração seletiva de madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem. r <sup>2</sup> = coeficiente de determinação Valores de p≤0,10 destacados em negrito.....	70
<b>Apêndice K</b>	— Correlações entre as variáveis microclimáticas, abertura do dossel e características funcionais em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual sem exploração seletiva da madeira — PEMG. <sup>1</sup> coeficientes de correlação de Pearson; demais: coeficientes de correlação de Spearman. Em negrito, valores	

	dos coeficientes para $p < 0,10$ . .....	71
<b>Apêndice L</b>	— Correlações entre as variáveis microclimáticas, abertura do dossel e características funcionais em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual submetido a exploração seletiva da madeira há cerca de 40 anos — Congonhas. <sup>1</sup> coeficientes de correlação de Pearson; demais: coeficientes de correlação de Spearman. Em negrito, valores dos coeficientes para $p < 0,10$ .....	72
<b>Apêndice M</b>	— Correlações entre as variáveis microclimáticas, abertura do dossel e características funcionais em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual submetido a exploração seletiva da madeira há cerca de 40 anos — Alvorada. <sup>1</sup> coeficientes de correlação de Pearson; demais: coeficientes de correlação de Spearman. Em negrito, valores dos coeficientes para $p < 0,10$ . ..	73
<b>Apêndice N</b>	— Boxplots da AFE e da DM entre grupos ecológicos (Iniciais e Tardias) de espécies de fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. As faixas escuras dentro das caixas representam a mediana, os asteriscos e valores em vermelho as médias, e os limites das caixas os 1º e 3º quartis. Letras diferentes ao lado dos valores das médias representam diferenças estatística entre os valores, letras iguais, os valores estatisticamente iguais (Teste t, $p < 0,05$ ) .....	74

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFE	Área foliar específica
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CWM	Community weighted mean
DAP	Diâmetro a altura do peito
DM	Densidade da madeira
EF	Espessura foliar
FA	Fundação Araucária
FES	Floresta Estacional Semidecidual
FUEL	Herbário da Universidade Estadual de Londrina
GLM	Generalised linear modelling
LABRE	Laboratório de Biodiversidade e Restauração de Ecossistemas
MANP	Mata Atlântica do Norte do Paraná
PCA	Principal Component Analysis
PELD	Pesquisa Ecológica de Longa Duração
PEMG	Parque Estadual Mata dos Godoy
REFLORA	Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira
SG	Sementes grandes
UEL	Universidade Estadual de Londrina

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	18
2.1	ÁREAS DE ESTUDO.....	18
2.2	COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA.....	20
2.3	VARIÁVEIS MICROCLIMÁTICAS E DOSSEL.....	21
2.4	CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS.....	22
2.5	ANÁLISE DE DADOS .....	24
<b>3</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	25
3.1	VARIÁVEIS MICROCLIMÁTICAS AO LONGO DA DISTÂNCIA DA BORDA.....	26
3.2	ABERTURA DO DOSSEL AO LONGO DA DISTÂNCIA DA BORDA .....	27
3.3	CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS AO LONGO DA DISTÂNCIA DA BORDA .....	28
3.4	EFEITO DAS VARIÁVEIS MICROCLIMÁTICAS E ABERTURA DO DOSSEL SOBRE AS CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS .....	33
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	35
4.1	VARIÁVEIS MICROCLIMÁTICAS E ABERTURA DO DOSSEL AO LONGO DA DISTÂNCIA DA BORDA.....	35
4.2	CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS AO LONGO DA DISTÂNCIA DA BORDA .....	37
4.3	EFEITO DAS VARIÁVEIS MICROCLIMÁTICAS E ABERTURA DO DOSSEL SOBRE AS CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS .....	40
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	41
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	43
	<b>APÊNDICES</b> .....	51

## 1 INTRODUÇÃO

Estima-se que 30,8% da área terrestre do planeta ainda sejam ocupados por florestas e que a maior parte da biodiversidade terrestre esteja nas florestas (FAO; UNEP, 2020). A biodiversidade está constantemente ameaçada, principalmente pela perda de áreas e/ou degradação dos remanescentes (GIBSON *et al.*, 2011; HANSEN *et al.*, 2020). A subdivisão, o isolamento e o incremento de bordas dos remanescentes florestais são inerentes ao processo de fragmentação que causa diversos efeitos interligados desde alterações na riqueza e abundância de espécies às degradações de funções dos ecossistemas como retenção de carbono, produtividade primária e polinização (HADDAD *et al.*, 2015; IBÁÑEZ *et al.*, 2014).

Dentre as consequências provocadas pela fragmentação estão os efeitos de borda, que são alterações abióticas e bióticas ocorridas nas áreas dos fragmentos adjacentes às matrizes (MURCIA, 1995). O tamanho, o isolamento, a forma dos fragmentos, assim como o tipo de matrizes adjacentes têm influência sobre a intensidade e extensão do efeito de borda. (HADDAD *et al.*, 2015; PORENSKY e YOUNG, 2013; PUTZ *et al.*, 2011). Por exemplo, o efeito de borda sobre o microclima, a comunidade de plantas e animais tende a ser menor em fragmentos maiores e mais conectados do que em fragmentos menores e isolados (HADDAD *et al.*, 2015). A intensidade do efeito de borda também diminui quando as bordas dos fragmentos florestais são adjacentes às florestas em regeneração do que quando adjacentes às matrizes de pastagens (LAURANCE *et al.*, 2010).

A extensão espacial do efeito varia de acordo com os parâmetros analisados. Já foram relatados efeito de borda até dez metros para a densidade de corpos de frutificação de fungos (LAURANCE *et al.*, 2002) e de dois a três quilômetros para vulnerabilidade ao fogo (COCHRANE e LAURANCE, 2002) na Amazônia. Porém, para a maioria dos parâmetros encontrados em literatura, incluindo os relacionados à vegetação, as alterações se concentram nos 100 primeiros metros de profundidade de borda (BROADBENT *et al.*, 2008; LAURANCE *et al.*, 2002).

Após a fragmentação, uma das primeiras alterações são as mudanças nas variáveis abióticas nas bordas, como o aumento da luminosidade e temperatura, maior exposição ao vento e menor umidade relativa do ar (HARPER *et al.*, 2005). As alterações subsequentes se concentram na composição e abundância de grupos de espécies com estratégias ecológicas diferentes (OLIVEIRA *et al.*, 2004; PÜTZ *et al.*,

2011; SANTOS *et al.*, 2008; TABARELLI e LOPES, 2008). A maior disponibilidade de luz nas bordas, por exemplo, é considerada um fator importante por desencadear o maior estabelecimento e abundância de espécies pioneiras em detrimento de espécies tolerantes à sombra (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

Cabe ressaltar também, que há uma maior mortalidade de árvores e uma maior proporção de mortes de árvores grandes (diâmetro à altura do peito - DAP > 60 cm) nas bordas do que no interior das florestas. (LAURANCE *et al.*, 2000; 2007). Assim, a mortalidade de árvores na borda, os fatores microclimáticos e a chuva de sementes de espécies pioneiras mantêm as condições adequadas para o recrutamento e ciclos de auto substituição de pioneiras, em detrimento das árvores tolerantes à sombra. Com isso, as bordas estariam em um permanente estágio inicial ou intermediário de sucessão ecológica (TABARELLI e LOPES, 2008). Mesmo após anos, as bordas não apresentariam condições semelhantes ao do interior das florestas, propícias ao estabelecimento de grandes árvores tolerantes à sombra (SANTOS *et al.*, 2008; TABARELLI e LOPES, 2008).

Os remanescentes florestais ainda ficam suscetíveis à outras perturbações associadas ao processo de fragmentação como fogo, caça, roçada de sub-bosque, invasão de espécies e extração madeireira (LAURANCE *et al.*, 2011; WRIGHT, 2005). A exploração seletiva da madeira afeta diretamente a biomassa e estoque de carbono das florestas. As árvores exploradas, geralmente são grandes, e por isso, detêm a maior proporção de biomassa viva acima do solo das florestas (FIGUERIA *et al.*, 2008; LUTZ *et al.*, 2018). E mesmo o maior número de árvores menores, podem não fornecer a quantidade de biomassa equivalente ao de poucas árvores grandes (LUTZ *et al.*, 2018).

A exploração seletiva da madeira também causa a abertura de clareiras ocasionadas pela retirada das árvores em si, pelas estradas ou trilhas de escoamento e *decks* de preparo das madeiras para transporte (ASNER, KELLER e SILVA, 2004). A abertura de clareiras fornece maior quantidade de luz para o sub-bosque e favorece o crescimento de árvores menores, DAP < 35 cm (FIGUEIRA *et al.*, 2008), e de início de sucessão (VILLELA *et al.*, 2006; SANTOS *et al.*, 2008).

Diversas variáveis podem ser medidas para verificar os efeitos da fragmentação e/ou outras perturbações sobre a comunidade de plantas nos fragmentos remanescentes. A riqueza, a abundância de espécies e os índices de diversidade a elas associadas são amplamente utilizados (METZGER, 2000; IMAI *et*

*al.* 2012; MAYFIELD *et al.*, 2010). Uma outra abordagem, utiliza-se das características funcionais para uma análise além da diversidade taxonômica. Características ou traços funcionais são quaisquer características morfológicas, fisiológicas ou fenológicas medidas em nível de organismos que têm impacto no desempenho (sobrevivência, crescimento e reprodução) e assim, indiretamente, no *fitness* individual (VIOLLE *et al.*, 2007).

Por exemplo, a área foliar específica (AFE), área da folha fresca dividida pela sua massa seca ( $\text{cm}^2/\text{g}$ ), é uma característica relacionada à captura de luz, a taxa fotossintética, tempo de vida foliar, taxa de crescimento e custos de produção. (WRIGHT *et al.*, 2004). Espécies com altas AFE geralmente investem menos em compostos estruturais de longa duração e conseqüentemente têm tempo de vida foliar menor do que as espécies com baixas AFE (POORTER *et al.*, 2009). Altas AFE também estão associadas a altas taxas fotossintéticas e altas taxas de crescimento dos indivíduos. (POORTER; BONGERS, 2006; STERCK *et al.*, 2011). A espessura foliar (EF) é um dos componentes da AFE ( $\text{AFE}=1/\text{densidade foliar} \times \text{espessura foliar}$ ) e está relacionada ao número e volume das células ou tecidos do mesófilo e também pode refletir as estratégias ecológicas das plantas. Espessuras foliares mais altas estão relacionadas a ambientes mais ensolarados e secos ou também às folhas mais longevas (PÉREZ-HARGUINDEGUY *et al.*, 2013).

A densidade da madeira (DM), massa seca dividida pelo seu volume fresco, ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ), é uma característica funcional relacionada principalmente à resistência mecânica, transporte de água e armazenamento de compostos (CHAVE *et al.* 2009). Pode refletir estratégias ecológicas das plantas no uso dos recursos (água, nutrientes, luz) em diferentes condições ambientais. Estratégias relacionadas a sobrevivência estão relacionadas a madeiras mais densas (maior resistência e durabilidade), porém têm custos de produção maiores, e conseqüentemente, crescimento mais lento (VAN GELDER; POORTER; STERCK, 2006).

As síndromes de dispersão e os tamanhos das sementes zoocóricas estão relacionados às estratégias de mobilidade das plantas dentro e entre fragmentos (GALETTI; PIZO e MORELLATO, 2011; JORDANO *et al.*, 2007). Por exemplo, sementes zoocóricas grandes (> 15 mm de comprimento) só podem ser dispersas por animais maiores que consigam engolir, regurgitar ou defecar essas sementes. Declínios nas populações desses dispersores tem contribuído para menor riqueza e/ou abundância de espécies com sementes grandes em florestas

fragmentadas (CRAMER; MESQUITA; WILLIAMSON, 2007; MCCONKEY *et al.*, 2012).

As características funcionais são adaptativas, moldadas ao longo da história evolutiva das espécies por variáveis ambientais, como luz, água, nutrientes do solo e altitude, e/ou interações entre as espécies, como competição, simbioses e herbivoria. Esses fatores são considerados filtros ecológicos sobre quais indivíduos portadores de atributos específicos se estabelecerão em determinados locais (REICH, 2014). As características funcionais são medidas em nível de indivíduo, mas podem ser integradas com outros componentes para caracterizar outros níveis de organização. Por exemplo, a abundância das espécies reflete indiretamente o resultado de processos demográficos (mortalidade, recrutamento, sobrevivência) frente às perturbações. Assim, uma associação dos traços à abundância das espécies pode refletir como a comunidade florística está estruturada em função das características funcionais (REICH, 2014).

Assim, em bordas de fragmentos florestais, por exemplo, a predominância de espécies de início de sucessão é relatada por muitos estudos (OLIVEIRA *et al.*, 2004; PÜTZ *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2008). Essas espécies geralmente possuem traços funcionais de baixo custo de produção e retorno rápido de nutrientes, tais como altas áreas foliares específicas (AFE), baixas densidades da madeira (DM), baixas concentrações de carbono e altas concentrações de nitrogênio foliar (POORTER e BONGERS, 2006). Em bordas de fragmentos também são encontradas maior proporção de espécies anemocóricas e de sementes pequenas (< 6 mm de comprimento) que estão associadas à predominância de espécies de início de sucessão ecológica nessas áreas (MAGNAGO *et al.*, 2014; MELO; DIRZO; TABARELLI, 2006).

A exploração de madeira também pode trazer mudanças na comunidade e que se refletem nos traços funcionais. Por exemplo, observou-se que com o aumento da intensidade da perturbação causada pela exploração madeireira, a comunidade de plantas apresentou menor densidade de madeira, maior área foliar específica e maior conteúdo de nitrogênio e fósforo por massa seca foliar. Essas mudanças foram atribuídas à maior incidência de luz proporcionada pela abertura das clareiras que favoreceu maior abundância de espécies com estratégias aquisitivas, de crescimento rápido (CARREÑO-ROCABADO, 2012).

Portanto, as características funcionais refletem as principais

estratégias das plantas em persistirem em determinados locais e deste modo, também podem refletir como as comunidades de plantas respondem às perturbações ambientais e conseqüentemente, como essas mudanças podem afetar a funcionalidade do ecossistema, como produtividade primária e ciclagem de nutrientes (CHAPIN 2003; STERCK *et al.*, 2011).

A Mata Atlântica (MA) brasileira é um dos *hotspots* de biodiversidade do mundo (MYERS *et al.* 2000), e contém apenas 12% da sua área natural original (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2020), sendo a maioria localizados em pequenos fragmentos, menores que 1000 ha (HADDAD *et al.*, 2015). Quando se considera a sub-região biogeográfica Florestas de Interior, onde os fragmentos deste estudo estão inseridos, a porcentagem de área florestal diminui para 7% (RIBEIRO *et al.*, 2009). Em relação ao conhecimento desses remanescentes, estima-se que apenas 0,01% da MA foram amostrados (dados até 2013) e se for considerada que as taxas de desmatamento são de quatro ordens de magnitude maiores que as taxas de amostragens, a maior parte da MA se extinguirá antes mesmo de ser conhecida (LIMA *et al.*, 2015).

Nesse contexto, com o objetivo geral de se compreender como o efeito de borda e a exploração seletiva da madeira influenciam o microclima e as características funcionais das plantas lenhosas em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (FES) no norte do estado do Paraná, investigou-se: (1) Como o microclima irá variar da borda para o interior dos fragmentos?; (2) Como a abertura do dossel irá variar da borda para o interior dos fragmentos?; (3) Como as características funcionais das espécies lenhosas irão variar da borda para o interior dos fragmentos?; e (4) Como o microclima e a abertura do dossel influenciam às características funcionais das plantas? Assim, espera-se que: (1) Na floresta de referência (sem exploração madeireira), as variáveis microclimáticas irão variar linearmente ao longo da distância da borda. Próximo às bordas, o microclima será mais quente e seco, conforme se avança em direção ao interior do fragmento essas características serão opostas. Nos fragmentos explorados o microclima não irá variar de forma contínua e gradual porque a exploração madeireira descaracteriza uma área de interior bem definida, causando variações desuniformes ao longo da borda; (2) Na floresta de referência, a abertura do dossel irá variar linearmente e negativamente com a distância da borda. Já nas áreas exploradas, não haverá variação linear ao longo das distâncias da borda porque a exploração madeireira abre clareiras

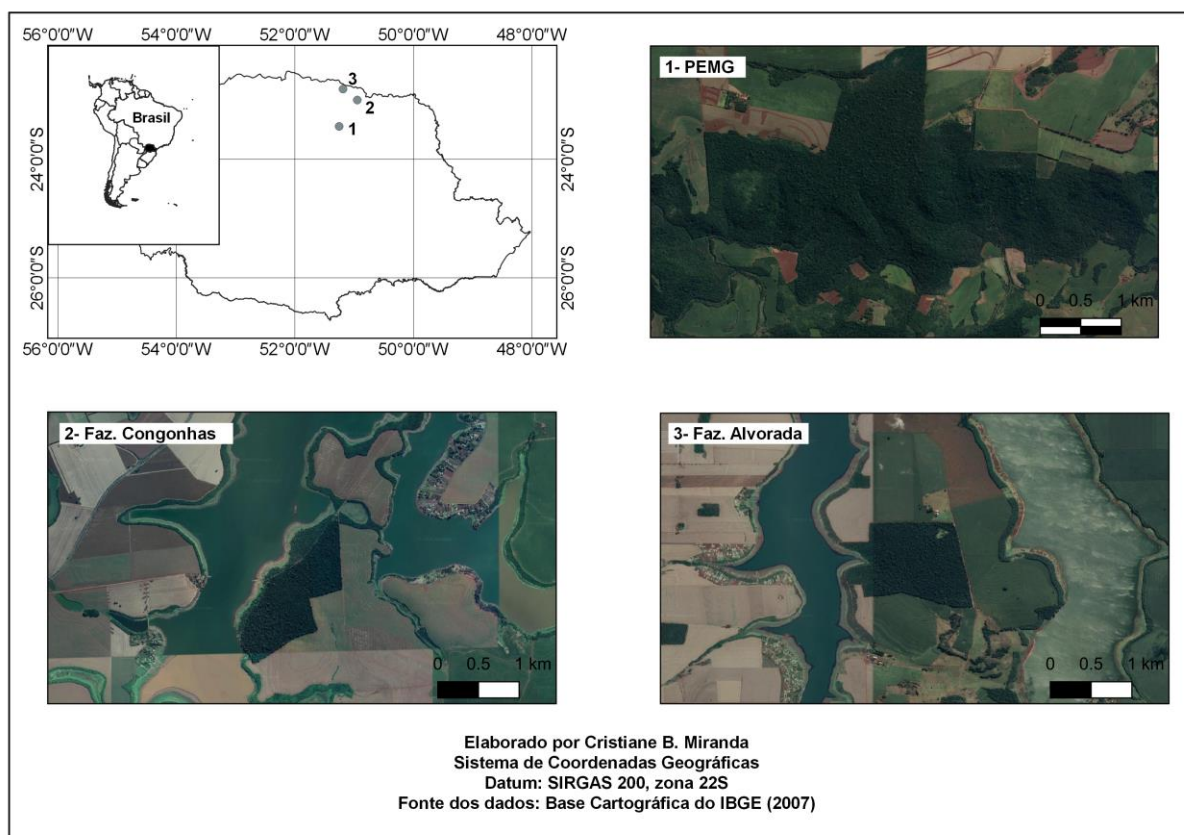
dispersas pelas áreas dos fragmentos causando desuniformidades ao longo da borda; (3) Na área de referência, as médias dos traços para a comunidade também irão variar de forma linear da borda para o interior dos fragmentos. A AFE, a proporção de espécies anemocóricas, iniciais, decíduas e semidecíduas serão maiores nas bordas dos fragmentos e irão decrescer com o aumento da distância da borda. Já a EF, a DM, a proporção de espécies zoocóricas, de sementes grandes dispersas por animais, tardias e perenes irão aumentar conforme se avança em direção ao interior do fragmento. Nos fragmentos explorados não serão observados tais gradientes pois os impactos da exploração madeireira também agem sobre as características funcionais das comunidades presentes; (4) Microclimas mais quentes e secos e maiores aberturas do dossel terão efeitos positivos sobre a AFE, proporção de espécies anemocóricas, iniciais, decíduas e semidecíduas e terão efeito negativo sobre a EF, DM, proporção de espécies zoocóricas, tardias, perenes e de sementes grandes dispersas por animais.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 ÁREAS DE ESTUDO**

A pesquisa foi realizada em três fragmentos florestais localizados no norte do estado do Paraná, sul do Brasil: (1) Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), no município de Londrina; (2) Fazenda Congonhas, no município de Rancho Alegre e (3) Reserva Particular do Patrimônio Nacional (RPPN) Matas do Cici – Fazenda Alvorada, no município de Alvorada do Sul (Figura 1). Essa pesquisa é vinculada ao projeto de Pesquisa Ecológica de Longa Duração (PELD) da Mata Atlântica do Norte do Paraná (MANP), processo nº 441540/2016-3 no CNPq, e plano de trabalho nº 41872.434.40722.27092013, convênio 1020/2013 na FA.

**Figura 1** — Localização das áreas de estudo no norte do estado do Paraná, Brasil



As áreas de estudo possuem a mesma fitofisionomia, clima e solos, o que facilita a realização de estudos ecológicos (TOREZAN, 2002). A formação florestal original da região é caracterizada como Floresta Estacional Semidecidual Submontana, uma das fitofisionomias do bioma Mata Atlântica. O clima, segundo classificação de Köppen, é caracterizado como Cfa (subtropical úmido) com verões quentes e invernos pouco rigorosos e mais secos, geadas são pouco frequentes. A temperatura média anual varia entre 21 e 22°C, temperatura média mínima de 16,1°C e temperatura média máxima de 27,3°C (NITSCHKE *et al.*, 2019). O total pluviométrico varia de 1400 a 1.600 mm.ano<sup>-1</sup>. O solo da região é composto por latossolo vermelho eutroférico e nitossolo vermelho eutroférico (EMBRAPA, 2007).

O Parque Estadual Mata dos Godoy (23°26'46"S, 51°14'46"W) possui aproximadamente 690 ha e junto com outros fragmentos constituem 2.800 ha de remanescentes florestais conectados da Mata Atlântica. É uma das áreas florestais mais importantes do Paraná, não só pelo seu tamanho, mas também pelo seu estado de conservação e diversidade de fauna e flora (TOREZAN, 2002). A área do fragmento

florestal utilizada nesse estudo está localizada na porção norte do parque é de floresta primária.

As fazendas Congonhas (22°59'52"S, 50°56'30"W) e Alvorada (22°49'04"S, 51°11'25"W) localizam-se na região do reservatório da Usina Hidrelétrica Escola da Engenharia Mackenzie (Cativara) que possui aproximadamente 900 km de margem do lado paranaense do rio Paranapanema.

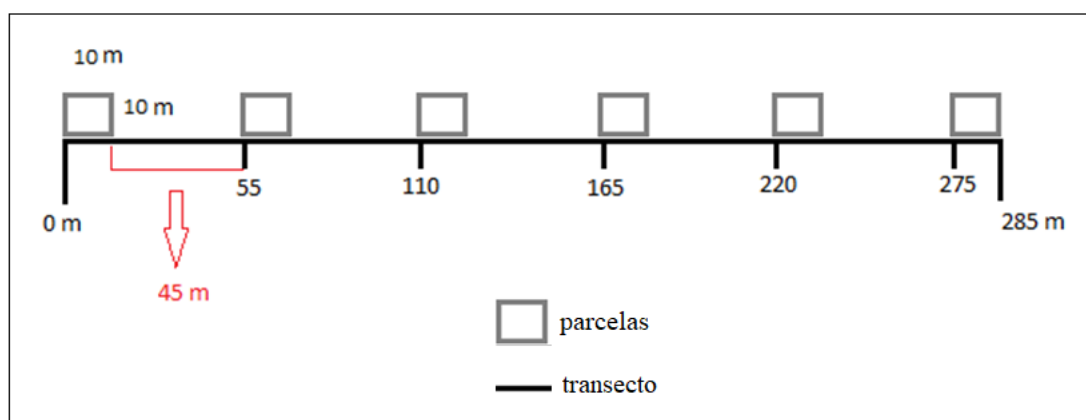
Os fragmentos das fazendas Congonhas (108 ha) e Alvorada (128 ha) são florestas primárias com histórico de exploração seletiva de madeira. Na fazenda Congonhas ocorreram duas extrações de madeira, uma há aproximadamente 40 anos e outra há aproximadamente 2 anos do início dessa pesquisa. Na fazenda Alvorada, a única exploração madeireira que se tem informação ocorreu há aproximadamente 40 anos. Não se tem informações sobre a intensidade e técnicas de extração utilizadas nessas duas áreas.

## 2.2 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA

Para o levantamento florístico foram utilizados os transectos permanentes de borda do projeto PELD-MANP existentes em cada área. São transectos de 285 metros de comprimento cada, traçados perpendicularmente da borda em direção ao interior dos fragmentos. São dois transectos na fazenda Congonhas e Alvorada e cinco transectos no Parque Estadual Mata dos Godoy.

Para a definição dos locais dos transectos foram levados em consideração a mesma matriz agrícola, uniformidade de relevo, trilhas já existentes e evitou-se possíveis sobreposições de bordas. Em cada transecto foram instaladas seis parcelas de 100m<sup>2</sup> (10 x 10 metros), distantes 45 metros entre si, sendo a primeira instalada na borda (Figura 2).

**Figura 2** — Representação dos transectos e parcelas instaladas nos três fragmentos florestais de estudo no norte do estado do Paraná, Brasil



O levantamento florístico foi realizado de setembro a novembro de 2018. Considerou-se os indivíduos lenhosos, com exceção de lianas, com diâmetro a altura do peito (DAP: 1,30 m do solo) maior ou igual a dois centímetros e meio. Esses indivíduos foram plaqueados e classificados ao menor nível taxonômico quando possível. As identificações foram realizadas por meio de literaturas especializadas, consultas às especialistas e comparações com amostras do acervo do Herbário da Universidade Estadual de Londrina (FUEL). Foram considerados os nomes científicos aceitos pelo Programa Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira – REFLORA.

### 2.3 VARIÁVEIS MICROCLIMÁTICAS E DOSSEL

As temperaturas e as umidades relativas do ar foram medidas através de registradores de dados Data Logger. Eles foram posicionados no centro de cada parcela a um metro de distância do solo. Foram realizados dois períodos de registro compostos por 19 dias sequencias, um de 04/10/2018 a 22/10/2018, e outro de 01/08/2019 a 19/08/2019. Os registros realizados em outubro tiveram a finalidade de caracterizar valores para uma estação úmida e os registros de agosto, caracterizar valores para uma estação seca. As temperaturas e umidades relativas do ar foram registradas a cada uma hora. Utilizou-se para as análises a média diária de cada período para calcular a temperatura máxima, amplitude térmica e umidade mínima relativa do ar de cada parcela.

A abertura do dossel foi estimada por meio de fotografias hemisféricas produzidas com lente “olho de peixe”, com 180° de abertura e distância focal equivalente a 8mm. As imagens foram analisadas no software *Gap Light Analyzer* versão 2.0 (FRAZER et al., 1999). A câmera fotográfica foi posicionada no centro de cada parcela, a um metro de distância do solo e com a borda superior da imagem coincidindo com o norte magnético. As fotografias foram registradas em agosto de 2019, coincidindo com o período mais seco do ano e em janeiro de 2020, caracterizando a abertura do dossel na estação úmida.

#### 2.4 CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

Neste estudo foram incluídas duas características foliares: área foliar específica (AFE) e espessura foliar (EF); uma característica do caule: densidade da madeira (DM); duas características relacionadas a dispersão: síndromes de dispersão e tamanho das sementes zoocóricas; uma característica fenológica: deciduidade e uma classificação ecológica que leva em consideração aspectos relacionados a capacidade de regeneração e desenvolvimento das espécies em diferentes estágios sucessionais.

A AFE é a medida da área da folha fresca dividida por sua massa seca (cm<sup>2</sup>/g). A EF é um dos componentes da AFE e está relacionado a ela da seguinte forma:  $AFE = 1 / \text{densidade foliar} \times \text{espessura foliar}$ . A AFE e a EF foram medidas tendo por base os procedimentos de coleta e medições das folhas do manual de Pérez-Harguindeguy *et al.* (2013). As coletas das folhas foram realizadas ao longo do primeiro semestre de 2019 nas três áreas desse estudo. Coletou-se ramos mais expostos ao sol com folhas maduras, totalmente expandidas e isentas de patógenos e/ou outros danos. Borrifou-se água nas folhas e acondicionou os ramos em sacos plásticos pretos, vedados e armazenados em caixas térmicas com gelo até o momento das medições. Essas foram realizadas até 24 horas após as folhas serem coletadas. Utilizou-se seis folhas por indivíduo e de três a seis indivíduos por espécie para as medições da AFE e EF.

Para a AFE, primeiramente foram medidas as áreas das folhas ainda frescas com um medidor de área foliar portátil (modelo LI-3000C LI-COR) associado a um acessório de transporte de correia transparente (modelo LI-3050C LI-COR). Considerou-se os pecíolos e as raques. A espessura foliar também foi medida nesse

momento com um paquímetro digital. O paquímetro foi posicionado na região mais central das folhas, evitando-se a nervura principal e as nervuras secundárias. Para folhas maiores que 10 cm de comprimento, realizaram-se três medições, no ápice, no meio e na base das folhas e calculou-se a média aritmética desses três valores. Para folhas compostas, mediu-se a espessura da mesma maneira descrita anteriormente, porém em três folíolos localizados na base, no meio e no ápice das folhas. Após medir a área e a espessura foliar, as folhas foram secas em estufa a 60°C por 72 horas e a massa seca de cada folha pesada em balança de precisão. Por fim, calculou-se a razão entre a área foliar e sua massa seca para se obter a AFE.

As demais características, densidades da madeira, tamanho das sementes, síndromes de dispersão dos diásporos, grupos ecológicos e deciduidade foram copiladas principalmente da literatura. Quando mais de um valor para a característica funcional de uma espécie foi encontrado, realizou-se a média aritmética entre eles. Nos casos de falta de informações ou discordância entre as variáveis classificadas em grupos (dispersão, grupo ecológico e deciduidade), o conhecimento e experiência pessoal dos colaboradores desse estudo foi levado em consideração para classificá-las.

A densidade aparente da madeira é a massa seca dividida pelo seu volume fresco ( $\text{g/cm}^3$ ). Para esse trabalho, quando não encontrado na literatura o valor a nível de espécie para a densidade da madeira, foram utilizados os valores para o gênero ou família (CHAVE *et al.*, 2006).

Em relação às síndromes de dispersão, para auxiliar na definição das categorias para espécies não encontradas na literatura, foram analisadas as características dos diásporos por meio de imagens (LORENZI, 2002a, 2002b, 2009) ou acesso ao acervo do FUEL. Considerou-se apenas a dispersão primária dos diásporos para classificar as espécies em três categorias: autocóricas, espécies cujos diásporos são dispersas pela própria planta mãe, por exemplo, por movimentos ocasionados pela tensão de tecidos do fruto; anemocóricas, espécies cujos diásporos são dispersos pelo vento e que geralmente possuem adaptações morfológicas como plumas e alas; zoocóricas, espécies cujos diásporos são dispersos primariamente por animais, seja externamente com apêndices que aderem-se aos pelos ou às penas, seja internamente pela ingestão de partes carnosas que servem de alimento, mas que depois regurgitam ou defecam as sementes (VAN DER PIJL, 1982).

As sementes dispersas por animais ainda foram classificadas quanto

ao tamanho levando-se em consideração o diâmetro das sementes, pois considerou-se essa medida mais limitante ao ato de engolir do que o comprimento. Considerou-se sementes pequenas aquelas com diâmetro menor que três milímetros, sementes médias, as sementes de três a doze milímetros e sementes grandes, aquelas com mais de 12 milímetros de diâmetro (BELLO *et al.*, 2015; BUFALO, GALETTI; CULOT, 2016).

Não foi encontrado na literatura um consenso sobre a classificação das espécies em grupos ecológicos. Assim, adotou-se nessa pesquisa, classificar as espécies em dois grupos relacionados à estratégia de regeneração e predominância nos estágios de sucessão secundária: espécies de início de sucessão ecológica (Iniciais) e espécies tardias na sucessão (Tardias). Esta classificação não compreende uma característica funcional em si (VIOLLE *et al.*, 2007), mas uma estratégia relacionada à capacidade das espécies em se estabelecer em determinados locais com características ambientais diferentes, como os estágios de uma sucessão ecológica.

Considerou-se espécies de início de sucessão, aquelas espécies que se regeneram e se desenvolvem em ambientes altamente iluminados e espécies tardias, as que podem se regenerar e se desenvolver em ambientes sombreados. Assim, agrupou-se algumas classificações mais extensas, por exemplo, na classificação encontrada em Cavalheiro, Torezan e Fadelli (2002), as espécies pioneiras e secundárias iniciais foram agrupadas na categoria de espécies de início de sucessão e as secundárias tardias e clímaxes na categoria espécies tardias.

As espécies ainda foram classificadas quanto ao padrão de produção e queda das folhas (deciduidade) em três categóricas: decíduas, espécies com produção e queda das folhas concentradas em uma determinada época do ano, ficando um período quase ou totalmente sem folhas; semidecíduas: espécies com produção e queda parcial das folhas em maior intensidade numa determinada época do ano, nunca ficando totalmente sem folhas; perenifólias: espécies que produzem poucas folhas continuamente ou de forma intermitente e não apresentam queda de folhas concentradas numa determinada época do ano (MORELLATO, 1991).

## 2.5 ANÁLISE DE DADOS

Para as análises estatísticas primeiramente foi calculada a média

ponderada para a comunidade (CWM - *Community weighted mean*) dos traços contínuos (AFE, EF e DM) para cada parcela ou distância da borda. A CWM é o somatório da medida do traço ponderada pela abundância das espécies e reflete a média daquela característica funcional para a comunidade de um determinado local (GARNIER; NAVAS, 2012; VIOLLE *et al.*, 2007). Para as variáveis categóricas foram calculadas as proporções de cada grupo para cada parcela ou distância da borda.

Para análise prévia das relações entre as variáveis, realizou-se testes de correlação entre as variáveis ambientais separadamente por estação e locais. Como a temperatura e umidade foram registrados em anos diferentes da abertura do dossel na estação úmida, não se efetuou os testes de correlação entre essas variáveis na estação úmida. Testes de correlação também foram aplicados entre as variáveis ambientais e as características funcionais.

O efeito da distância da borda sobre todas as variáveis foi testado através de Modelagem Linear Generalizada (GLM - *Generalised linear modelling*). Realizou-se os testes separadamente para cada área de estudo e no caso das variáveis ambientais, a estação também foi inserida no modelo geral como variável preditora. Os parâmetros dos modelos foram selecionados segundo o teste ANOVA com 95% de intervalo de confiança contra a hipótese nula de que eles eram iguais a zero e o melhor modelo foi selecionado utilizando o valor de *Akaike Information Criterion* (AIC). Os modelos foram validados utilizando a análise gráfica dos resíduos, (DALGAARD, 2002; ZUUR *et al.*, 2009).

Para verificar possíveis efeitos das variáveis ambientais e abertura do dossel sobre a variação das características funcionais testou-se as relações lineares entre elas através do ajuste das variáveis ambientais sobre o resultado da análise de componentes principais (PCA - *Principal Component Analysis*) das características funcionais (OKSANEN *et al.*, 2019), por meio do comando *envfit* do software R.

Os testes foram realizados no *software* R versão 3.6.0 (R CORE TEAM, 2009) e foram utilizados os pacotes *vegan* (OKSANEN *et al.* 2019) e *car* (FOX; WEISBERG, 2019 ).

### 3 RESULTADOS

Nas três áreas de estudo foram amostrados 1501 indivíduos. Destes, aproximadamente 97% foram identificados a nível de espécie (APÊNDICE A). O

PEMG teve a maior riqueza, com 78 espécies identificadas, sendo as três mais abundantes: *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll.Arg. (85 spp.), *Guarea kunthiana* A. Juss. (78 spp.) e *Trichilia claussoni* C. DC. (75 spp.). Congonhas teve 52 espécies identificadas, sendo, *Metrodorea nigra* A.St.-Hil. (54 spp.), *Machaerium stipitatum* Vogel (24 spp.) e *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll.Arg. (21 spp.) as três espécies mais abundantes. Em Alvorada foram identificadas 49 espécies, sendo as três mais abundantes: *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll.Arg. (43 spp.), *Astronium graveolens* Jacq. (41 spp.) e *Holocalyx balansae* Micheli e *Trichilia elegans* A. Juss. com 21 indivíduos cada.

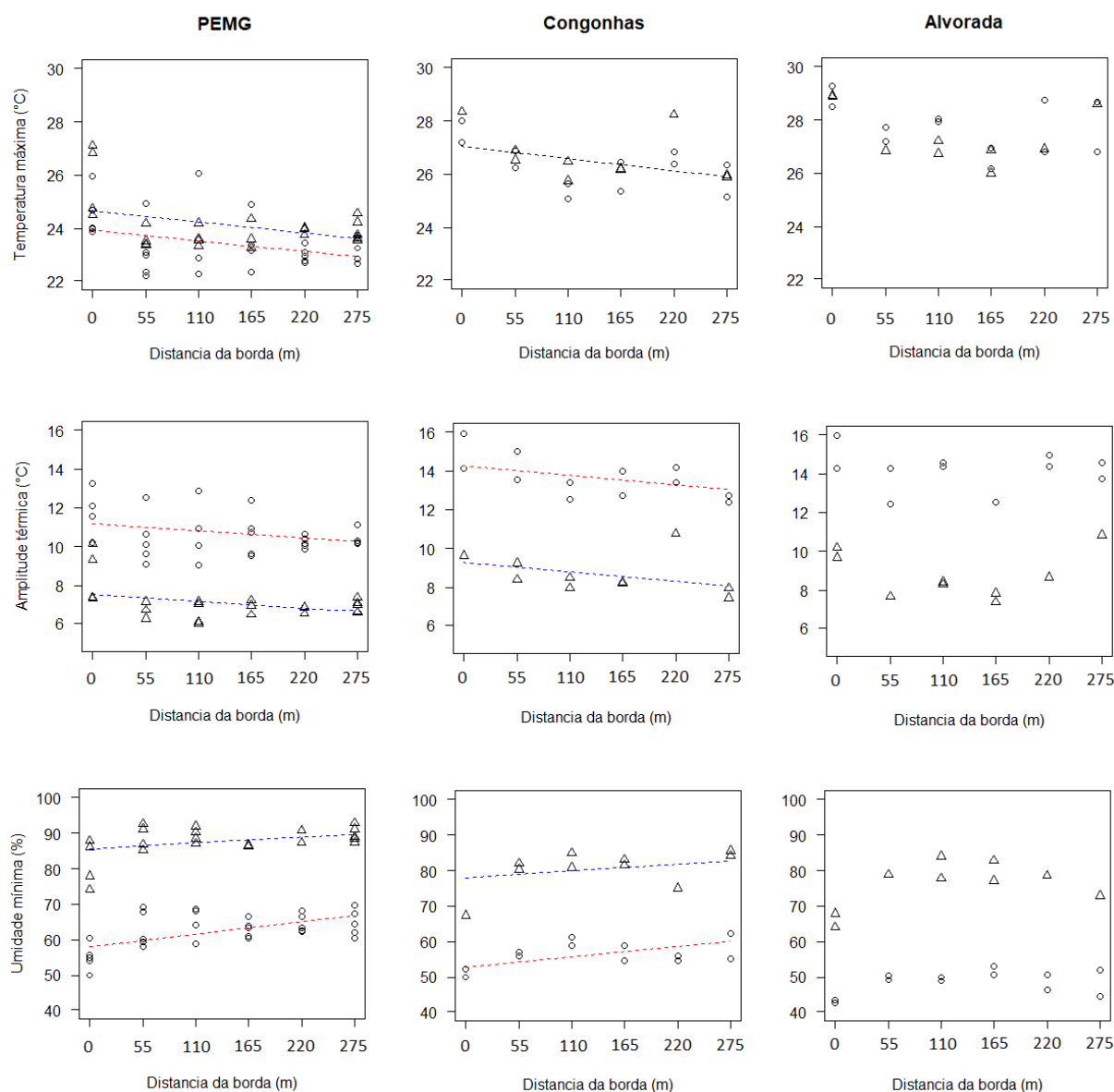
Trabalhou-se nessa pesquisa com aproximadamente 92% das espécies mais abundantes em cada fragmento florestal e que foi possível coletar folhas íntegras no período estipulado para as coletas. Assim, foram obtidas as características funcionais de 60 espécies (APÊNDICE B), com exceção de *Alchornea* sp., onde foram considerados tanto indivíduos de *Alchornea glandulosa* Poepp. & Endl. quanto de *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll.Arg.

### 3.1 VARIÁVEIS MICROCLIMÁTICAS AO LONGO DA DISTÂNCIA DA BORDA

A temperatura máxima, a amplitude térmica e a umidade mínima relativa do ar estão correlacionadas entre si em ambas as estações (APÊNDICE C - E). Quanto maior a temperatura máxima, maior a amplitude térmica e menor a umidade relativa do ar.

A distância da borda teve efeito negativo sobre a temperatura máxima e amplitude térmica no PEMG e em Congonhas, isto é, a temperatura máxima e amplitude térmica diminuíram com o aumento da distância da borda (APÊNDICE F e Figura 3) nesses locais. Ainda, as temperaturas na estação úmida foram maiores que as da estação seca no PEMG e não diferiram entre as estações em Congonhas e Alvorada. Já, as amplitudes térmicas foram maiores na estação seca para todos os locais. A umidade mínima relativa do ar aumentou com a distância da borda no PEMG e em Congonhas e teve valores maiores na estação úmida para todos os locais (APÊNDICE F e Figura 3). Não houve efeito da distância da borda sobre as variáveis microclimáticas em Alvorada. Ao longo da distância da borda, no geral, o PEMG teve as temperaturas máximas e amplitudes térmica mais baixas e umidades mínimas mais altas do que os outros locais (APÊNDICE G, Figura 3).

**Figura 3** — Variáveis climáticas ao longo das distâncias da borda em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Congonhas e Alvorada foram submetidos a extração seletiva de madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem. Os símbolos representam os valores para cada estação (triângulo = estação úmida, círculo= estação seca) e as linhas, as regressões dos melhores modelos (Apêndice F; azul=estação úmida, vermelho: estação seca, preto: regressão sem diferença entre as estações)



### 3.2 ABERTURA DO DOSSEL AO LONGO DA DISTÂNCIA DA BORDA

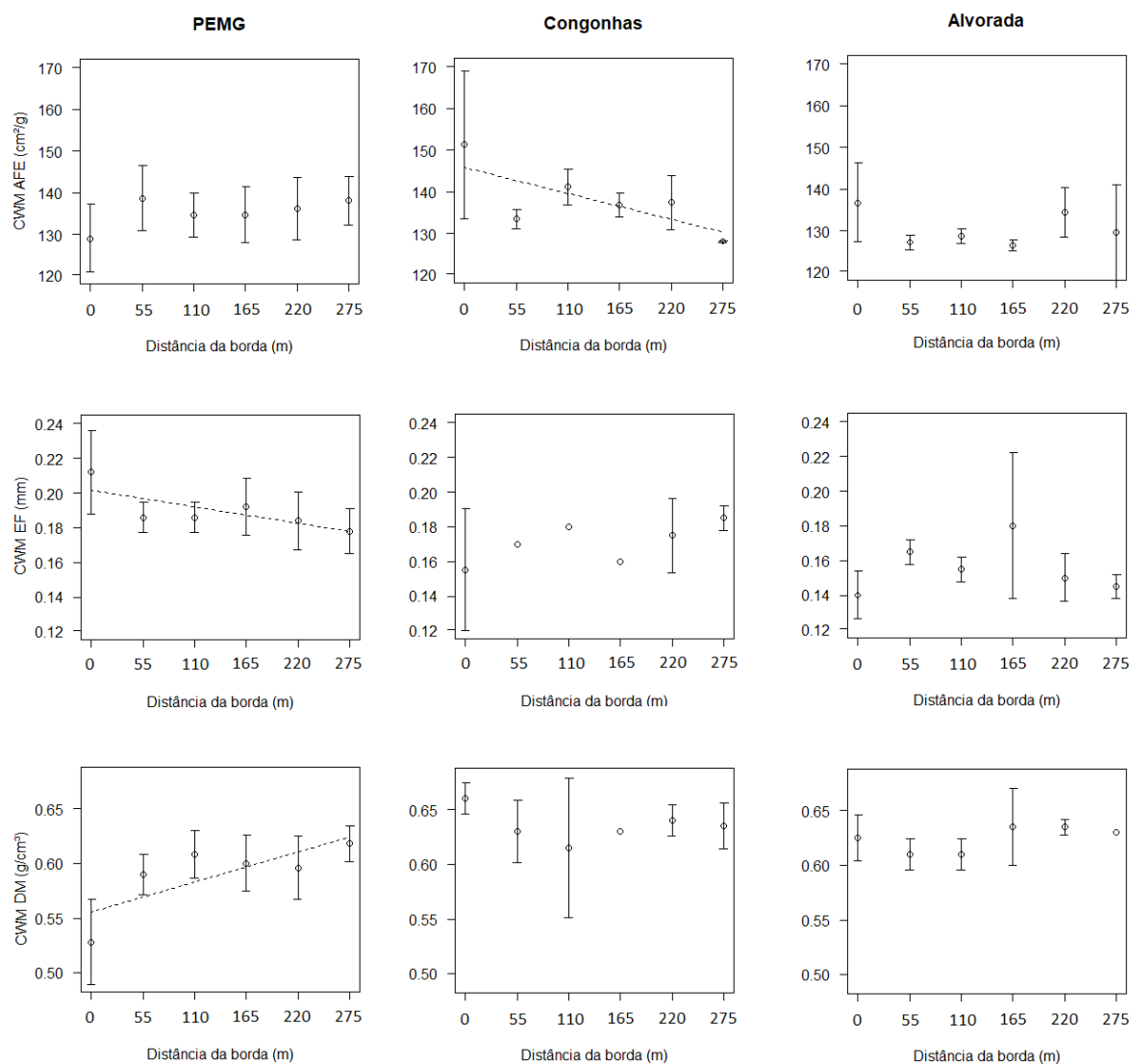
A abertura do dossel não variou linearmente com a distância da borda nos três locais de estudo, porém diferiu entre as estações. Em média, a abertura do dossel na estação úmida foi menor do que na estação seca nos três locais

(APÊNDICE H). A abertura do dossel na estação seca não foi correlacionada com nenhuma variável microclimática (APÊNDICE C - E). Conforme descrito em Material e Métodos (subseção 2.5) não foram realizados testes de correlações entre essas variáveis na estação úmida por não terem sido registradas no mesmo período.

### 3.3 CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS AO LONGO DA DISTÂNCIA DA BORDA

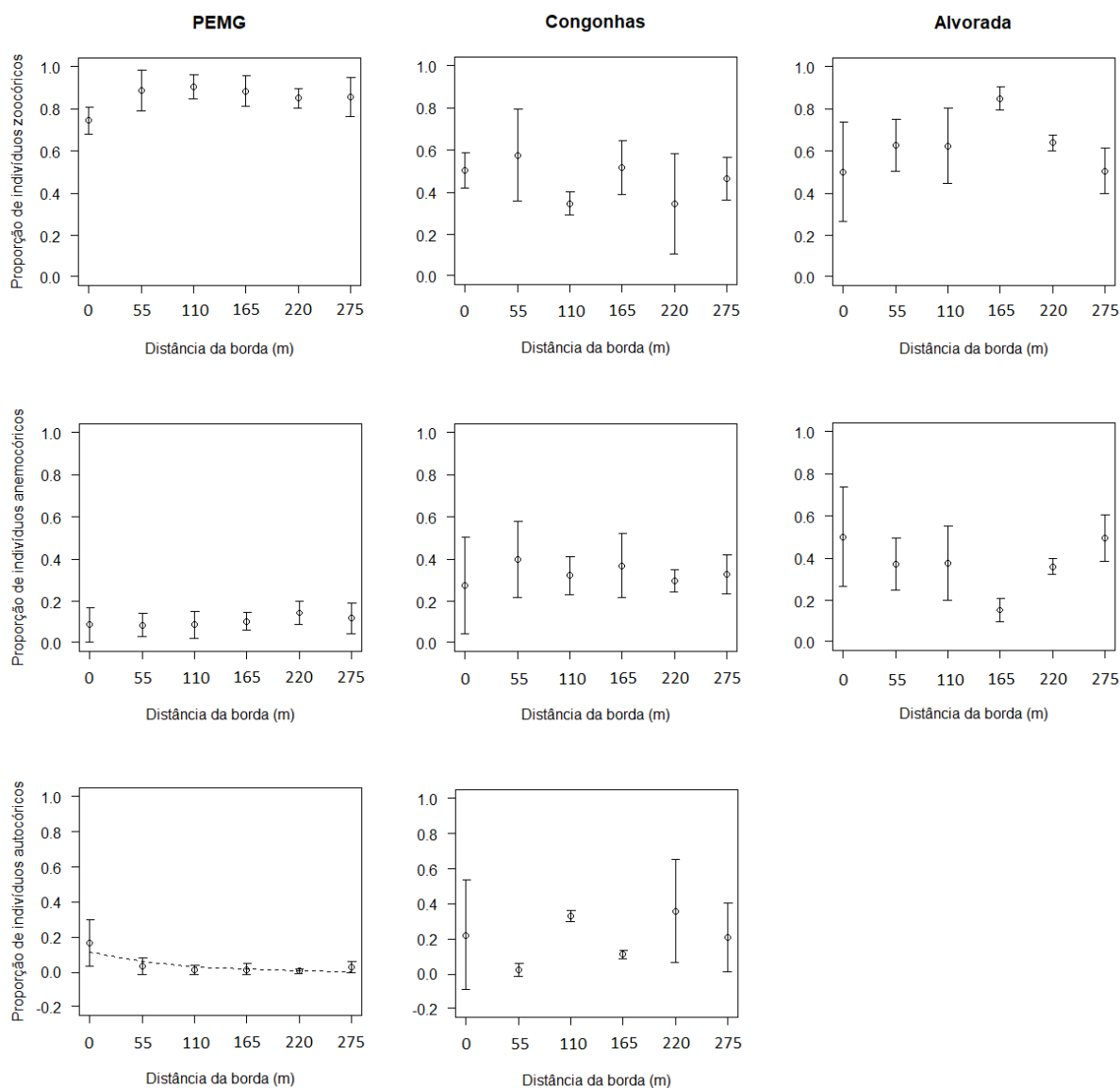
A distância da borda só teve efeito sobre a AFE em Congonhas, onde a AFE decresceu com o aumento da distância da borda (APÊNDICE I, Figura 4). A espessura foliar diminuiu e a densidade da madeira aumentou com o aumento da distância da borda no PEMG (APÊNDICE I, Figura 4). Nos outros locais, a EF e a DM não tiveram relações significativas com a distância da borda.

**Figura 4** — Variação da AFE, EF e DM (na forma da média ponderada para a comunidade – CWM) ao longo da distância da borda em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Congonhas e Alvorada foram submetidos a extração seletiva de madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem. Os círculos são as médias de 2 a 5 transectos por fragmento e por distância da borda, e as barras são os desvios padrões. As linhas pontilhadas representam as regressões significativas ajustadas ( $p < 0,10$ , APÊNDICE I)



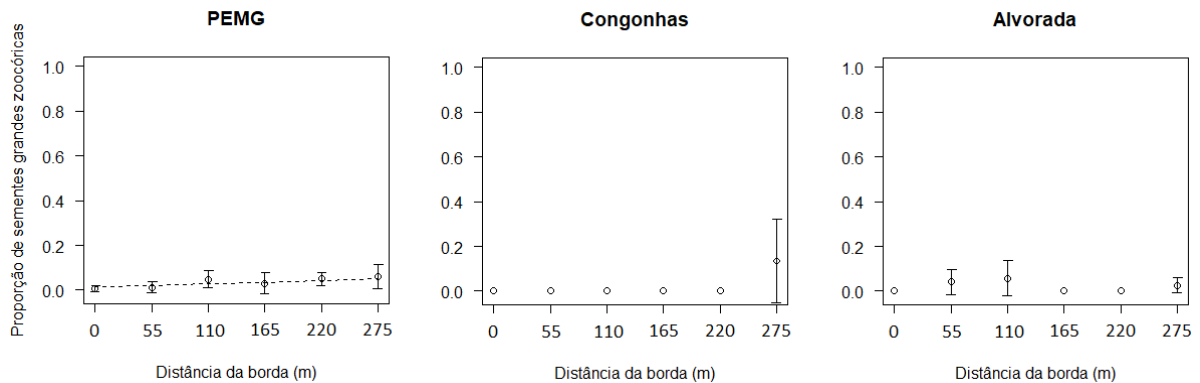
Em relação à dispersão dos diásporos, apenas no PEMG a proporção de indivíduos autocóricos variou linearmente com a distância da borda. A proporção de indivíduos autocóricos diminuiu com o aumento da distância da borda (APÊNDICE I, Figura 5).

**Figura 5** — Variação das proporções das síndromes de dispersão ao longo da distância da borda em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Congonhas e Alvorada foram submetidos a extração seletiva de madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem. Os círculos são as médias de 2 a 5 transectos por fragmento e por distância da borda, e as barras são os desvios padrões. As linhas pontilhadas representam as regressões significativas ajustadas ( $p < 0,10$ , APÊNDICE I)



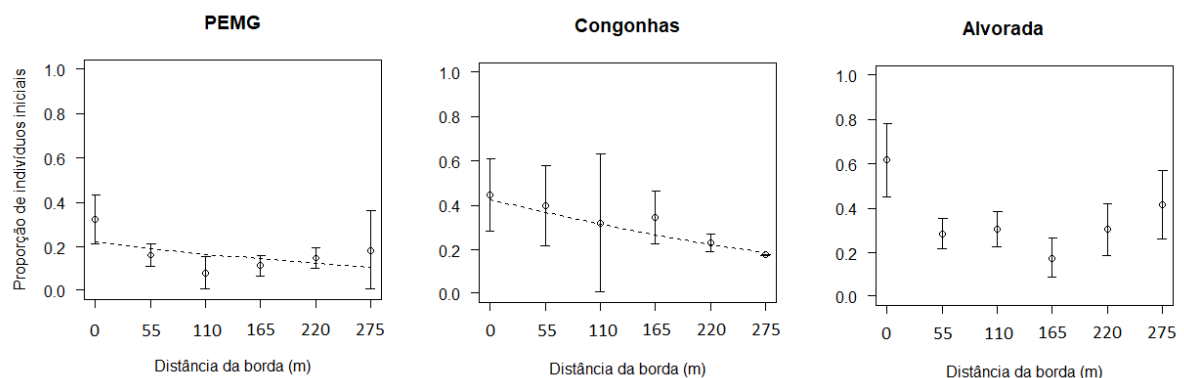
A distância da borda teve efeito positivo sobre a proporção de sementes grandes dispersas por animais (>12mm de diâmetro) apenas no PEMG (APÊNDICE I, Figura 6).

**Figura 6** — Variação da proporção de sementes grandes zoocóricas ( $\geq 12\text{mm}$  de diâmetro) ao longo da distância da borda em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Congonhas e Alvorada foram submetidos a extração seletiva de madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem. Os círculos são as médias de 2 a 5 transectos por fragmento e por distância da borda, e as barras são os desvios padrões. As linhas pontilhadas representam as regressões significativas ajustadas ( $p < 0,10$ , APÊNDICE I)



As proporções de indivíduos de início de sucessão ecológica no PEMG e em Congonhas diminuíram em direção ao interior dos fragmentos (APÊNDICE I, Figura 7). Consequentemente, as proporções de indivíduos tardios aumentaram com o aumento da distância da borda.

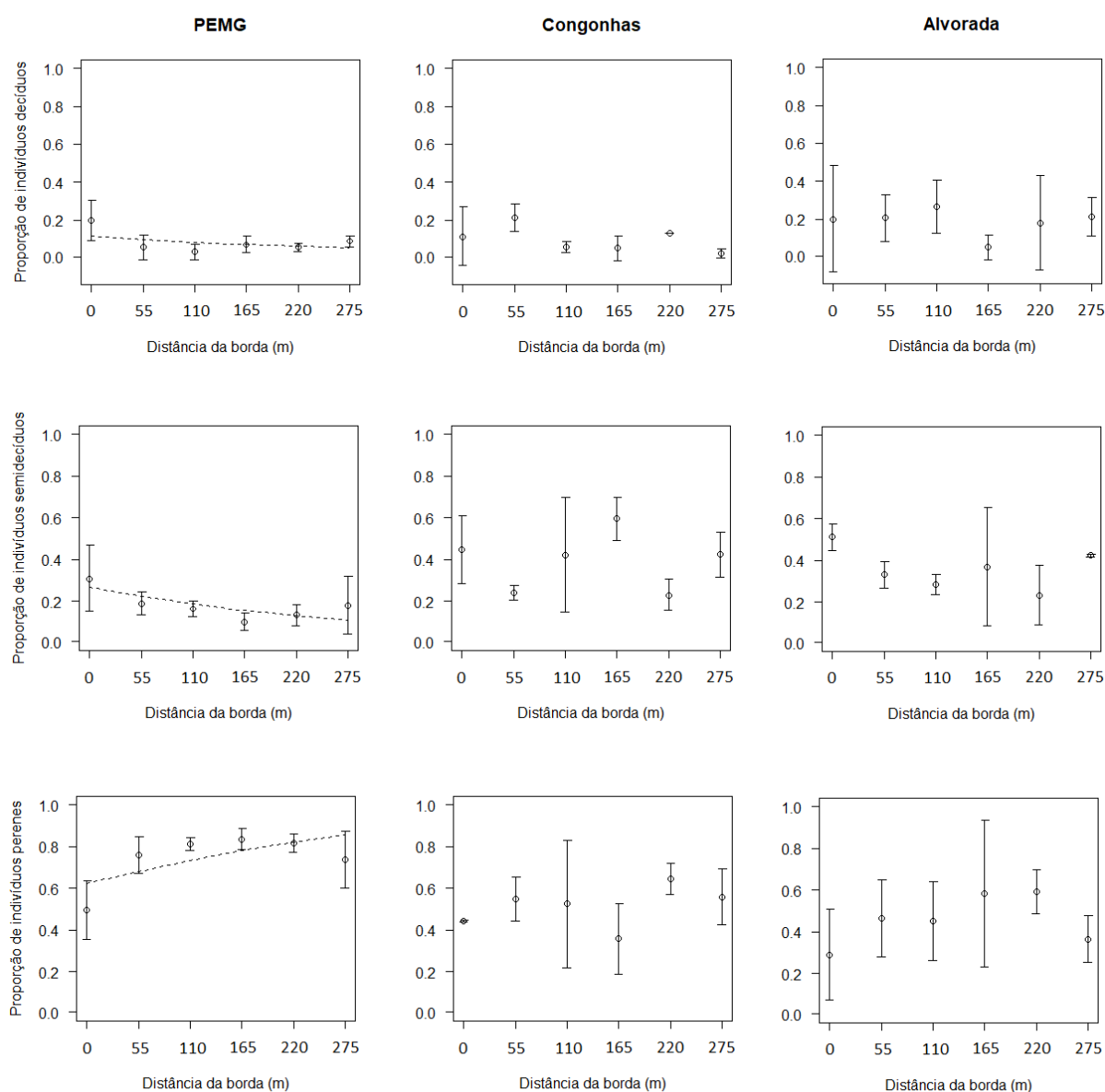
**Figura 7** — Variação nas proporções de indivíduos com estratégias iniciais ao longo da distância da borda em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Congonhas e Alvorada foram submetidos a extração seletiva de madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem. Os círculos são as médias de 2 a 5 transectos por fragmento e distância da borda e as barras, são os desvios padrões. As linhas pontilhadas são as regressões significativas ajustadas ( $p < 0,10$ , APÊNDICE I)



A distância da borda teve efeito sobre a deciduidade apenas para o

PEMG (APÊNDICE I, Figura 8). As proporções de indivíduos decíduos e semidecíduos diminuíram com a distância da borda e a proporção de indivíduos perenes aumentou com a distância da borda.

**Figura 8** — Variação das categorias de deciduidade ao longo da distância da borda em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Congonhas e Alvorada foram submetidos a extração seletiva de madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem. Os círculos são as médias de 2 a 5 transectos por fragmento e por distância da borda, e as barras são os desvios padrões. As linhas pontilhadas são as regressões significativas ajustadas ( $p < 0,10$ , APÊNDICE I)

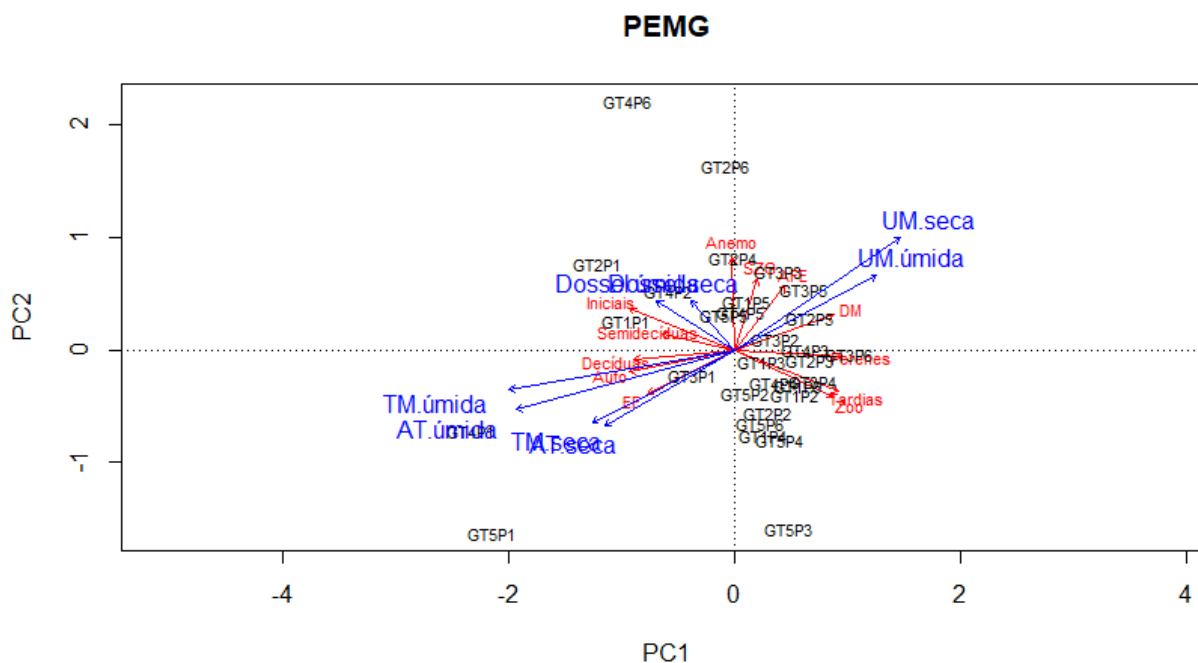


### 3.4 EFEITO DAS VARIÁVEIS MICROCLIMÁTICAS E ABERTURA DO DOSSEL SOBRE AS CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

A temperatura máxima, a amplitude térmica e a umidade relativa do ar explicaram a maior parte da variação dos componentes principais das características funcionais no PEMG e em Alvorada ( $p < 0,10$ , APÊNDICE J). Em Congonhas, pela mesma análise (*envfit*), essas relações não foram significativas ao nível de 10%, embora tenham ocorrido algumas correlações lineares quando se testaram pares de variáveis (APÊNDICE K - M). Ainda, segundo essa análise, a abertura do dossel não contribuiu para explicar a variação das características ambientais em nenhum sítio de estudo ( $p > 0,10$ ).

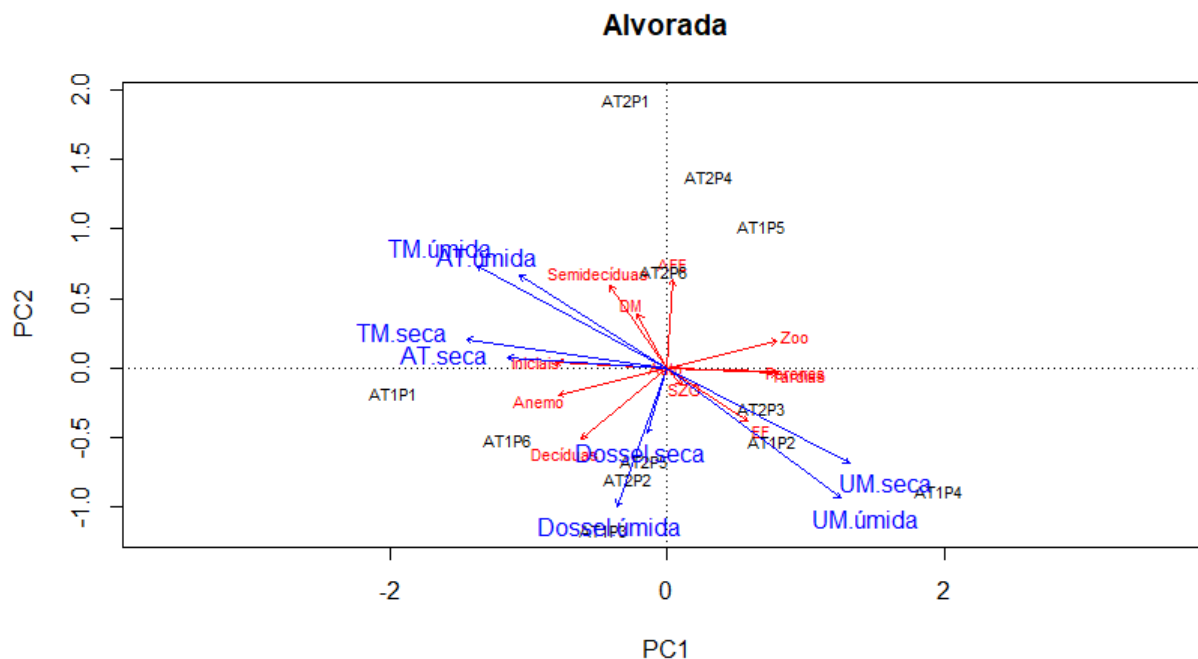
No PEMG, as maiores temperaturas e amplitudes térmicas, conseqüentemente, as menores umidades mínimas relativas do ar foram associadas às maiores proporções de indivíduos com dispersão autocórica, decíduos e com maior espessura foliar (Figura 9). Essas variáveis também tiveram, em menor proporção, efeito positivo sobre a proporção de indivíduos semidecíduos e de estágio inicial da sucessão. Esses relacionamentos foram semelhantes aos resultados das correlações entre as variáveis microclimáticas e características funcionais (APÊNDICE K - M). Ao contrário, as menores temperaturas máximas e amplitudes térmicas e maiores umidades mínimas relativas do ar se relacionaram às maiores AFE e DM e, com menor efeito, à maior proporção de indivíduos zoocóricos, perenifólios e de sucessão tardia (Figura 9).

**Figura 9** — Relações lineares entre as variáveis ambientais e os componentes principais das características funcionais (*envfit*) no Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), fragmento de Floresta Estacional Semidecidual madura sem exploração seletiva da madeira.



Em Alvorada, maiores temperaturas e amplitudes térmicas na estação seca e consequentemente, menores umidades relativas do ar mínimas estavam relacionadas principalmente às parcelas com maiores proporções de indivíduos com dispersão anemocórica, iniciais e decíduos (Figura 10). Maiores temperaturas e amplitudes térmicas na estação úmida tiveram pouco efeito sobre maiores DM e proporção de indivíduos semidecíduos. Já menores valores de temperaturas e amplitudes térmicas e consequentemente, maiores umidades mínimas estavam associadas às parcelas com maiores proporções de indivíduos zoocóricos, perenifólios, com estratégias tardias e maiores espessuras foliares.

**Figura 10** — Relações lineares entre as variáveis ambientais e os componentes principais das características funcionais (*envfit*) em Alvorada, fragmento de Floresta Estacional Semidecidual madura com exploração seletiva da madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem



## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 VARIÁVEIS MICROCLIMÁTICAS E ABERTURA DO DOSSEL AO LONGO DA DISTÂNCIA DA BORDA

Os gradientes de temperatura máxima, amplitude térmica e umidade mínima relativa do ar ao longo da borda observados no PEMG e em Congonhas são reflexos das primeiras mudanças que ocorrem após a fragmentação e criação de bordas (HARPER *et al.*, 2005). O aumento da radiação solar nas bordas, torna essas áreas mais quentes e secas e conforme se avança em direção ao interior dos fragmentos, vão se tornando mais frescas e úmidas, conforme registrado nesse estudo.

As temperaturas máximas e amplitudes térmicas mais altas e umidades mínimas mais baixas em Alvorada e Congonhas podem estar relacionadas aos menores tamanhos das áreas, às características da paisagem, a exploração de madeira ou ainda à sinergia desses três efeitos. Temperaturas médias em bordas de fragmentos de 100 ha foram maiores do que em bordas de florestas contínuas (DIDHAM, 1999) e fragmentos de 1ha também tiveram temperaturas mais altas do que fragmentos de 100 ha (KAPOS, 1989) na Amazônia.

Florestas mais fragmentadas seriam menos eficazes no tamponamento térmico e teriam maior variabilidade térmica em suas bordas do que florestas menos fragmentadas (EWERS; BANKS-LEITE, 2013; LATIMER; ZUCKERBERG, 2017). Apesar de não se analisar métricas de paisagem nesse estudo, por imagens de satélite observa-se que Alvorada e Congonhas encontram-se em uma paisagem mais fragmentada do que o PEMG. Esta unidade de conservação, além de abranger uma área maior, está conectada a outros fragmentos florestais, que juntos compreendem uma área de 2.800 ha (TOREZAN, 2002). Na Mata Atlântica do nordeste do Brasil, o microclima não se relacionou com as distâncias da borda, mas sim às métricas da paisagem como área dos fragmentos e quantidade de cobertura florestal a um quilômetro dos mesmos (PINTO *et al.*, 2010).

Neste estudo, só foi possível verificar a relação entre a abertura dossel e as variáveis microclimáticas na estação seca, por terem sido realizadas no mesmo período e ano. Não foi detectado efeito da abertura do dossel sobre as variáveis microclimáticas em nenhuma das áreas na estação seca. Acredita-se que após 40 anos tenha ocorrido o fechamento do dossel aberto pela extração das árvores nas áreas exploradas, e que, assim como no PEMG, a abertura do dossel existente não é suficiente para ocasionar mudanças nas temperaturas localmente, a nível de parcelas. Na Amazônia foram registradas aberturas de dossel relativamente baixas, de aproximadamente 20%, após 3,5 anos (ASNER; KELLER; SILVA, 2004) e após 1,6 anos (BROADBENT *et al.*, 2006) da época da exploração.

Apesar das diferenças nas metodologias empregadas para as medições das variáveis microclimáticas, efeitos de borda para as variáveis microclimáticas foram registrados até 100 metros da borda em fragmentos na Amazônia (BROADBENT *et al.*, 2008; LAURANCE *et al.*, 2002). No PEMG, a média mais alta da temperatura máxima e amplitude térmica, assim como a média mais baixa da umidade mínima, encontram-se na distância zero. A maior variação nos valores dessas variáveis está entre a primeira e a segunda parcela que está a 55 metros de distância da borda (APÊNDICE G). Assim, infere-se que o maior efeito de borda para as variáveis microclimáticas no PEMG esteja dentro dos 55m de borda. Em Congonhas, apesar da temperatura máxima e amplitude térmica tenderem a diminuir com a distância da borda, houve um aumento a 220 metros da borda e em Alvorada não houve regressão linear, dificultando a identificação da maior intensidade do efeito de borda sobre essas variáveis.

## 4.2 CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS AO LONGO DA DISTÂNCIA DA BORDA

A variação das características funcionais ao longo das distâncias da borda está relacionada às estratégias das plantas em colonizarem e se desenvolverem ao longo das variações microambientais e relações de competições que possam ocorrer nessa área de transição (REICH, 2014). As proporções de indivíduos de início de sucessão foram maiores nas bordas dos fragmentos do PEMG e de Congonhas, decrescendo conforme se avança em direção ao interior dos fragmentos. Consequentemente, as proporções de indivíduos tardios na sucessão aumentaram com a distância da borda nesses locais. As espécies de início de sucessão são espécies com estratégias aquisitivas, principalmente em resposta a maior incidência luminosa. Maiores temperaturas também foram encontradas nas bordas dos fragmentos nesse estudo (subseção 3.1). Essas espécies geralmente investem mais em crescimento do que em sobrevivência, e assim, não produzem compostos estruturais de alto custo, tendo altas AFE (baixa EF) e baixa densidade da madeira (CHAVE *et al.*, 2009; WRIGHT *et al.*, 2004). Ao contrário, em ambientes mais sombreados como o interior dos fragmentos, as espécies predominantes tendem a ter estratégias conservadoras e investem mais em resistência e longevidade estruturais, tendo baixas AFE (alta EF) e alta densidade da madeira.

Apesar de serem encontradas maiores abundâncias de espécies iniciais nas bordas dos fragmentos do PEMG e Congonhas, a CWM para AFE só teve regressão (negativa) com a distância da borda em Congonhas. Ainda, não houve diferença entre a média da AFE entre as espécies iniciais e tardias (APÊNDICE N). A AFE é uma característica amplamente utilizada em estudos ecofisiológicos e considerada uma boa preditora das estratégias das plantas em diferentes condições ambientais (DÍAZ *et al.*, 2004; GARNIER *et al.*, 2004; VITÓRIA; ALVES; SANTIAGO 2019). Porém, é uma característica muito plástica e responsiva à irradiância ou à temperatura (POORTER *et al.*, 2009). A AFE também parece variar mais entre as espécies de início de sucessão (VALLADARES *et al.*, 2000; POORTER, 2009). Essas constatações são mais facilmente verificadas em experimentos em estufas com mudas, onde se varia a quantidade de fótons que incide sobre as plantas e se mantêm constantes as demais variáveis ambientais (DOS ANJOS *et al.*, 2015; EVANS; POORTER, 2001). Nessas condições, maiores intensidades de radiação solar, diminuem a AFE, independente do grupo ecológico. Assim, as respostas dos

indivíduos refletidos na AFE estão relacionadas às estratégias gerais da planta como um todo, mas também à intensidade luminosa. Nesse estudo, não se utilizou de quaisquer equipamentos para se medir a quantidade de fótons incidente nas folhas que foram coletadas, principalmente devido à grande quantidade de espécies e dificuldades em se coletar a grandes alturas. Por isso, a decisão subjetiva de se coletar as “folhas mais expostas ao sol” talvez tenha contribuído para a falta de padrões encontrada nesse estudo em relação a AFE e EF. Em ambientes florestais é difícil encontrar indivíduos totalmente expostos ao sol (principalmente espécies de sub-bosque), livres de danos físicos e/ou em quantidades suficientes para a amostragem.

Outro ponto a ser destacado é a inclusão ou não dos pecíolos e raques nas medições da AFE e o fato de que essas informações muitas vezes não estão descritas nos artigos para fins de comparação. A folha quando medida inteiramente, isto é, considerando o limbo, raques para as compostas e o pecíolo, fica com uma área foliar específica menor, pois há uma maior contribuição do peso da raque e do pecíolo do que suas respectivas áreas para o cálculo final da AFE. Aproximadamente 43% das espécies incluídas nesse estudo possuem folhas compostas e talvez a inclusão das raques também tenha contribuído para a não semelhança das generalizações encontradas em literatura, onde maiores CWM para AFE e menor para EF estariam nas bordas dos fragmentos e atribuídas às espécies de início de sucessão ecológica.

Ao contrário, a densidade da madeira parece ser uma característica menos variável e melhor preditora das estratégias das plantas (POORTER *et al.*, 2008). No PEMG, a DM aumentou com o avanço em direção ao interior do fragmento. Em Congonhas e Alvorada, a DM não aumentou com a distância da borda podendo refletir o impacto da extração seletiva da madeira sobre essa característica funcional. Apesar da maioria dos estudos relacionados a exploração seletiva da madeira não concentrar suas amostragens ao longo da borda-interior dos fragmentos, menores DM foram detectadas em parcelas exploradas quando comparadas a não exploradas em uma floresta tropical semidecídua (CARREÑO-ROCADADO, 2012). Outros estudos relatam o maior recrutamento ou abundância de espécies de início de sucessão (MUHANGUZI; OBUA; ORYEM-ORIGA, 2007; VILLELA *et al.*, 2006). A abertura de clareiras ocasionada pelo processo de extração das árvores promove maior incidência luminosa no sub-bosque florestal, favorecendo o desenvolvimento dessas espécies

aquisitivas, intolerantes à sombra, de crescimento rápido e que possuem menor densidade da madeira (APGAUA *et al.*, 2016). Nesse estudo, as espécies de início de sucessão tiveram em média, menor densidade da madeira do que as espécies tardias (APÊNDICE N), confirmando essa relação.

Em relação à dispersão de sementes, algumas pesquisas científicas têm encontrado maior porcentagem de espécies dispersas por animais no interior dos fragmentos maduros do que em suas bordas (MAGNAGO *et al.*, 2014; MELO; DIRZO; TABARELLI, 2006). Estudos também relatam maior abundância de espécies com sementes grandes dispersas por vertebrados (> 15 mm de comprimento) no interior dos fragmentos (MELO; DIRZO; TABARELLI, 2006; SANTOS *et al.*, 2008). A proporção de indivíduos com dispersão zoocórica não aumentou com a distância da borda em nenhuma das áreas desse estudo. Porém, houve aumento na proporção de indivíduos zoocóricos com sementes grandes (>12mm) com a distância da borda no PEMG. Das quatro espécies classificadas como tendo sementes grandes, três ocorrem no PEMG e são dispersas por animais. As relações entre dispersores e propágulos são importantíssimas para a composição, dinâmica e funcionamento dos ecossistemas, já que aproximadamente 75% das espécies da Mata Atlântica são dispersas por animais (ALMEIDA-NETO *et al.* 2008). Nesse estudo, 71,66% das espécies de plantas amostradas são dispersas por animais. Essa relação é ainda mais estreita e sensível a fragmentação quando se trata de sementes grandes (> 12 mm de diâmetro). Essas sementes são dispersas por animais maiores (>1kg, BOGONI *et al.*, 2007) como tucanos, jacus (GALETTI *et al.*, 2013), primatas, antas e catetos (FUZESSY; JANSON; SILVEIRA, 2018). Somente dispersores grandes são capazes de engolir as sementes maiores e dispersá-las a longas distâncias (VIDAL; PIRES; GUIMARÃES JR., 2013, JORDANO *et al.*, 2007). A falta desses dispersores vem despertando a atenção de pesquisadores que demonstram desde deficiências no recrutamento de espécies de sementes grandes (CRAMER; MESQUITA; WILLIAMSON, 2007; TERBORGH *et al.*, 2008) até impactos em funções dos ecossistemas, como diminuição de biomassa florestal (PAULA *et al.*, 2018) e estoque de carbono (BELLO *et al.*, 2015). Dispersores de médio porte como cutias, gambás e macacos-prego foram registrados nas áreas exploradas (LIMA, 2018). Porém, a presença dos dispersores nas áreas também não garante uma efetiva dispersão. Em uma meta-análise em fragmentos tropicais e subtropicais, árvores com sementes grandes em fragmentos perturbados pela caça e extração da madeira receberam

menos visitas de frugívoros e tiveram menores remoções de sementes do que árvores com sementes pequenas (MARKL *et al.*, 2012). Assim, a menor riqueza e abundância de espécies zoocóricas de sementes grandes nos fragmentos explorados pode ser efeito da menor frequência dos dispersores a essas áreas que comprometa a dispersão ou ainda, as sementes podem estar chegando nas áreas exploradas, mas não se estabelecendo devido a outros fatores como condições microclimáticas inadequadas à germinação de sementes grandes de espécies tolerantes à sombra (BENITEZ-MALVIDO, 1998).

#### 4.3 EFEITO DAS VARIÁVEIS MICROCLIMÁTICAS E ABERTURA DO DOSSEL SOBRE AS CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

A temperatura máxima foi a variável ambiental que mais teve efeito sobre a variação das características funcionais no PEMG e em Alvorada, principalmente em relação aos grupos ecológicos, classes de deciduidade e síndromes de dispersão. A maior radiação ou incidência luminosa, muitas vezes representada pela temperatura, é considerada uma das principais causas de mudanças na composição e abundância de espécies nas comunidades de borda (HARPER *et al.*, 2005) e clareiras (FIGUEIRA, 2008; MUHANGUZI; OBUA; ORYEM-ORIGA, 2007). Assim, espécies intolerantes à sombra, de estratégias aquisitivas e crescimento rápido tendem a ser mais abundantes próximas às bordas (Oliveira, 2004, MAGNAGO *et al.* 2014; RIGUEIRA *et al.* 2012), como verificado no PEMG e Congonhas, e em clareiras dos fragmentos (VILLELA *et al.* 2006). A classificação em grupos ecológicos envolve múltiplas características funcionais em vários órgãos da planta, que se ajustam em torno de uma estratégia ótima para a espécie se estabelecer, sobreviver e se reproduzir em um determinado local (VIOLLE *et al.*, 2007). Assim, apesar de camuflar a variabilidade dos traços entre as espécies dentro de cada grupo, essa classificação foi robusta quanto a resposta às variáveis ambientais e também relações com outros traços. No geral, as maiores proporções de indivíduos de início de sucessão ecológica, decíduos, semidecíduos e anemocóricos foram posicionadas à esquerda do componente principal 1 (Figura 9 e 10) onde foram registrados as maiores temperaturas máximas e amplitudes térmicas. Do lado oposto, ficaram localizadas as maiores proporções de indivíduos de sucessão

tardia, perenifólios e zoocóricos, relacionadas à menores temperaturas máxima e amplitudes térmicas e maiores umidades relativas do ar.

A abertura do dossel não explicou a variação das características funcionais em nenhuma das áreas desse estudo ao nível de 10%. Como discutido na subseção 4.1, acredita-se que já tenha ocorrido significativo fechamento do dossel ocasionado pela abertura durante a extração das árvores nas áreas exploradas, assim como nas bordas dos fragmentos. Apesar disso, as consequências sobre a comunidade nos fragmentos explorados permaneceram em relação as características funcionais, verificado pela falta de gradientes bem definidos para a maioria das variáveis nas áreas exploradas. Os impactos da criação das bordas, menores áreas dos fragmentos explorados e exploração seletiva da madeira estariam agindo sinergicamente de forma a direcionar às comunidades a um estágio intermediário de sucessão ecológica que podem levar muitos anos ou nunca atingir condições semelhantes à do interior de florestas maduras não perturbadas (PUTZ *et al.* 2011; TABARELLI; LOPES, 2008).

## 5 CONCLUSÃO

Houve efeito de borda para a maioria das variáveis no PEMG. As variáveis microclimáticas, a DM, a proporção de indivíduos autocóricos, de sementes grandes dispersas por animais, de início de sucessão, decíduos, semidecíduos e perenes tiveram regressões lineares condizentes com fragmentos maduros não explorados. Em relação aos fragmentos explorados, apenas em Congonhas foram encontradas algumas regressões lineares (variáveis microclimáticas, AFE e proporção de indivíduos de início de sucessão). A falta de gradientes borda-interior para a maioria das variáveis em Congonhas e para nenhuma variável em Alvorada pode refletir modificações causadas pela extração seletiva da madeira, mas também a influência do menor tamanho das áreas desses fragmentos. Assim, o uso de características funcionais foi eficiente em detectar mudanças nas comunidades ocasionadas por essas perturbações. Ainda, o fragmento de Alvorada parece ter tido uma influência maior dos efeitos da exploração seletiva da madeira do que o fragmento de Congonhas. A intensidade e as técnicas utilizadas na exploração madeireira, a existência de espécies menos responsivas às perturbações, o solo mais raso que poderia reduzir a estabilidade das árvores ou intensificar eventuais períodos

de déficit hídrico são possíveis causas ainda não comprovadas. Por fim, cabe ressaltar a necessidade de se investigar o efeito do tamanho dos fragmentos complementando essa pesquisa com estudos que envolvam áreas não exploradas com tamanhos semelhantes às exploradas, já que os tamanhos das áreas podem influenciar ou intensificar os efeitos dessas perturbações.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA-NETO, M. *et al.* Vertebrate dispersal syndromes along the Atlantic forest: broad-scale patterns and macroecological correlates. **Global Ecology and Biogeography**, n.17, p. 503-513, 2008. DOI: 10.1111/j.1466-8238.2008.00386.x.
- APGAUA, D. M. G. *et al.* Plant functional groups within a tropical forest exhibit different wood functional anatomy. **Functional Ecology**, v. 31, n. 3, p. 582-591, 2016. DOI: 10.1111/1365-2435.12787.
- ARCANJO F. A. 2007. **Biomassa arbórea em sítios de restauração e remanescentes de Mata Atlântica do sul do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- ASNER, G. P.; KELLER, M.; SILVA, J. N. M. Spatial and temporal dynamics of forest canopy gaps following selective logging in the eastern Amazon. **Global Change Biology**, n. 10, p. 765-783, 2004. DOI: 10.1111/j.1529-8817.2003.00756.x.
- BAKKER, M. A.; CARREÑO-ROCABADO, G.; POORTER, L. Leaf economics traits predict litter decomposition of tropical plants and differ among land use types. **Functional Ecology**, v. 25, p.473-483, 2011. DOI:10.1111/j.1365-2435.2010.01802.x
- BELLO, C. *et al.* Atlantic frugivory: a plant–frugivore interaction data set for the Atlantic Forest. **Ecology**, v. 98, n. 6, p.1729, 2017. DOI: 10.1002/ecy.1818.
- BELLO, C. *et al.* Defaunation affects carbon storage in tropical forests. **Science Advances**, v. 1, n. 11, p. 1-10, 2015. DOI: 10.1126/sciadv.1501105.
- BENITEZ-MALVIDO, J. Influence of Edge Exposure on Tree Seedling Species Recruitment in Tropical Rain Forest Fragments. **Biotropica**, v. 35, n. 4, p. 530-541, 2003. DOI: 10.1111/j.1744-7429.2003.tb00609.x.
- BOGONI, J. A. *et al.* What would be the diversity patterns of medium- to large-bodied mammals if the fragmented Atlantic Forest was a large metacommunity? **Biological Conservation**, v. 211, p. 85-94, 2017. DOI: 10.1016/j.biocon.2017.05.012.
- BROADBENT E. N. *et al.* Forest fragmentation and edge effects from deforestation and selective logging in the Brazilian Amazon. **Biological Conservation**, v. 141, p. 1745-1757, 2008. DOI: 10.1016/j.biocon.2008.04.024.
- BROADBENT, E. N. *et al.* Recovery of forest structure and spectral properties after selective logging in lowland Bolivia. **Ecological Applications**, v. 16, n. 3, p. 1148-1163, 2006. DOI: 10.1890/1051-0761(2006)016[1148:ROFSAS]2.0.CO;2.
- BUFALO, F. S.; GALETTI, M.; CULOT, L. Seed Dispersal by Primates and Implications for the Conservation of a Biodiversity Hotspot, the Atlantic Forest of South America. **International Journal of Primatology**, v. 37, p. 333-349, 2016. DOI: 10.1007/s10764-016-9903-3.

- CARREÑO-ROCADADO G. *et al.* Effects of disturbance intensity on species and functional diversity in a tropical forest. **Journal of Ecology**, v. 100, n. 6, p. 1453-1463, 2012. DOI: 10.1111/j.1365-2745.2012.02015.x.
- CAVALHEIRO, A. L.; TOREZAN, J. M. D; FADELLI, L. Recuperação de áreas degradadas: procurando por diversidade e funcionamento dos ecossistemas. In: MEDRI, M. E. et al. (Ed.). **A Bacia do Rio Tibagi**. Londrina, 2002. p. 213-224.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. Colombo: EMBRAPA florestas, 2003. v1.
- CHAPIN, F. S. Effects of plant traits on ecosystem and regional processes: a conceptual framework for predicting the consequences of global. *Annals of Botany*, v. 91, n. 4, p. 455-463, 2003. DOI: 10.1093/aob/mcg041.
- CHAVE, J. *et al.* Regional and phylogenetic variation of wood density across 2456 neotropical tree species. **Ecological Applications**, v. 16, n. 6, p. 2356-2367, 2006. DOI: 10.1890/1051-0761(2006)016[2356:RAPVOW]2.0.CO;2.
- CHAVE, J. Towards a worldwide wood economics spectrum. **Ecology Letters**, v. 12, n. 4, p. 351-366, 2009. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2009.01285.x.
- COCHRANE, M. A.; LAURANCE, W. F. Fire as a large-scale edge effect in Amazonian forests. **Journal of Tropical Ecology**, v. 18, n. 3, p. 311- 325, 2002. DOI: 10.1017/S0266467402002237.
- CRAMER, J. M.; MESQUITA, R. C. G.; WILLIAMSON, G. B. Forest fragmentation differentially affects seed dispersal of large and small-seeded tropical trees. **Biological Conservation**, v. 137, p. 415-423, 2007. DOI: 10.1016/j.biocon.2007.02.019.
- DALGAARD, P. **Introductory Statistics with R**. New York: Springer, 2002.
- DÍAZ, S. *et al.* The plant traits that drive ecosystems: evidence from three continents. **Journal of Vegetation Science**, v. 15, n. 3, p. 295-304, 2004. DOI: 10.1111/j.1654-1103.2004.tb02266.x.
- DIDHAM R. K.; LAWTON, J. H. Edge Structure Determines the Magnitude of Changes in Microclimate and Vegetation Structure in Tropical Forest Fragments. **Biotropica**, v. 31, n. 1, p. 17-30, 1999. DOI: 10.1111/J.1744-7429.1999.TB00113.X.
- DOS ANJOS, L. *et al.* Key leaf traits indicative of photosynthetic plasticity in tropical tree species. **Trees**, v. 29, p. 247-258, 2015. DOI: 10.1007/s00468-014-1110-2.
- DURIGAN, G. *et al.* A flora arbustivo-arbórea do Médio Paranapanema: Base para a restauração dos ecossistemas naturais. In: VILAS BÔAS, O.; DURIGAN, G. **Pesquisas em Conservação e Recuperação Ambiental no Oeste Paulista**. São Paulo: Páginas e Letras, 2004, p. 199- 239.

EMBRAPA. **Mapa de solos do estado do Paraná**. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/79053/1/doc96-2007-parana-final.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2018.

EVANS, J. R.; POORTER, H. Photosynthetic acclimation of plants to growth irradiance: the relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain. **Plant, Cell & Environment**, v. 24, p. 755-767, 2001. DOI: 10.1046/j.1365-3040.2001.00724.x.

EWERS, R. M.; BANKS-LEITE, C. Fragmentation Impairs the Microclimate Buffering Effect of Tropical Forests. **Plos ONE**, v. 8, n. 3, p. 1-7, 2013. DOI:10.1371/journal.pone.0058093.

FAO; UNEP. **The State of the World's Forests 2020: Forests, biodiversity and people**. Rome, 2020.

FIGUEIRA, A. M. S. *et al.* Effects of selective logging on tropical forest tree growth. **Journal of Geophysical Research**, v. 113, n.1, p. 1-11, 2008. DOI: 10.1029/2007JG000577.

FOX, J.; Weisberg, S. *An {R} Companion to Applied Regression*, Third Edition. Thousand Oaks CA: Sage. 2019. Disponível em: <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/>. Acesso em: 04 maio 2016.

FRAZER, G. W. *et al.* **Gap Light Analyzer (GLA), version 2.0**. Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York, 1999. 36p.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLANTICA; INPE. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica**. Período 2018-2019. Relatório técnico. São Paulo, 2020. 61p. Disponível em: [https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2020/06/2020\\_Atlas\\_Mata\\_Atlantica\\_2018-2019\\_relatorio\\_tecnico\\_final-1.pdf](https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2020/06/2020_Atlas_Mata_Atlantica_2018-2019_relatorio_tecnico_final-1.pdf). Acesso em: 12 out. 2020.

FUZESSY, L. F.; JANSON, C.; SILVEIRA, A. O. Effects of seed size and frugivory degree on dispersal by Neotropical frugivores. **Acta Oecologica**, v. 93, p. 41-47, 2018. DOI: 10.1016/j.actao.2018.10.004.

GALETTI, M. *et al.* Functional Extinction of Birds Drives Rapid Evolutionary Changes in Seed Size. **Science**, v. 340, n. 6136, p. 1086-1090, 2013. DOI: 10.1126/science.1233774.

GALETTI, M.; PIZO, M. A.; MORELLATO, L. P. C. Diversity of functional traits of fleshy fruits in a species-rich Atlantic rain forest. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 1, p.181-193, 2011. DOI: 10.1590/S1676-06032011000100019.

GARNIER, E. *et al.* Plant functional markers capture ecosystem properties during secondary succession. **Ecology**, v. 85, n. 9, p. 2630-2637, 2004. DOI: 10.1890/03-0799.

- GARNIER, E.; NAVAS, M. L. A trait-based approach to comparative functional plant ecology: concepts, methods and applications for agroecology. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 32, p. 365- 399, 2012. DOI: 10.1007/s13593-011-0036-y.
- GIBSON, L. *et al.* Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. **Nature**, v. 478, p. 1-6, 2011. DOI: 10.1038/nature10425.
- HADDAD, N. M. *et al.* Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. **Science Advances**, v.1, n. 2, p. 1-9, mar. 2015. DOI: 10.1126/sciadv.1500052.
- HANSEN, M. C. *et al.* The fate of tropical forest fragments. **Science Advances**, v. 6, n. 11, p. 1-9, mar. 2020. DOI: 10.1126/sciadv.aax8574.
- HARPER, K. A. *et al.* Edge Influence on Forest Structure and Composition in Fragmented Landscapes. **Biological Conservation**, v. 19, n. 3, p. 768-782, 2005. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2005.00045.x.
- IBÁÑEZ I. *et al.* Assessing the integrated effects of landscape fragmentation on plants and plant communities: the challenge of multiprocess–multiresponse dynamics. **Journal of Ecology**, v. 102, n. 4, 2014, p. 882-895. DOI: 10.1111/1365-2745.12223.
- IMAI, N. *et al.* Effects of selective logging on tree species diversity and composition of Bornean tropical rain forests at different spatial scales. *Plant Ecology*, v. 213, p. 1413-1424, 2012. DOI: 10.1007/s11258-012-0100-y.
- JORDANO, P. *et al.* Differential contribution of frugivores to complex seed dispersal patterns. **PNAS**, v. 104, n. 9, p. 3278-3282, 2007. DOI: 10.1073/pnas.0606793104.
- KAPOS, V. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology**. v. 5, n. 2, p. 173-185, 1989. DOI: 10.1017/S0266467400003448.
- LATIMER, C. E.; ZUCKERBERG, B. Forest fragmentation alters winter microclimates and microrefugia in human-modified landscapes. **Ecography**, v. 40, p. 158-170, 2017. DOI: 10.1111/ecog.02551.
- LAURANCE, W. F. *et al.* Ecosystem Decay of Amazonian Forest Fragments: a 22-Year Investigation. **Conservation Biology**, v. 16, n. 3, p. 605-618, 2002. DOI: 10.1046/j.1523-1739.2002.01025.x.
- LAURANCE, W. F. *et al.* Habitat Fragmentation, Variable Edge Effects, and the Landscape-Divergence Hypothesis. **Plos One**, v. 2, n. 10, 2007. DOI: 10.1371/journal.pone.0001017.
- LAURANCE W. F. *et al.* Rainforest fragmentation kills big trees. **Nature**, v. 404, p. 836, 2000. DOI: 10.1038/35009032.
- LAURANCE, W. F. *et al.* The fate of Amazonian forest fragments: A 32-year investigation. **Biological Conservation**, v. 144, p. 56-67, 2011. DOI: 10.1016/j.biocon.2010.09.021.

LIMA, F. C. M. **Mamíferos de médio e grande porte em sítios de restauração ecológica da Mata Atlântica**: características da paisagem e diversidade funcional. 2018. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4 ed. São Paulo: Nova Odessa: Plantarum, 2002a. v. 1.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2 ed. São Paulo: Nova Odessa: Plantarum, 2002b. v. 2.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 1 ed. São Paulo: Nova Odessa: Plantarum, 2009. v. 3.

LUTZ, J. A. *et al.* Global importance of large-diameter trees. **Global Ecology and Biogeography**, v. 27, n. 7, p. 1-16, 2018. DOI: 10.1111/geb.12747.

MAGNAGO, L. F. S. *et al.* Functional attributes change but functional richness is unchanged after fragmentation of Brazilian Atlantic forests. **Journal of Ecology**, v. 102, p. 475-485, 2014. DOI: 10.1111/1365-2745.12206.

MARKL, J. S. *et al.* Meta-Analysis of the Effects of Human Disturbance on Seed Dispersal by Animals. **Biological Conservation**, v. 26, n. 6, p. 1072-1081, 2012. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2012.01927.x.

MAYFIELD, M. M. *et al.* What does species richness tell us about functional trait diversity? Predictions and evidence for responses of species and functional trait diversity to land-use change. **Global Ecology and Biogeography**, v. 19, p. 423-431, 2010. DOI: 10.1111/j.1466-8238.2010.00532.x.

MACCONKEY, K. R. *et al.* Seed dispersal in changing landscapes. **Biological Conservation**, v. 146, n. 1, p. 1-13, 2012. DOI: 10.1016/j.biocon.2011.09.018.

MELO, F. P. L.; DIRZO, R.; TABARELLI, M. Biased seed rain in forest edges: evidence from the Brazilian Atlantic forest. **Biological Conservation**, v. 132, n.1, p. 50-60, 2006. DOI: 10.1016/j.biocon.2006.03.015.

METZGER, J. P. Tree functional group richness and landscape structure in a Brazilian tropical fragmented landscape. **Ecological Applications**, v. 10, n. 4, p. 1147-1161, 2000. DOI: 10.1890/1051-0761(2000)010[1147:TFGRAL]2.0.CO;2.

MIKICH, S. B.; SILVA, S. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**: v. 15, n. 1, p. 89-113, 2001. DOI:10.1590/S0102-33062001000100010.

MORAES, J.V. **Morfologia e germinação de sementes de *Poecilanthe parviflora* Bentham (Fabaceae - Faboideae)**. 2007. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal, 2007.

MORELLATO, L. P. C. **Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semidecíduas no sudeste do Brasil**. 1991. Tese (Doutorado em Ciências

Biológicas) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

MUHANGUZI, H. D. R.; OBUA, J.; ORYEM-ORIGA, H. The effect of human disturbance on tree species composition and demographic structure in Kalinzu

Forest Reserve, Uganda. **African Journal of Ecology**, v. 45, suppl. 3, p. 2-10, 2007. DOI: 10.1111/j.1365-2028.2007.00844.x.

MURCIA C. Edge effects in fragmented forest: implications for conservation. **Tree**, v. 10, n. 2, p.58-62, fev. 1995. DOI: 10.1016/S0169-5347(00)88977-6.

MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000. DOI: 10.1038/35002501.

NITSCHKE, P. R. *et al.* **Atlas Climático do estado do Paraná**. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 2019, 210p. Disponível em: <http://www.idrparana.pr.gov.br/system/files/publico/agrometeorologia/atlas-climatico/atlas-climatico-do-parana-2019.pdf>. Acesso em 25 maio 2020.

OKSANEN, J. *et al.* **Vegan**: Community Ecology Package. R package version 2.5-6. 2009. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>. Acesso em 25 abr. 2017.

OLIVEIRA, M. A.; GRILLO, A. S.; TABARELLI, M. Forest edge in the Brazilian Atlantic forest: drastic changes in tree species assemblages. **Oryx**, v. 38, n. 4, p. 389-394, 2004. DOI: 10.1017/S0030605304000754.

PAULA, M. D. *et al.* Defaunation impacts on seed survival and its effect on the biomass of future tropical forests. **Oikos**, v. 127, n. 10, 2018. DOI: 10.1111/oik.05084.

PÉREZ-HARGUINDEGUY N. *et al.* New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany** v. 61, p.167-234, 2013. DOI: 10.1071/BT12225.

PERINA, B. B. **Fenologia de espécies arbóreas de uma Floresta Estacional Semidecidual do sul do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

PINTO, S. R. R. *et al.* Landscape attributes drive complex spatial microclimate configuration of Brazilian Atlantic forest fragments. **Tropical Conservation Science**, v. 3, n. 4, p. 399-402, 2010. DOI: 10.1177/194008291000300404.

POORTER, L.; BONGERS, F. Leaf traits are good predictors of plant performance across 53 rain forest species. **Ecology**, v. 87, n. 7, p. 1733- 1743, 2006. DOI: 10.1890/0012-9658(2006)87[1733:LTAGPO]2.0.CO;2.

POORTER, L. *et al.* Are functional traits good predictors of demographic rates? Evidence from five neotropical forests. **Ecology**, v. 89, n. 7, p. 1908-1920, 2008. DOI: 10.1890/07-0207.1

- POORTER, H. *et al.* Causes and consequences of variation in leaf mass per area (LMA): a meta-analysis. **New Phytologist**, v. 182, p. 565-588, 2009. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2009.02830.x.
- PORENSKY, L.; YOUNG, T. P. Edge-Effect Interactions in Fragmented and Patchy Landscapes. **Conservation Biology**, v. 27, n. 3, p. 509-519, jun. 2013. DOI: 10.1111/cobi.12042.
- PÜTZ, S. *et al.* Fragmentation drives tropical forest fragments to early successional states: A modelling study for Brazilian Atlantic forests. **Ecological Modelling**, v. 222, p. 1986-1997, 2011. DOI:10.1016/j.ecolmodel.2011.03.038.
- R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2019. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 20 maio 2019.
- REICH, P. B. The world-wide 'fast-slow' plant economics spectrum: a traits manifesto. **Journal of Ecology**, v. 102, p. 275-301, 2014. DOI: 10.1111/1365-2745.12211.
- 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, p. 1149-1153, 2009. DOI: 10.1016/j.biocon.2009.02.021.
- RIGUEIRA, D. M. G. *et al.* Influência da distância da borda e do adensamento foliar sobre a abundância de plantas pioneiras em um fragmento de floresta tropical submontana na Estação Ecológica de Wenceslau Guimarães (Bahia, Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 1, p. 197-202, 2012. DOI: 10.1590/S0102-33062012000100019.
- SANTIAGO, L. S. Can growth form classification predict litter nutrient dynamics and decomposition rates in Lowland Wet Forest? **Biotropica**, v. 42, n. 1, p. 72-79, 2009. DOI: 10.1111/j.1744-7429.2009.00604.x.
- SANTOS, B. A. *et al.* Drastic erosion in functional attributes of tree assemblages in Atlantic forest fragments of northeastern Brazil. **Biological Conservation**, v. 141, n. 1, p. 249-260, 2008. DOI: 10.1016/j.biocon.2007.09.018.
- STERCK, F. *et al.* Functional traits determine trade-offs and niches in a tropical forest community. **PNAS**, v. 108, n. 51, p. 20627-20632, 2011. DOI: 10.1073/pnas.1106950108.
- TABARELLI, M.; LOPES, A. V. Edge-effects Drive Tropical Forest Fragments Towards an Early-Successional System. **Biotropica**, v. 40, n. 6, p. 657-661, 2008. DOI:10.1111/j.1744-7429.2008.00454.x.
- TERBORGH, J. *et al.* Tree recruitment in an empty forest. **Ecology**, v. 89, n. 6, p. 1757-1768, 2008. DOI: 10.1890/07-0479.1.
- TOREZAN, J. M. D. Nota sobre a vegetação da bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M. E. *et al.* (Ed.). **A Bacia do Rio Tibagi**. Londrina: M. E. Medri, 2002, p. 103-107.

VALLADARES, F. *et al.* Plastic phenotypic response to light of 16 congeneric shrubs from a panamanian rainforest. **Ecology**, v. 81, n. 7, p. 1925-1936, 2000. DOI: 10.1890/0012-9658(2000)081[1925:PPRTLO]2.0.CO;2.

VAN DER PIJL, L. **Principles of Dispersal in Higher Plants**. 3. ed. Berlin: Springer-Verlag, 1982. 218p.

VAN GELDER, H. A.; POORTER, L.; STERCK, F. J. Wood mechanics, allometry, and life-history variation in a tropical rain forest tree community. **New Phytologist**, v. 171, n. 2, p. 367-378, 2006. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2006.01757.x.

VIDAL, M. M.; PIRES, M. M.; GUIMARÃES JR. P. R. Large vertebrates as the missing components of seed-dispersal networks. **Biological Conservation**, v. 163, p. 42-48, 2013. DOI: 10.1016/j.biocon.2013.03.025.

VILLELA, D. M. *et al.* Effect of selective logging on forest structure and nutrient cycling in a seasonally dry Brazilian Atlantic forest. **Journal of Biogeography**, v. 33, p. 506-516, 2006. DOI: 10.1111/j.1365-2699.2005.01453.x.

VIOLLE, C. *et al.* Let the concept of trait be functional! **Oikos**, v. 116, p. 882-892, 2007. DOI: 10.1111/j.2007.0030-1299.15559.x.

VITÓRIA, A.P., ALVES, L. F., SANTIAGO, L. S. Atlantic forest and leaf traits: an overview. **Trees**, v.33, p. 1525-1547, 2019. DOI: 10.1007/s00468-019-01864-z.

ZANGARO, W.; ANDRADE, G. Micorrizas arbusculares em espécies arbóreas nativas da bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M. E. *et al.* (Ed.). **A Bacia do Rio Tibagi**. Londrina, 2002. p. 213-224.

ZANNE, A. E. *et al.* Global wood density database. **Dryad**. Disponível em: <https://datadryad.org/stash/dataset/doi:10.5061/dryad.234>. Acesso em: 10 jan. 2020.

ZUUR, A. F. *et al.* **Mixed Effects models and extensions in Ecology**. New York: Springer, 2009.

WRIGHT, I. J. *et al.* The worldwide leaf economics spectrum. **Nature**, v. 428, p. 821-827, 2004. DOI:10.1038/nature02403.

WRIGHT, S. J. Tropical forests in a changing environment. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 20, n. 10, p.553-560. DOI: 10.1016/j.tree.2005.07.009.

## APÊNDICES

Apêndice A — Riqueza e abundância de espécies em transectos de borda em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Congonhas (CONG) e Alvorada (ALV) foram submetidos a extração seletiva de madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem. PEMG: Parque Estadual Mata dos Godoy

Famílias/Espécies	Abundância		
	PEMG	CONG	ALV
<b>Acanthaceae</b>			
<i>Aphelandra longiflora</i> (Lindl.) Profice	0	0	3
<i>Justicia brasiliana</i> Roth	2	0	0
<b>Anacardiaceae</b>			
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	10	5	41
<b>Annonaceae</b>			
<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	2	1	5
<i>Annona cacans</i> Warm.	1	0	0
<b>Apocynaceae</b>			
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	33	8	12
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.	1	0	0
<b>Asteraceae</b>			
<i>Piptocarpha sellowii</i> (Sch.Bip.) Baker	0	1	0
<b>Bignoniaceae</b>			
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	0	3	0
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	0	1	0
<b>Boraginaceae</b>			
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	1	1	0
<i>Cordia trichoclada</i> DC.	0	0	1
<b>Cannabaceae</b>			
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	2	0	0
<b>Cardiopteridaceae</b>			
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard	0	0	1
<b>Ebenaceae</b>			
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	1	0	0
<b>Euphorbiaceae</b>			
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	85	21	43
<i>Alchornea</i> sp.	10	0	0
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	34	0	0
<b>Fabaceae</b>			
<i>Centroplobium tomentosum</i> Guillem. ex Benth.	0	3	0
<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> (Hassl.) M.J.Silva & A.M.G. Azevedo	11	5	2
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	11	9	21

**continuação Apêndice A**

Famílias/Espécies	Abundância		
	PEMG	CONG	ALV
<b>Fabaceae</b>			
<i>Inga marginata</i> Willd.	27	1	1
<i>Inga striata</i> Benth.	7	1	1
<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	8	24	9
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	1	6	7
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	0	4	6
<i>Poecilanthe parviflora</i> Benth.	0	8	2
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	0	3	0
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	0	1	5
<i>Sweetia fruticosa</i> Spreng.	0	5	0
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	0	1	0
<i>Inga sp.</i>	2	0	0
<i>Inga vera</i> Willd.	0	1	0
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	3	0	1
<i>Machaerium scleroxylon</i> Tul.	1	0	1
<i>Muelleria campestris</i> (Mart. ex Benth.) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo	1	0	0
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	1	0	0
<i>Myroxylon peruiferum</i> L.f	0	1	1
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	4	0	0
<b>Lamiaceae</b>			
<i>Aegiphila mediterranea</i> Vell.	1	0	0
<b>Lauraceae</b>			
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F.Macbr.	4	0	0
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	24	0	0
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	4	0	0
<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez	3	1	0
<i>Ocotea prolifera</i> (Nees & Mart.) Mez	13	6	4
<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	6	0	0
<i>Persea sp.</i>	1	0	0
<b>Lecythidaceae</b>			
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	0	0	1
<b>Loganiaceae</b>			
<i>Strychnos sp.</i>	1	0	0
<b>Malvaceae</b>			
<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook. & Arn.) Hassl.	0	1	1
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	2	1	1
<i>Heliocarpus americanus</i> L.	2	0	0

**continuação Apêndice A**

Famílias/Espécies	Abundância		
	PEMG	CONG	ALV
<b>Melastomataceae</b>			
<i>Miconia buddlejoides</i> Triana	5	0	0
<i>Miconia discolor</i> DC.	1	0	0
<b>Meliaceae</b>			
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	52	0	0
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	78	0	0
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	13	0	0
<i>Trichilia casaretti</i> C. DC.	31	1	1
<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	22	18	20
<i>Trichilia claussemi</i> C. DC.	75	0	0
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	10	6	21
<i>Trichilia pallens</i> C. DC.	14	0	0
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	14	7	12
<i>Melia azedarach</i> L.	1	0	0
<b>Monimiaceae</b>			
<i>Mollinedia clavigera</i> Tul.	24	0	0
<b>Moraceae</b>			
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger et al.	15	7	5
<i>Ficus</i> sp.	2	2	0
<b>Myrtaceae</b>			
<i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk.	4	4	1
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	3	0	3
<i>Eugenia handroi</i> (Mattos) Mattos	0	10	4
<i>Eugenia longipedunculata</i> Nied.	2	0	7
<i>Eugenia neoverrucosa</i> Sobral	13	0	4
<i>Eugenia paracatuana</i> O.Berg	6	6	1
<i>Eugenia ramboi</i> D.Legrand	20	4	5
<i>Neomitranthes glomerata</i> (D.Legrand) D.Legrand	26	0	0
<i>Plinia peruviana</i> (Poir.) Govaerts	3	3	0
<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	9	0	0
<i>Eugenia florida</i> DC.	1	1	0
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D.Legrand & Kausel	1	0	0
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg	1	0	0
<b>Nyctaginaceae</b>			
<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	3	2	3
<i>Pisonia ambigua</i> Heimerl	3	0	0
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	2	0	0

**continuação Apêndice A**

Espécies/Famílias	Abundância		
	PEMG	CONG	ALV
<b>Phyllanthaceae</b>			
<i>Margaritaria nobilis</i> L.f.	1	1	0
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	2	13	3
<i>Seguiera aculeata</i> Jacq.	3	1	3
<b>Picramniaceae</b>			
<i>Picramnia ramiflora</i> Planch.	34	7	2
<b>Piperaceae</b>			
<i>Piper amalago</i> L.	0	1	0
<b>Polygonaceae</b>			
<i>Ruprechtia sp.1</i>	1	0	1
<i>Ruprechtia sp.2</i>	0	0	2
<b>Primulaceae</b>			
<i>Myrsine cf. umbellata</i> Mart.	3	0	1
<b>Rhamnaceae</b>			
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	0	0	1
<b>Rosaceae</b>			
<i>Prunus sp.</i>	2	0	0
<b>Rubiaceae</b>			
<i>Coffea arabica</i> L.	6	0	0
<i>Psychotria suterella</i> Müll.Arg.	4	0	0
<i>Randia sp.</i>	0	0	1
<i>Rudgea sp.</i>	1	0	0
<b>Rutaceae</b>			
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	11	5	11
<i>Metrodorea nigra</i> A.St.-Hil.	0	54	0
<i>Citrus sp.</i>	0	2	0
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.	2	0	0
<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	0	2	1
<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lam.	0	0	1
<b>Salicaceae</b>			
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	3	0	0
<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	5	7	5
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	3	0	0
<i>Prockia crucis</i> P.Browne ex L.	1	2	0
<b>Sapindaceae</b>			
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	0	3	4
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil et al.) Hieron. ex Niederl.	0	0	2

**continuação Apêndice A**

Espécies/Famílias	Abundância		
	PEMG	CONG	ALV
<b>Sapindaceae</b>			
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	2	0	0
<b>Sapotaceae</b>			
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	14	12	7
<b>Solanaceae</b>			
<i>Solanum argenteum</i> Dunal	2	0	0
<i>Solanum cf. caavurana</i> Vell.	1	0	0
<b>Urticaceae</b>			
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	0	1	0
<b>Violaceae</b>			
<i>Pombalia bigibbosa</i> (A.S.Hil.) Paula-Souza	2	0	0
<b>Indeterminadas</b>	13	2	2
<b>TOTAL</b>	890	307	304

Apêndice B — Características funcionais das 60 espécies mais abundantes nos três fragmentos de Floresta Estacional considerados nessa pesquisa. AFE: Área Foliar Específica; EF: Espessura Foliar; DM: Densidade da madeira; DS: Diâmetro da Semente; SD: Síndrome de Dispersão.

Espécies	AFE (cm <sup>2</sup> /g)	EF (mm)	DM (g/cm <sup>3</sup> )	DS (mm)	SD	Grupo ecológico	Deciduidade
<b>Anacardiaceae</b>							
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	105,96	0,13	0,62	1,88	Anemocoria	Pioneira	Decídua
<b>Annonaceae</b>							
<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	173,99	0,15	0,53	7,8	Zoocoria	Pioneira	Semidecídua
<b>Apocynaceae</b>							
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	112,95	0,20	0,71	8,8	Anemocoria	Não pioneira	Perene
<b>Euphorbiaceae</b>							
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	127,35	0,20	0,61	3,46	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<i>Alchornea</i> sp.	124,61	0,24	0,39	4,5	Zoocoria	Pioneira	Semidecídua
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	149,39	0,29	0,42	3,3	Autocoria	Pioneira	Decídua
<b>Fabaceae</b>							
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillem. ex Benth.	113,76	0,22	0,67	9,6	Anemocoria	Pioneira	Decídua
<i>Dahlstedtia muehlbergiana</i> (Hassl.) M.J.Silva & A.M.G. Azevedo	134,24	0,19	0,52	11,80	Anemocoria	Pioneira	Decídua
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	128,64	0,13	0,71	2	Zoocoria	Não pioneira	Semidecídua
<i>Inga marginata</i> Willd.	150,39	0,16	0,58	9	Zoocoria	Pioneira	Perene
<i>Inga striata</i> Benth.	131,06	0,20	0,53	3,18	Zoocoria	Pioneira	Semidecídua
<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	179,43	0,11	0,61	7,00	Anemocoria	Pioneira	Semidecídua
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	102,81	0,12	0,61	10,00	Anemocoria	Pioneira	Decídua
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	118,40	0,09	0,56	8,00	Anemocoria	Pioneira	Semidecídua

continuação Apêndice B

Espécies	AFE (cm <sup>2</sup> /g)	EF (mm)	DM (g/cm <sup>3</sup> )	DS (mm)	SD	Grupo ecológico	Deciduidade
<b>Fabaceae</b>							
<i>Poecilanthe parviflora</i> Benth.	91,43	0,19	0,73	14,13	Anemocoria	Não pioneira	Semidecídua
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	74,16	0,22	0,65	7,50	Anemocoria	Pioneira	Decídua
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	103,99	0,10	0,57	1,39	Anemocoria	Pioneira	Semidecídua
<i>Sweetia fruticosa</i> Spreng.	203,75	0,09	0,78	7,01	Anemocoria	Não pioneira	Semidecídua
<b>Lauraceae</b>							
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F.Macbr.	179,07	0,25	0,63	12,50	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	129,69	0,17	0,51	9	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	134,73	0,17	0,54	10,60	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez	137,80	0,16	0,54	8,00	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<i>Ocotea prolifera</i> (Nees & Mart.) Mez	128,34	0,17	0,54	8,12	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	122,09	0,19	0,54	12,75	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<b>Melastomataceae</b>							
<i>Miconia buddlejoides</i> Triana	143,30	0,17	0,63	1,00	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<b>Meliaceae</b>							
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	78,53	0,24	0,43	9,00	Zoocoria	Não pioneira	Semidecídua
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	112,97	0,31	0,47	10	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	127,59	0,23	0,51	8,6	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<i>Trichilia casaretti</i> C. DC.	148,65	0,14	0,56	8,00	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	122,23	0,14	0,60	5,00	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<i>Trichilia claussenii</i> C. DC.	146,44	0,11	0,61	9	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	144,37	0,10	0,56	6,9	Zoocoria	Não pioneira	Perene

continuação Apêndice B

Espécies	AFE (cm <sup>2</sup> /g)	EF (mm)	DM (g/cm <sup>3</sup> )	DS (mm)	SD	Grupo ecológico	Deciduidade
<b>Meliaceae</b>							
<i>Trichilia pallens</i> C. DC.	151,20	0,18	0,56	5,00	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	171,44	0,15	0,49	6,00	Zoocoria	Não pioneira	Semidecídua
<b>Monimiaceae</b>							
<i>Mollinedia clavigera</i> Tul.	186,86	0,22	0,63	4,9	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<b>Moraceae</b>							
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger et al.	124,65	0,29	0,56	9,80	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<b>Myrtaceae</b>							
<i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk.	180,59	0,16	0,76	8,60	Zoocoria	Não pioneira	Decídua
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	208,62	0,13	0,81	4,90	Zoocoria	Não pioneira	Decídua
<i>Eugenia handroi</i> (Mattos) Mattos	181,94	0,15	0,77	8,34	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<i>Eugenia longipedunculata</i> Nied.	119,43	0,18	0,77	5,50	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<i>Eugenia neoverrucosa</i> Sobral	132,88	0,15	0,77	18,00	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<i>Eugenia paracatuana</i> O.Berg	150,36	0,15	0,77	5,00	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<i>Eugenia ramboi</i> D.Legrand	163,66	0,14	0,77	5,30	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<i>Neomitranthes glomerata</i> (D.Legrand) D.Legrand	119,75	0,15	0,79	11	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<i>Plinia peruviana</i> (Poir.) Govaerts	172,17	0,13	0,76	10,00	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	129,70	0,13	0,95	8,70	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<b>Nyctaginaceae</b>							
<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	214,95	0,16	0,34	2,6	Anemocoria	Pioneira	Semidecídua

**continuação Apêndice B**

Espécies	AFE	EF (mm)	DM	DS (mm)	SD	Grupo	Deciduidade
----------	-----	---------	----	---------	----	-------	-------------

	(cm <sup>2</sup> /g)		(g/cm <sup>3</sup> )		ecológico		
<b>Nyctaginaceae</b>							
<i>Pisonia ambigua</i> Heimerl	251,43	0,22	0,35	3,30	Zoocoria	Pioneira	Semidecídua
<b>Phytolaccaceae</b>							
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	111,14	0,24	0,49	6,5	Anemocoria	Pioneira	Semidecídua
<i>Sequiaria aculeata</i> Jacq.	170,05	0,17	0,59	5,26	Anemocoria	Pioneira	Semidecídua
<b>Picramniaceae</b>							
<i>Picramnia ramiflora</i> Planch.	133,61	0,15	0,74	5,04	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<b>Rubiaceae</b>							
<i>Coffea arabica</i> L.	189,39	0,22	0,66	5	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<b>Rubiaceae</b>							
<i>Psychotria suterella</i> Müll.Arg.	300,05	0,14	0,66	4,12	Zoocoria	Não pioneira	Perene
<b>Rutaceae</b>							
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	99,15	0,22	0,63	12	Anemocoria	Não pioneira	Semidecídua
<i>Metrodorea nigra</i> A.St.-Hil.	137,43	0,20	0,68	5,00	Autocoria	Não pioneira	Perene
<b>Salicaceae</b>							
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	241,72	0,10	0,66	6,00	Zoocoria	Pioneira	Semidecídua
<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	136,77	0,14	0,69	6,40	Zoocoria	Pioneira	Semidecídua
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	159,70	0,14	0,61	1,30	Zoocoria	Pioneira	Perene
<b>Sapindaceae</b>							
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	118,97	0,21	0,64	7,40	Zoocoria	Pioneira	Semidecídua
<b>Sapotaceae</b>							
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	119,71	0,19	0,54	9,92	Zoocoria	Não pioneira	Semidecídua

Apêndice C — Correlações entre as variáveis microclimáticas e abertura do dossel em fragmento de Floresta Estacional

Semidecidual sem exploração madeireira — PEMG. <sup>1</sup>coeficientes de correlação de Pearson; demais: coeficientes de correlação de Spearman. Em negrito, valores dos coeficientes para  $p < 0,10$

PEMG	Abertura do dossel úmida	Abertura do dossel seca	Temp. max. úmida	Temp. max. seca	Amplitude térmica úmida	Amplitude térmica seca	Umidade mínima úmida	Umidade mínima seca
Abertura do dossel úmida	1							
Abertura do dossel seca	-	1						
Temp. max. úmida	-	-	1					
Temp. max. seca	-	0,26	-	1				
Amplitude térmica úmida	-	-	<b>0,87</b>	-	1			
Amplitude térmica seca	-	0,069 <sup>1</sup>	-	<b>0,90</b>	-	1		
Umidade mínima úmida	-	-	-0,19	-	<b>-0,43</b>	-	1	
Umidade mínima seca	-	-0,05 <sup>1</sup>	-	<b>-0,73</b>	-	<b>-0,71</b>	-	1

Apêndice D — Correlações entre as variáveis microclimáticas e abertura do dossel em fragmento de Floresta Estacional

Semidecidual com exploração seletiva da madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem — Congonhas. <sup>1</sup>coeficientes de correlação de Pearson; demais: coeficientes de correlação de Spearman. Em negrito, valores dos coeficientes para  $p < 0,10$

Congonhas	Abertura Dossel úmida	Abertura Dossel seca	Temp. max. úmida	Temp. max. seca	Amplitude térmica úmida	Amplitude térmica seca	Umidade mínima úmida	Umidade mínima seca
Abertura Dossel úmida	1							
Abertura Dossel seca	-	1						
Temp. max. úmida	-	-	1					
Temp. max. seca	-	0,40 <sup>1</sup>	-	1				
Amplitude térmica úmida	-	-	<b>0,92</b>	-	1			
Amplitude térmica seca	-	0,16 <sup>1</sup>	-	<b>0,90<sup>1</sup></b>	-	1		
Umidade mínima úmida	-	-	<b>-0,89</b>	-	<b>-0,89</b>	-	1	
Umidade mínima seca	-	-0,45 <sup>1</sup>	-	<b>-0,83<sup>1</sup></b>	-	<b>-0,60<sup>1</sup></b>	-	1

Apêndice E — Correlações entre as variáveis microclimáticas e abertura do dossel em fragmento de Floresta Estacional

Semidecidual com exploração seletiva da madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem — Alvorada. <sup>1</sup>coeficientes de correlação de Pearson; demais: coeficientes de correlação de Spearman. Em negrito, valores dos coeficientes com  $p < 0,10$

Alvorada	Abertura Dossel úmida	Abertura Dossel seca	Temp. max. úmida	Temp. max. seca	Amplitude térmica úmida	Amplitude térmica seca	Umidade mínima úmida	Umidade mínima seca
Abertura Dossel úmida	1							
Abertura Dossel seca	-	1						
Temp. max. úmida	-	-	1					
Temp. max. seca	-	0,06 <sup>1</sup>	-	1				
Amplitude térmica úmida	-	-	<b>0,92<sup>1</sup></b>	-	1			
Amplitude térmica seca	-	-0,21 <sup>1</sup>	-	<b>0,80<sup>1</sup></b>	-	1		
Umidade mínima úmida	-	-	<b>-0,92<sup>1</sup></b>	-	<b>-0,74<sup>1</sup></b>	-	1	
Umidade mínima seca	-	0,20 <sup>1</sup>	-	<b>-0,90<sup>1</sup></b>	-	<b>-0,67<sup>1</sup></b>	-	1

Apêndice F — Melhores modelos lineares generalizados (GLM) para as variáveis microclimáticas em função da distância da borda e estação em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Congonhas e Alvorada foram submetidos a extração seletiva de madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem.  $.0,05 < p < 0,10$ ;  $*0,01 < p < 0,05$ ;  $**0,001 < p < 0,01$ ;  $***0 < p < 0,001$ . Valores da distribuição quasibinomial não transformados

<b>Locais</b>	<b>Variável resposta</b>	<b>Distribuição utilizada</b>	<b>Parâmetros do modelo</b>	<b>Coefficientes (erro padrão)</b>
<b>PEMG</b>	Temperatura máxima	Gamma (link=identity)	Intercepto	23,943 (0,259)**
			Distância da borda	-0,004 (0,001)**
			Estação úmida	0,714 (0,266)**
	Amplitude térmica	Gamma (link=identity)	Intercepto	11,178 (0,281)***
			Distância da borda	-0,003 (0,001)*
			Estação úmida	-3,640 (0,262)***
	Umidade mínima	Quasibinomial	Intercepto	0,321 (0,059)***
			Distância da borda	0,001 (0,0003)***
			Estação úmida	1,452 (0,073)***
<b>Congonhas</b>	Temperatura máxima	Gaussian	Intercepto	27,039 (0,320)***
			Distância da borda	-0,004 (0,002)*
	Amplitude térmica	Gamma (link=identity)	Intercepto	14,251 (0,475)***
			Distância da borda	-0,004 (0,002) .
			Estação úmida	-4,979 (0,431)***
	Umidade mínima	Quasibinomial	Intercepto	0,111 (0,087)
			Distância da borda	0,001 (0,0005)*
			Estação úmida	1,152 (0,095)***
	<b>Alvorada</b>	Amplitude térmica	Gamma (link=identity)	Intercepto
Estação úmida				-5,275 (0,529)***
Umidade mínima		Quasibinomial	Intercepto	0,062 (0,065)
			Estação úmida	1,215 (0,110)***

Apêndice G — Variáveis microclimáticas e abertura do dossel em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Congonhas e Alvorada foram submetidos a extração seletiva de madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem. Os valores representam as médias diárias para o período e entre parênteses o desvio padrão. U: estação úmida; S: estação seca

Locais	Variáveis	Distâncias da borda						
		0	55	110	165	220	250	
<b>PEMG</b>	Abertura do dossel (%) - U	8 (±4,73)	5,99 (±1,34)	7,26 (±3,14)	9,68 (±4,05)	7,05 (±3,74)	9,86 (±6,83)	
	Abertura do dossel (%) - S	13,48 (±7,16)	9,35 (±1,67)	11,76 (±3,70)	17,59 (±8,62)	11,40 (±2,11)	16,76 (±10,85)	
	Temperatura máxima (°C) - U	25,80 (±1,36)	23,63 (±0,38)	23,68 (±0,38)	23,75 (±0,57)	23,92 (±0,14)	23,95 (±0,44)	
	Temperatura máxima - S	24,51 (±0,86)	23,10 (±1,10)	23,52 (±1,73)	23,22 (±1,06)	22,98 (±0,30)	23,23 (±0,48)	
	Amplitude térmica - U	8,55 (±1,4)	6,70 (±0,38)	6,57 (±0,61)	6,89 (±0,39)	6,75 (±0,22)	6,93 (±0,34)	
	Amplitude térmica - S	11,73 (±1,09)	10,41 (±1,32)	10,74 (±1,64)	10,64 (±1,16)	10,23 (±0,30)	10,58 (±0,49)	
	Umidade mínima - U	81,46 (±6,52)	88,90 (±3,50)	89,39 (±2,12)	86,44 (±0,22)	89,56 (±1,97)	89,70 (±2,24)	
	Umidade mínima - S	55 (±3,70)	62,97 (±5,21)	64,93 (±4,58)	63,10 (±2,49)	64,59 (±2,60)	64,78 (±3,75)	
	<b>Congonhas</b>							
		Abertura do dossel - U	4,16 (±5,49)	7,17 (±6,89)	6,69 (±0,33)	5,85 (±2,65)	8,14 (±4,32)	8,49 (±2,06)
	Abertura do dossel - S	14,10 (±4,51)	14,67 (±4,76)	7,15 (0)	9,79 (±2,48)	17,38 (±1,42)	13,60 (±2,61)	
	Temperatura máxima - U	28,34 (0)	26,71 (±0,26)	26,12 (±0,50)	26,20 (±0,02)	28,24 (0)	25,93 (±0,06)	
	Temperatura máxima - S	27,61 (±0,56)	26,58 (±0,45)	25,37 (±0,41)	25,91 (±0,76)	26,61 (±0,33)	25,75 (±0,84)	

continuação Apêndice G

Locais	Variáveis	Distancias da borda					
		0	55	110	165	220	250
<b>Congonhas</b>	Amplitude térmica - U	9,63 (0)	8,82 (±0,60)	8,24 (±0,37)	8,22 (±0,02)	10,76 (0)	7,70 (±0,35)
	Amplitude térmica - S	15,03 (±1,27)	14,26 (±1,04)	12,99 (±0,61)	13,36 (±0,91)	13,79 (±0,52)	12,55 (±0,26)
	Umidade mínima - U	67,37 (0)	81,14 (±1,21)	82,88 (±2,96)	82,21 (±1,12)	75,03 (0)	84,87 (±1)
	Umidade mínima - S	51,14 (±1,73)	56,51 (±0,69)	60 (±1,60)	56,83 (±2,96)	55,38 (±0,87)	58,83 (±5,04)
<b>Alvorada</b>							
	Abertura do dossel - U	6,41 (±0,41)	11,47 (±10,63)	13,78 (±1,07)	6,65 (±2,31)	4,72 (±1,86)	5,78 (±0,62)
	Abertura do dossel - S	9,86 (±0,80)	15,30 (±7,30)	19,54 (±1,35)	14,19 (±8,49)	12,79 (±2,58)	11,94 (±1,42)
	Temperatura máxima - U	28,89 (±0,04)	26,84 (0)	26,97 (±0,33)	26,43 (±0,61)	26,92 (0)	28,58 (0)
	Temperatura máxima - S	28,88 (±0,54)	27,46 (±0,35)	27,99 (±0,09)	26,57 (±0,54)	27,79 (±1,38)	27,72 (±1,32)
	Amplitude térmica - U	9,93 (±0,35)	7,68 (0)	8,36 (±0,09)	7,61 (±0,33)	8,66 (0)	10,84 (0)
	Amplitude térmica - S	15,11 (±1,19)	13,37 (±1,30)	14,47 (±0,11)	12,53 (0)	14,66 (±0,41)	14,16 (±0,56)
	Umidade mínima - U	65,99 (±2,70)	78,79 (0)	80,86 (±4,41)	80 (±4,02)	78,61 (0)	72,89 (0)
	Umidade mínima - S	42,92 (±0,41)	49,83 (±0,84)	49,46 (±0,73)	51,89 (±1,56)	48,41 (±3,14)	48,09 (±5,45)

Apêndice H — Melhores modelos lineares generalizados (GLM) para a abertura do dossel em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Congonhas e Alvorada foram submetidos a extração seletiva de madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem.  $.0,05 < p < 0,10$ ;  $*0,01 < p < 0,05$ ;  $**0,001 < p < 0,01$ ;  $***0 < p < 0,001$

<b>Locais</b>	<b>Distribuição utilizada</b>	<b>Parâmetros do modelo</b>	<b>Coefficientes (erro padrão)<sup>1</sup></b>
PEMG	Quasibinomial	Intercepto	-1,86 (0,095)***
		Estação úmida	-0,579 (0,152)***
Congonhas	Quasibinomial	Intercepto	-1,920 (0,114)***
		Estação úmida	-0,705 (0,190)**
Alvorada	Quasibinomial	Intercepto	-1,820 (0,131)***
		Estação úmida	-0,603 (0,212)**

Apêndice I — Melhores modelos lineares generalizados (GLM) para as características funcionais em função da distância da borda em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Congonhas e Alvorada foram submetidos a extração seletiva de madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem.  $.0,05 < p < 0,10$ ;  $*0,01 < p < 0,05$ ;  $**0,001 < p < 0,01$ ;  $***0 < p < 0,001$ . Valores da distribuição quasibinomial não transformados

Locais	Variável resposta	Distribuição utilizada	Parâmetros do modelo	Coefficientes (erro padrão)
PEMG	EF	Gamma (link=identity)	Intercepto	$2,015 \times 10^{-1}$ ( $5,333 \times 10^{-3}$ ) <sup>***</sup>
			Distância da borda	$-9,478 \times 10^{-5}$ ( $3,389 \times 10^{-5}$ ) <sup>**</sup>
	DM	Gamma (link=identity)	Intercepto	$5,558 \times 10^{-1}$ ( $9,823 \times 10^{-3}$ ) <sup>***</sup>
			Distância da borda	$2,735 \times 10^{-4}$ ( $6,738 \times 10^{-5}$ ) <sup>***</sup>
	Sementes grandes zoocóricas	Binomial	Intercepto	-4,133 (0,463) <sup>***</sup>
			Distância da borda	0,005 (0,002) <sup>*</sup>
	Autocórica	Quasibinomial	Intercepto	-2,074 (0,376) <sup>***</sup>
			Distância da borda	-0,0133 (0,004) <sup>**</sup>
	Iniciais	Quasibinomial	Intercepto	-1,256 (0,232) <sup>***</sup>
			Distância da borda	-0,003 (0,001).
	Tardias	Quasibinomial	Intercepto	1,256 (0,232) <sup>***</sup>
			Distância da borda	0,003 (0,001).
	Decíduas	Quasibinomial	Intercepto	-2,047 (0,274) <sup>***</sup>
			Distância da borda	-0,003 (0,002).
Semidecíduas		Intercepto	-1,009 (0,194) <sup>***</sup>	
		Distância da borda	-0,004 (0,001) <sup>**</sup>	
Perenes		Intercepto	0,494 (0,189) <sup>*</sup>	
		Distância da borda	0,005 (0,001) <sup>**</sup>	

**continuação Apêndice I**

<b>Locais</b>	<b>Variável resposta</b>	<b>Distribuição utilizada</b>	<b>Parâmetros do modelo</b>	<b>Coefficientes (erro padrão)</b>
<b>Congonhas</b>	AFE	Gamma (link=identity)	Intercepto	145,765 (4,178)***
			Distância da borda	-0,061 (0,026)*
	Iniciais	Quasibinomial	Intercepto	-0,309 (0,333)
			Distância da borda	-0,004 (0,002).
	Tardias	Quasibinomial	Intercepto	0,309 (0,333)
			Distância da borda	0,004 (0,002).

Apêndice J — Resultado da análise *envfit* com as relações das variáveis microclimáticas e abertura do dossel com os componentes principais (PC1, PC2) das características funcionais das plantas em três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Congonhas e Alvorada foram submetidos a extração seletiva de madeira há cerca de 40 anos antes da amostragem.  $r^2$ = coeficiente de determinação. Valores de  $p \leq 0,10$  destacados em negrito.

<b>Locais</b>	<b>Variáveis</b>	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>	<b>r<sup>2</sup></b>	<b>p</b>
<b>PEMG</b>	Abertura dossel úmida	-0.84680	0.53192	0.1286	0.240
	Abertura dossel seca	-0.66100	0.75038	0.0661	0.499
	Temperatura máx. úmida	-0.98470	-0.17424	0.8019	<b>0.001</b>
	Amplitude térmica úmida	-0.96433	-0.26472	0.7851	<b>0.001</b>
	Umidade mín. úmida	0.88536	0.46491	0.3989	<b>0.012</b>
	Temperatura máx. seca	-0.88946	-0.45701	0.3898	<b>0.012</b>
	Amplitude térmica seca	-0.86335	-0.50460	0.3445	<b>0.018</b>
	Umidade mín. seca	0.82942	0.55863	0.6202	<b>0.001</b>
	<b>Congonhas</b>	Abertura dossel úmida	0.05390	-0.99855	0.3288
Abertura dossel seca		-0.31241	-0.94995	0.4558	0.127
Temperatura máx. úmida		-0.95502	-0.29653	0.2743	0.360
Amplitude térmica úmida		-0.99686	-0.07922	0.1517	0.600
Umidade mín. úmida		0.89723	0.44156	0.4407	0.129
Temperatura máx. seca		-0.73368	-0.67949	0.0344	0.899
Amplitude térmica seca		-0.98258	0.18586	0.0333	0.857
Umidade mín. seca		0.90968	0.41531	0.1868	0.504
<b>Alvorada</b>		Abertura dossel úmida	-0.34206	-0.93968	0.3473
	Abertura dossel seca	-0.29134	-0.95662	0.0742	0.801
	Temperatura máx. úmida	-0.88105	0.47302	0.7500	<b>0.022</b>
	Amplitude térmica úmida	-0.84939	0.52777	0.4917	0.139
	Umidade mín. úmida	0.79938	-0.60082	0.7549	<b>0.016</b>
	Temperatura máx. seca	-0.99059	0.13685	0.6622	<b>0.042</b>
	Amplitude térmica seca	-0.99794	0.06418	0.4125	0.217
	Umidade mín. seca	0.88688	-0.46201	0.6805	<b>0.033</b>

Apêndice K — Correlações entre as variáveis microclimáticas, abertura do dossel e características funcionais em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual sem exploração seletiva da madeira — PEMG. <sup>1</sup>coeficientes de correlação de Pearson; demais: coeficientes de correlação de Spearman. Em negrito, valores dos coeficientes para  $p < 0,10$ .

PEMG	AFE	EF	DM	DS	Zoocóricas	Anemocóricas	Autocóricas	Iniciais	Tardias	Decíduas	Semidecíduas	Perenifólicas
Abertura do dossel úmida	0,10 <sup>1</sup>	0,26	0,03	0,13 <sup>1</sup>	<b>-0,30</b>	0,006	0,16	0,08	-0,08	0,03	0,09 <sup>1</sup>	0,06
Abertura do dossel seca	-0,25 <sup>1</sup>	0,29	0,11	0,29 <sup>1</sup>	-0,09	0,16	-0,06	-0,04	0,04	0,10	0,14 <sup>1</sup>	0,08
Temp. max. úmida	-0,25	0,31	-0,11	-0,30	<b>-0,64</b>	0,06	<b>0,58</b>	<b>0,52</b>	<b>-0,52</b>	<b>0,37</b>	<b>0,40</b>	<b>-0,57</b>
Temp. max. seca	<b>-0,31</b>	0,26	<b>-0,33</b>	<b>-0,39</b>	<b>-0,35</b>	-0,004	0,27	<b>0,40</b>	<b>-0,40</b>	0,27	<b>0,57</b>	<b>-0,64</b>
Amplitude térmica úmida	<b>-0,36</b>	<b>0,46</b>	-0,05	<b>-0,38</b>	<b>-0,51</b>	<b>-0,08</b>	<b>0,64</b>	<b>0,52</b>	<b>-0,52</b>	<b>0,36</b>	<b>0,37</b>	<b>-0,55</b>
Amplitude térmica seca	-0,25 <sup>1</sup>	0,17	-0,12	<b>-0,43<sup>1</sup></b>	-0,23	-0,15	0,28	0,30	-0,30 <sup>1</sup>	0,22	<b>0,43<sup>1</sup></b>	<b>-0,51</b>
Umidade mínima úmida	0,45	<b>-0,55</b>	0,20	0,31	0,19	0,01	-0,21	-0,07	0,07	-0,08	-0,11	0,13
Umidade mínima seca	<b>0,47<sup>1</sup></b>	<b>-0,48</b>	<b>0,42</b>	<b>0,49<sup>1</sup></b>	0,23	0,18	-0,36	-0,30	0,30	<b>-0,32</b>	<b>-0,48</b>	<b>0,53</b>

Apêndice L — Correlações entre as variáveis microclimáticas, abertura do dossel e características funcionais em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual submetido a exploração seletiva da madeira há cerca de 40 anos — Congonhas. <sup>1</sup> coeficientes de correlação de Pearson; demais: coeficientes de correlação de Spearman. Em negrito, valores dos coeficientes para  $p < 0,10$

Congonhas	AFE	EF	DM	DS	Zoocóricas	Anemocóricas	Autocóricas	Iniciais	Tardias	Decíduas	Semidecíduas	Perenifólias
Abertura Dossel úmida	0,14	-0,30	-0,05	0,39	0,44	0,30	<b>-0,50</b>	-0,19	0,19	-0,21	0,03	0,14
Abertura Dossel seca	-0,21	-0,22 <sup>1</sup>	0,32 <sup>1</sup>	0,14 <sup>1</sup>	0,18 <sup>1</sup>	-0,02 <sup>1</sup>	-0,45 <sup>1</sup>	-0,009 <sup>1</sup>	0,14 <sup>1</sup>	0,06	-0,42	0,49 <sup>1</sup>
Temp. max. úmida	<b>0,56</b>	<b>-0,70</b>	-0,25	-0,09	0,35	<b>0,59</b>	<b>-0,64</b>	<b>0,75</b>	<b>-0,75</b>	0,42	0,08	<b>-0,58</b>
Temp. max. seca	0,13	-0,28 <sup>1</sup>	<b>0,54<sup>1</sup></b>	-0,06 <sup>1</sup>	0,16 <sup>1</sup>	-0,47 <sup>1</sup>	-0,10 <sup>1</sup>	0,20 <sup>1</sup>	-0,12 <sup>1</sup>	0,23	-0,23	-0,15 <sup>1</sup>
Amplitude térmica úmida	0,66	<b>-0,63<sup>1</sup></b>	-0,12 <sup>1</sup>	-0,29 <sup>1</sup>	0,20 <sup>1</sup>	0,38 <sup>1</sup>	-0,32 <sup>1</sup>	0,37 <sup>1</sup>	-0,37 <sup>1</sup>	0,41	0,006	-0,09 <sup>1</sup>
Amplitude térmica seca	0,21	-0,24 <sup>1</sup>	0,38 <sup>1</sup>	<b>-0,10<sup>1</sup></b>	0,17 <sup>1</sup>	-0,43 <sup>1</sup>	-0,05 <sup>1</sup>	0,24 <sup>1</sup>	-0,18 <sup>1</sup>	0,41	<b>-0,34</b>	<b>0,04<sup>1</sup></b>
Umidade mínima úmida	<b>-0,68</b>	<b>0,72</b>	0,12	0,30	-0,49	-0,28	0,54	<b>-0,67</b>	<b>0,67</b>	-0,22	-0,10	0,49
Umidade mínima seca	-0,23	0,46 <sup>1</sup>	-0,42 <sup>1</sup>	0,18 <sup>1</sup>	-0,09 <sup>1</sup>	0,31 <sup>1</sup>	0,24 <sup>1</sup>	-0,42 <sup>1</sup>	0,33 <sup>1</sup>	0,07	0,03	0,06 <sup>1</sup>

Apêndice M— Correlações entre as variáveis microclimáticas, abertura do dossel e características funcionais em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual submetido a exploração seletiva da madeira há cerca de 40 anos — Alvorada. <sup>1</sup> coeficientes de correlação de Pearson; demais: coeficientes de correlação de Spearman. Em negrito, valores dos coeficientes para  $p < 0,10$ .

Alvorada	AFE	EF	DM	DS	Zoocóricas	Anemocóricas	Iniciais	Tardias	Decíduas	Semidecíduas	Perenifólias
Abertura Dossel úmida	-0,24 <sup>1</sup>	-0,003	-0,08 <sup>1</sup>	0,20	-0,15 <sup>1</sup>	0,18 <sup>1</sup>	0,07 <sup>1</sup>	-0,22	0,36	0,29 <sup>1</sup>	-0,29 <sup>1</sup>
Abertura Dossel seca	-0,25 <sup>1</sup>	-0,08	0,21 <sup>1</sup>	-0,09	0,03 <sup>1</sup>	0,11 <sup>1</sup>	0,01 <sup>1</sup>	0,01	0,41	0,06 <sup>1</sup>	-0,17 <sup>1</sup>
Temp. max. úmida	<b>0,63<sup>1</sup></b>	<b>-0,58</b>	0,08 <sup>1</sup>	0,30	<b>-0,63<sup>1</sup></b>	<b>0,67<sup>1</sup></b>	<b>0,84<sup>1</sup></b>	<b>-0,76</b>	0,27	<b>0,69<sup>1</sup></b>	<b>-0,59<sup>1</sup></b>
Temp. max. seca	0,44 <sup>1</sup>	-0,47	-0,02 <sup>1</sup>	0,22	-0,46 <sup>1</sup>	<b>0,55<sup>1</sup></b>	<b>0,66<sup>1</sup></b>	<b>-0,56</b>	<b>0,51</b>	0,09 <sup>1</sup>	-0,43 <sup>1</sup>
Amplitude térmica úmida	0,68 <sup>1</sup>	<b>-0,60</b>	0,12 <sup>1</sup>	0,42	-0,56 <sup>1</sup>	0,61 <sup>1</sup>	0,66 <sup>1</sup>	-0,55	0,17	0,51 <sup>1</sup>	-0,40 <sup>1</sup>
Amplitude térmica seca	0,39 <sup>1</sup>	-0,25	-0,04 <sup>1</sup>	0,38	<b>-0,54<sup>1</sup></b>	<b>0,59<sup>1</sup></b>	<b>0,59<sup>1</sup></b>	-0,39	<b>0,52</b>	-0,03 <sup>1</sup>	-0,32 <sup>1</sup>
Umidade mínima úmida	<b>-0,61<sup>1</sup></b>	<b>0,65</b>	-0,06 <sup>1</sup>	-0,06	0,50 <sup>1</sup>	-0,51 <sup>1</sup>	<b>-0,78<sup>1</sup></b>	<b>0,65</b>	-0,05	<b>-0,74<sup>1</sup></b>	0,53 <sup>1</sup>
Umidade mínima seca	<b>-0,66<sup>1</sup></b>	0,43	-0,01 <sup>1</sup>	-0,39	0,40 <sup>1</sup>	-0,46 <sup>1</sup>	<b>-0,64<sup>1</sup></b>	<b>0,56</b>	-0,33	-0,29 <sup>1</sup>	0,39 <sup>1</sup>

Apêndice N — Boxplots da AFE e da DM entre grupos ecológicos (Iniciais e Tardias) de espécies de fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. As faixas escuras dentro das caixas representam a mediana, os asteriscos e valores em vermelho as médias, e os limites das caixas os 1º e 3º quartis. Letras diferentes ao lado dos valores das médias representam diferenças estatística entre os valores, letras iguais, os valores estatisticamente iguais (Teste t,  $p < 0,05$ )

