



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS - INBIO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL



RELAÇÃO ENTRE FATORES AMBIENTAIS E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO EM FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA

LINHA DE PESQUISA: ECOLOGIA VEGETAL

Acadêmico: Diego José Guilherme Moraes

Orientador: Dr. Geraldo Alves Damasceno Junior/UFMS

Campo Grande/MS

2018

Agradecimentos

À Capes pela concessão da bolsa.

À UFMS por oferecer o curso.

Ao Programa de Biologia Vegetal pela oportunidade.

Ao Laboratório da UFSCar por fazer a análise de solo.

Ao professor Geraldo pelo aceite de orientação, pelos ensinamentos, ajuda na identificação das plantas, ajuda no custeio das análises de solo, pela amizade e por acreditar em mim. Muito obrigado!

Aos professores Flávio, Arnildo e Ângela pela ajuda na identificação das plantas.

À Darlene, pela amizade, ajuda no desenvolvimento do projeto, identificação das plantas, análises estatísticas e por sempre me apoiar.

À Rosa, pela amizade, ajuda na identificação das plantas e melhorias do trabalho;

Ao Evaldo pela amizade e ajuda nas análises estatísticas.

À Claudenice pela amizade, ensinamentos e por me apresentar o Mato Grosso do Sul da melhor forma possível.

Aos meus amigos e parceiros de coleta, Isma, Jair, Elaine e Hellen, por toda ajuda em campo.

Ao Fernando, pela parceria, apoio, paciência, por me incentivar e não me deixar desistir nos momentos de dificuldade, pela ajuda nas coletas em campo, tabulação dos dados e por ser o melhor companheiro que eu poderia ter nesta vida.

Ao professor Rudi pela amizade, supervisão no Estágio de Docência, e ensinamentos.

Aos meus amigos de curso, pela amizade, parceria e ajuda quando precisei.

Aos meus colegas do laboratório de Ecologia Vegetal, Fran, Allan, Letícia e Daniel.

À todos os professores do PPGBV pelos ensinamentos.

Aos técnicos, Tamires e Joãozinho por fornecer os equipamentos de coleta.

À Anahi, pela ajuda nas questões administrativas.

E em especial à minha família, pelo carinho, apoio e por sempre acreditarem em mim, amo vocês.

Sumário

1. Introdução.....	5
2. Material e métodos.....	8
2.1 Área de estudo:	8
2.2 Coleta de dados	9
2.3 Parâmetros Fitossociológicos	10
2.4 Análise de solo	11
2.5 Análises dos dados	11
3. Resultados	12
3.1 Florística e Fitossociologia	12
3.2 Associação entre comunidade e fatores ambientais.....	16
4. Discussão.....	20
5. Conclusão	25
6. Referências bibliográficas	26

RELAÇÃO ENTRE FATORES AMBIENTAIS E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO EM FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA

Diego José Guilherme Morais

Resumo: A fragmentação florestal pode causar alterações na estrutura da vegetação, levando à extinção de espécies. Alguns fatores ambientais são importantes para entendimento deste processo. A Mata Atlântica apresenta-se como um dos ecossistemas brasileiros com maior diversidade vegetal e vêm sendo suprimida para fins agrícolas, tornando-se importante conhecer sua relação com fatores ambientais frente às perturbações humanas, com intuito de fornecer dados visando sua conservação. Assim, o objetivo desse trabalho foi verificar se a variação nos componentes químicos e físicos do solo, tamanho, altitude e o isolamento dos fragmentos estão relacionados a variações na riqueza, área basal, abundância e composição de espécies em dez fragmentos de Mata Atlântica no Oeste do estado do Paraná. Foram feitas dez parcelas de 20m x 10m em cada fragmento, totalizando 100 parcelas, amostrando todos os indivíduos com CAP ≥ 15 cm a 1,3m do solo, sendo coletados ramos férteis para identificação e deposição no herbário CGMS. Também foram feitas coletas de solo em todas as parcelas para análises químicas e físicas. Foram amostrados 2.237 indivíduos arbustivo-arbóreos de 145 espécies distribuídas em 99 gêneros e 43 famílias. A riqueza, abundância e a área basal das espécies foram maiores em solos com maior fertilidade. A área basal aumentou nos fragmentos maiores e mais elevados. Um grupo de espécies esteve relacionado a solos com maior saturação de bases, matéria orgânica, Fósforo, Silte e pH, outro grupo teve maior relação com outros elementos como Alumínio, Ferro, Argila e altitude e um terceiro grupo se relacionou mais com Enxofre, Zinco e Boro. Algumas espécies ocorreram apenas em fragmentos menores e menos elevados, assim como outras foram exclusivas de fragmentos maiores e de maior elevação. Tamanho e isolamento não foram explicativos da riqueza neste estudo, porém todos os fragmentos, foram considerados importantes para conservação e manutenção da biodiversidade uma vez que tinham espécies exclusivas, independentemente do tamanho.

Palavras-chave: Diversidade; Fitossociologia; Floresta Estacional; Fragmentação de habitat.

1. Introdução

A fragmentação florestal é considerada uma das principais causas da extinção de espécies (Fahrig 2003), afetando a estrutura das populações vegetais em vários níveis, incluindo mudanças na interação com polinizadores, efeitos de borda, baixa migração, perda de diversidade genética que favorece o endocruzamento e, consequentemente, declínio de populações locais (Kramer et al., 2008). Pouco se sabe sobre extinções de espécies de plantas florestais em larga escala, as características fisiológicas de cada espécie, como sua capacidade de formar populações persistentes através de crescimento clonal prolongado, podem ser responsáveis por sua lenta resposta à fragmentação (Honnay et al. 2005).

A redução populacional decorrente da fragmentação cria um efeito de gargalo genético, no qual os indivíduos representam uma pequena amostra do conjunto gênico original, resultando em uma população incapaz de se adaptar a novas pressões seletivas, como mudanças climáticas ou uma variação dos recursos disponíveis (Seoane et al., 2005). Além disso, mudanças biológicas na estrutura das comunidades são cada vez maiores em paisagens hiper-fragmentadas, o que reforça o conceito de homogeneização (Lôbo et al. 2011), devendo-se assim ampliar os conhecimentos sobre os efeitos da fragmentação e possíveis danos à comunidade vegetal.

Para melhor entendimento sobre a estrutura de fragmentos florestais, fatores como o tamanho, forma, grau de isolamento, características do entorno e histórico de perturbações são importantes no desenvolvimento de estratégias para a conservação da biodiversidade. Esses fatores auxiliam no conhecimento sobre a vulnerabilidade dos fragmentos, fluxo gênico e sustentabilidade de populações naturais (Viana & Pinheiro 1998). A altitude também é um fator relevante por mostrar forte influência principalmente sobre a temperatura e umidade, que pode favorecer ou excluir algumas espécies devido à variação térmica (Fritzsons et al. 2008).

A distância está diretamente relacionada à qualidade dos fragmentos, por influenciar na dispersão e a colonização de organismos. Pode alterar a composição de espécies, assim como favorecer o aparecimento de espécies pioneiras, com altos níveis de germinação e crescimento (Lôbo et al. 2011), que facilmente se desenvolvem em ambientes mais abertos, principalmente nas bordas, dificultando o aparecimento e estabelecimento de espécies secundárias, que geralmente se encontram no interior dos fragmentos (Maciel et al., 2003).

De acordo com a Teoria da Biogeografia de Ilhas (MacArthur & Wilson, 1967), o tamanho e isolamento podem influenciar na riqueza de espécies, sendo controlados por uma fonte estável de espécies, baseando-se no balanço entre a extinção e imigração. Essa teoria foi adaptada como um dos mecanismos para prever a riqueza de espécies em fragmentos (Gascon et. al., 2001) e explicar os mecanismos responsáveis pelos padrões observados. São raros os estudos em que se aplica essa teoria, principalmente no que diz respeito ao isolamento, porque a qualidade funcional do fragmento varia no tempo, podendo também formar sistemas de metapopulação para espécies, uma vez que dispersores ocasionalmente cruzam a matriz (Hanski & Ovaskainen 2003; Jules & Shahani 2003; Kupfer et al. 2006).

A estrutura da vegetação também pode ser influenciada por fatores ambientais como interferência da luz (Moreno & Schiavini 2001) do solo, que está fortemente associado à disponibilidade de água, e por sua concentração de nutrientes (Espírito-Santo et al. 2002), acidez e umidade superficial (Mendes et al. 2012), resultando em modificações na composição e estrutura das espécies. A interação da umidade com textura e nutrientes do solo pode promover aumento da área basal e diminuir o crescimento, determinando preferências do local e mudanças na dominância entre as espécies arbóreas (Rodríguez-González et al. 2010), assim como contribuir direta ou indiretamente para mudanças na composição de espécies (Rajakaruna 2018).

As características granulométricas do solo também podem influenciar condições para o estabelecimento da vegetação. De acordo com Moreno e Schiavini (2001), dependendo da granulometria do solo, pode haver o acúmulo de Matéria Orgânica, Cálcio e Fósforo, resultando em alto valor de capacidade de troca catiônica. Solos mais argilosos têm maior capacidade de retenção de água disponível, favorecendo o suprimento das plantas nos processos de síntese de biomassa, pois a disponibilidade de água regula a dinâmica dos nutrientes no solo e sua absorção pelas plantas (Marimon-Junior & Haridasan 2005).

A Mata Atlântica é um domínio florestal atualmente representado por pequenas áreas ou fragmentos principalmente nas regiões Sul e Sudeste (Guatura et al, 1996). Se encontra reduzida a menos de 8% de sua extensão original, que compreendia cerca de 1.350.000 km² do território nacional (Leitão-Filho 1994). É considerada um “hotspot” para a conservação da biodiversidade (Myers et al. 2000) e está entre os ecossistemas brasileiros com maior índice de diversidade vegetal já encontrada em florestas tropicais,

apresentando um alto nível de endemismo (Giulietti & Forero, 1990; McNeely et al. 1990).

Com variadas fisionomias, a Mata Atlântica abriga quatro formações florestais: Florestas Ombrófilas Densas que ocorrem nas encostas da Serra do Mar com densa vegetação arbustiva e com elevadas temperatura e pluviosidade; Florestas Ombrófilas Mistas, que recebem chuvas praticamente o ano todo, apresentando formações com *Araucaria angustifolia* do estado do Paraná; Florestas Estacionais Deciduais com pronunciada variação sazonal marcada por uma estação seca e outra chuvosa e perceptível deciduidade das folhas durante os meses secos (mais de 50%); e a Floresta Estacional Semidecidual com perda de até 50% das folhas na estação seca (IBGE 1992), sendo uma das fitofisionomias predominantes na Mata Atlântica (Scolforo e Carvalho 2006). Apresenta vegetação densa e um dossel fechado, com árvores condicionadas a solos eutróficos, atingindo até 30 m de altura (Scariot & Sevilha, 2005).

Vários estudos vêm sendo realizados neste tipo de formação vegetal, grande parte voltados a levantamentos florísticos (Mikich & Silva 2001; Ribas et al. 2003; Higuchi et al. 2006), interações com animais (Mikich 2002; Kinoshita et al. 2006; Ikuta & Martins 2013), produção de serapilheira e a ciclagem de nutrientes (Vital et al. 2004) e outros abordando a influência do solo e topografia (Botrel et al. 2002; Rodrigues et al. 2007). Com a crescente expansão agrícola, torna-se importante conhecer sua relação com fatores ambientais, a fim de abordar as respostas da vegetação às perturbações humanas e oferecer alternativas de planejamento da conservação para a sociedade, minimizando os prejuízos causados pela fragmentação (Tabarelli et al. 2010).

Sendo assim, este trabalho teve por objetivo verificar se a composição química e granulométrica do solo, o tamanho, a altitude e a distância entre os fragmentos estão relacionados a variações na riqueza, área basal, abundância e composição de espécies arbustivo-arbóreas em dez fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual do Oeste do Paraná, seguindo as hipóteses de que (I) solos com maior saturação por bases apresentariam menor riqueza de espécies; (II) fragmentos maiores apresentariam maior riqueza de espécies; (III) haveria mudança na composição de espécies no gradiente de altitude (IV) fragmentos isolados apresentariam menor número de espécies e (V) interações entre as características químicas e físicas do solo acarretariam em alterações na composição da comunidade.

2. Material e métodos

2.1 Área de estudo:

O estudo foi realizado em dez fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual na região Oeste do estado do Paraná, nas abrangências dos municípios de Assis Chateaubriand e Toledo (Fig.1). Os fragmentos estão envolvidos por 15 propriedades, algumas de menor porte: o lote n°262 ($24^{\circ}33'56,1''\text{S}$; $53^{\circ}35'31,0''\text{O}$), lote n°260 ($24^{\circ}33'55,6''\text{S}$; $53^{\circ}35'50,6''\text{O}$), lote n°173 ($24^{\circ}34'09,5''\text{S}$; $53^{\circ}35'11,9''\text{O}$), lote n°193 ($24^{\circ}31'25,5''\text{S}$; $53^{\circ}34'18,0''\text{O}$), lote n°294 ($24^{\circ}29'43,9''\text{S}$; $53^{\circ}37'29,3''\text{O}$), lote n°55 ($24^{\circ}38'59,3''\text{S}$; $53^{\circ}38'35,4''\text{O}$), lote n°368 ($24^{\circ}27'46,2''\text{S}$; $53^{\circ}32'33,0''\text{O}$) e pertencentes à fazendas como Reserva Legal: Fazenda Primavera ($24^{\circ}33'24,2''\text{S}$; $53^{\circ}36'19,8''\text{O}$), Fazenda Alvorada ($24^{\circ}33'10,2''\text{S}$; $53^{\circ}35'48,7''\text{O}$) e Fazenda Sperafico ($24^{\circ}41'01,5''\text{S}$; $53^{\circ}40'06,4''\text{O}$).

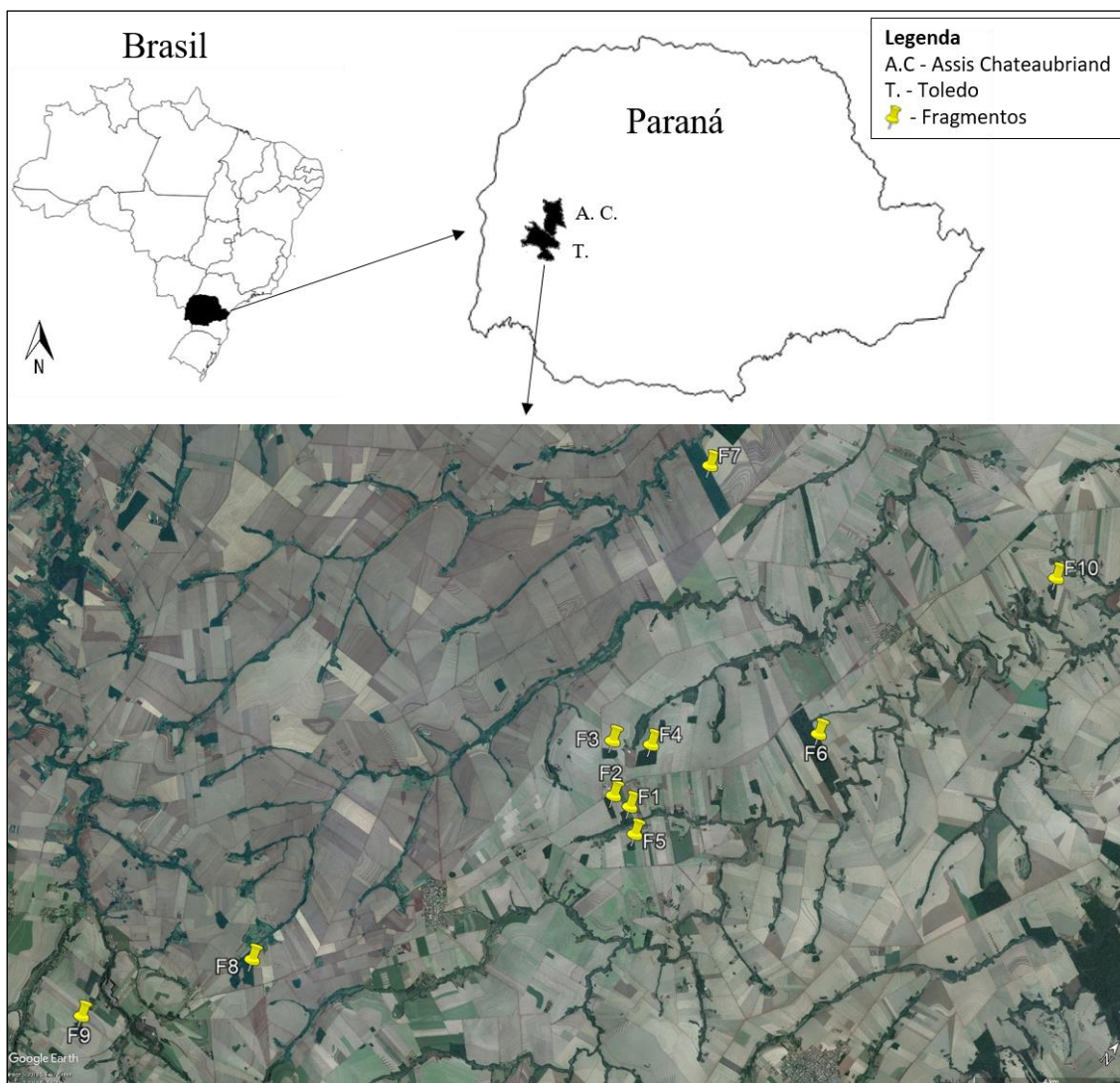


Figura1. Mapa com a distribuição dos fragmentos remanescentes de Mata Atlântica amostrados na região Oeste do estado do Paraná. Fragmento (F). Fonte: adaptado do IBGE. Imagem: Google Earth.

Todos os fragmentos são contornados por atividades agropecuárias que se desenvolveram após o desmatamento, comportando principalmente o plantio de soja ou milho. Cinco dos dez fragmentos encontram-se próximos entre si e cinco fragmentos são mais afastados com distâncias variando de 511 a 27.642 metros (Tab.1). Seis fragmentos fazem conexão com mata ciliar de pequenos córregos e os outros quatro são isolados, sem qualquer tipo de conectividade.

Tabela 1. Distâncias (m) entre os fragmentos (F) de Mata Atlântica na região Oeste do Paraná, Brasil.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
F2	511								
F3	1789	1408							
F4	1702	1605	963						
F5	706	1142	2450	2330					
F6	5219	5472	5284	4338	5350				
F7	9075	8876	7539	7396	9710	7534			
F8	10552	10251	10912	11634	10398	15770	17426		
F9	15217	14960	15466	16252	15063	20432	21608	4677	
F10	12497	12731	12134	11360	12738	7247	9378	22911	27642

As formações florestais predominantes na região estudada são Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista. A região possui solo do tipo Latossolo Vermelho (Bhering et al. 2007), clima subtropical úmido (Cfa) da classificação de Köppen (Kottek et al. 2006), temperatura média anual em torno de 21,5°C e precipitação anual de aproximadamente 1800 mm, com chuvas mais frequentes de outubro a março, sendo os maiores volumes em dezembro e janeiro (SIMEPAR 2017).

2.2 Coleta de dados

Os dados foram coletados entre os dias 10 de abril e 01 de setembro de 2017 pelo método de parcelas conforme Mueller-Dombois & Ellenberg (1974), com algumas modificações. Foram selecionados dez fragmentos remanescentes de Mata Atlântica (Fig.2) e demarcadas dez parcelas amostrais de 20x10 m em cada fragmento, com distância mínima de 20 m entre parcelas, totalizando 100 parcelas. Foram medidos o tamanho dos fragmentos, a altitude e a distância entre eles e todas as áreas amostradas foram georreferenciadas.



Figura 2. Exemplo de como foram distribuídas as parcelas em fragmento de Mata Atlântica na região Oeste do Paraná, Brasil.

Foram amostrados todos os indivíduos arbustivo-arbóreos com circunferência à altura do peito (CAP) ≥ 15 cm a 1,3 m do solo, medindo o tronco e os ramos, e todos os indivíduos amostrados foram plaqueados seguindo uma sequência numérica. Foram coletados exemplares de todos os indivíduos (férteis ou não), para identificação em laboratório. A altura de cada indivíduo foi estimada por comparação com vara de tamanho conhecido. Para os indivíduos ramificados abaixo de 1,3 m, as áreas basais dos ramos foram calculadas em separado e posteriormente somadas.

Para estabelecer o grau de isolamento, foram medidas as quatro distâncias mais próximas entre os fragmentos e outros remanescentes por imagens de satélite no Google Earth e feita a média dessas quatro distâncias. Foram considerados com isolamento zero os fragmentos que fazem conexão com mata ciliar ou outros fragmentos remanescentes conectados.

2.3 Parâmetros Fitossociológicos

Os parâmetros fitossociológicos calculados foram: densidade relativa (DR), Frequência relativa (FR) e Dominância relativa (DoR), valor de importância (VI) e valor de cobertura (VC), segundo metodologia já consagrada, descrita em Mueller-Dombois & Ellenberg (1974) e em Martins (1991), utilizando o software FITOPAC, versão 2.1.2 (Shepherd 2010). O material coletado foi herborizado seguindo técnicas usuais e incorporado à coleção referência do herbário CGMS/UFMS. A identificação foi feita através de consulta a literatura e com auxílio de especialistas.

2.4 Análise de solo

Para análise de solo, as amostras foram coletadas com auxílio de uma sonda na profundidade de 0 a 20 cm em dez pontos dentro de cada parcela, sendo homogeneizados, obtendo-se uma amostra composta, armazenados em sacos plásticos com identificação de data, número do fragmento e número da parcela. Este procedimento foi repetido em todas as parcelas, totalizando 100 amostras. Em seguida as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Solos da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar-Araras), para análises químicas e físicas. Os parâmetros químicos analisados foram: Fósforo (P); Matéria Orgânica (M.O.); Potencial Hidrogeniônico (pH); Alumínio (Al); Porcentagem de Saturação de Bases, representando a fertilidade (V); Porcentagem de saturação por Alumínio (m); Enxofre (S); Boro (B); Cobre (Cu); Ferro (Fe); Manganês (Mn); Zinco (Zn) e os parâmetros físicos foram: Argila; Areia total (Areia t.); Silte.

2.5 Análises dos dados

Os dados foram analisados utilizando os programas R, versão 3.0.1 (R Development Core Team 2013). Para verificar o efeito das variáveis: altitude, tamanho, isolamento e fertilidade dos solos dos fragmentos sobre a abundância, riqueza de espécies e área basal foram utilizados modelos lineares generalizados (GLMs).

A distribuição das variáveis foi verificada com o pacote Fitdistrplus (Delignette-Muller & Dutang 2015). Para as variáveis riqueza e abundância (variáveis discretas ordinais) com distribuição Poisson foram utilizados modelos quasipoisson para corrigir a sobredispersão (Zuur et al. 2009). Para área basal (variável contínua com distribuição normal) foi utilizada distribuição Gaussiana. Foi utilizada rarefação para retirar o efeito da abundância de espécies na análise da riqueza, usando o pacote Vegan (McMurdie & Holmes 2014).

A fim de detectar visualmente os padrões na distribuição de abundância das espécies em relação à altitude dos fragmentos, foram montados histogramas de ordenação da distribuição de abundância das espécies ao longo desses gradientes.

Para determinar as possíveis associações entre variáveis ambientais e composição das espécies arbustivo-arbóreas das 100 parcelas, foi utilizado o pacote Vegan R (Oksanen et al. 2016) para realizar análise de correspondência canônica (CCA). CCA é uma análise multivariada que relaciona a composição da comunidade diretamente com as variações ambientais (Ter Braak 1986). Foram utilizadas duas

matrizes, uma de abundância das espécies e uma ambiental contendo parâmetros de solo, tamanho e altitude dos fragmentos. Foi construída uma matriz de espécies com o número de indivíduos por espécie / parcela. A função envfit do pacote R vegan usa uma randomização de dados para definir o significado de variáveis ambientais, e foi utilizado envfit para identificar variáveis e espécies que melhor explicam a variação. Para determinar a significância do autovalor do primeiro eixo canônico da ordenação foi realizado teste de Monte Carlo com 999 permutações (Ter Braak & Prentice, 1988).

3. Resultados

3.1 Florística e Fitossociologia

Foram amostrados 2.237 indivíduos arbustivo-arbóreos de 145 espécies distribuídas em 99 gêneros e 43 famílias (Tabela 2). As famílias mais ricas foram Fabaceae (24 spp.), seguida de Euphorbiaceae, Meliaceae e Myrtaceae (11 spp.), Lauraceae e Moraceae (7 spp.), Rutaceae e Salicaceae (6 spp.), Malvaceae e Sapindaceae (4 spp.), Arecaceae, Boraginaceae, Lamiaceae, Melastomataceae, Piperaceae e Urticaceae (3 spp.), Annonaceae, Apocynaceae, Araliaceae, Bignoniaceae, Monimiaceae, Nyctaginaceae, Phyllanthaceae, Primulaceae, Rhamnaceae, Rubiaceae e Sapotaceae (2 spp.) e as demais famílias foram representadas por apenas uma espécie.

Cabralea canjerana foi a espécie mais abundante com 160 indivíduos, seguida de *Alchornea glandulosa* (119), *Nectandra megapotamica* (114) e *Guarea kunthiana* (93). As espécies que apresentaram os maiores valores de importância (VI) foram *Alchornea glandulosa* e *Alchornea triplinervia* (6.87 e 6.27, respectivamente). Das 145 espécies encontradas, 16 ocorreram em todos os fragmentos estudados.

Tabela 2. Lista de espécies arbustivo-arbóreas e parâmetros fitossociológicos nos dez fragmentos de Mata Atlântica amostrados na região Oeste do Paraná. Abundância de indivíduos (Abund), valores relativos para frequência (FR), densidade (DeR) e dominância (DoR), valor de cobertura (VC) e valor de importância (VI).

Família	Nome científico	Abund	FR	DeR	DoR	VC	VI
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	88	1,63	3,93	6,19	5,07	3,92
Annonaceae	<i>Annona cacans</i> Warm.	3	0,49	0,13	0,01	0,08	0,21
	<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	11	0,98	0,49	0,16	0,33	0,54
Apocynaceae	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll.Arg.	55	1,63	2,46	7,64	5,05	3,91
	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A.DC.	53	1,35	2,39	1,01	1,69	1,56
Araliaceae	<i>Aralia warmingiana</i> (Marchal) J.Wen	2	0,33	0,09	0,19	0,14	0,20
	<i>Schefflera calva</i> (Cham.) Frodin & Fiaschi	1	0,16	0,04	0	0,03	0,07
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	2	0,16	0,09	0,77	0,43	0,34
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	1	0,16	0,04	0,02	0,03	0,07
	<i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.	7	0,98	0,31	0,29	0,3	0,53
	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	10	0,98	0,45	0,43	0,44	0,62

Família	Nome científico	Abund	FR	DeR	DoR	VC	VI
Asteraceae	<i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho	1	0,16	0,04	0,2	0,13	0,14
Bignoniaceae	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	40	1,47	1,79	2,23	2,01	1,83
	<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	2	0,33	0,09	0,15	0,12	0,19
Boraginaceae	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	4	0,65	0,18	0,02	0,1	0,28
	<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	3	0,33	0,13	0,04	0,09	0,17
	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	3	0,49	0,13	0,52	0,33	0,38
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	3	0,33	0,13	0,03	0,08	0,16
Cardiopteridaceae	<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard	7	0,82	0,31	0,05	0,18	0,39
Caricaceae	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	26	1,47	1,16	1,62	1,39	1,42
Celastraceae	<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.	1	0,16	0,04	0	0,03	0,07
Combretaceae	<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	3	0,49	0,13	0,13	0,13	0,25
Euphorbiaceae	<i>Actinostemon conceptionis</i> (Chodat & Hassl.) Hochr.	4	0,33	0,18	0,29	0,24	0,26
	<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	1	0,16	0,04	0	0,03	0,07
	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	119	1,63	5,32	13,67	9,5	6,87
	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	88	1,63	3,93	13,25	8,59	6,27
	<i>Aparisthium cordatum</i> (A.Juss.) Baill.	9	0,82	0,4	0,6	0,5	0,61
	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	2	0,33	0,09	0,01	0,05	0,14
	<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg.	1	0,16	0,04	0,01	0,03	0,07
	<i>Micrandra elata</i> (Didr.) Müll.Arg.	3	0,49	0,13	0,26	0,2	0,29
	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	2	0,33	0,09	0,05	0,07	0,16
Fabaceae	<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	9	0,98	0,4	0,49	0,45	0,62
	<i>Bauhinia longifolia</i> (Bong.) Steud.	7	0,82	0,31	0,14	0,23	0,42
	<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillem. ex Benth.	14	0,98	0,63	0,41	0,52	0,67
	<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	20	1,14	0,89	0,28	0,59	0,77
	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	8	0,65	0,36	0,07	0,22	0,36
	<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	14	1,35	0,63	0,61	0,62	0,85
	<i>Inga edulis</i> Mart.	6	0,65	0,27	0,17	0,22	0,36
	<i>Inga marginata</i> Willd.	36	1,63	1,66	0,2	0,91	1,15
	<i>Inga striata</i> Benth.	19	1,63	0,85	1,39	1,12	1,29
	<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G.Azevedo & H.C.Lima	53	1,63	2,37	1,49	1,93	1,83
	<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	1	0,16	0,04	0	0,03	0,07
	<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	1	0,16	0,04	0,03	0,04	0,08
	<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	1	0,16	0,04	0,01	0,03	0,07
	<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	21	1,47	0,94	1,43	1,19	1,28
	<i>Muelleria campestris</i> (Mart. ex Benth.) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo	4	0,49	0,18	0,03	0,1	0,23
	<i>Myroxylon peruiferum</i> L.f.	3	0,33	0,13	1,28	0,71	0,58
	<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	2	0,33	0,09	0,03	0,06	0,15
	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	31	1,47	1,39	1,55	1,47	1,47
	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	32	1,63	1,45	0,38	0,91	1,15
	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	10	1,14	0,45	0,18	0,32	0,59
	<i>Platypodium elegans</i> Vogel	2	0,16	0,09	0,04	0,07	0,10
	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	1	0,16	0,04	0,03	0,04	0,08
	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	2	0,33	0,09	0,1	0,1	0,17
	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	5	0,49	0,22	0,11	0,17	0,27

Família	Nome científico	Abund	FR	DeR	DoR	VC	VI
Lamiaceae	<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	7	0,82	0,31	0,1	0,21	0,41
	<i>Aegiphila mediterranea</i> Vell.	3	0,49	0,13	0,07	0,1	0,23
	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	1	0,16	0,04	0,02	0,03	0,08
Lauraceae	<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F.Macbr.	15	1,14	0,67	0,23	0,45	0,68
	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	114	1,63	5,1	3,19	4,15	3,31
	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	6	0,49	0,27	0,11	0,19	0,29
	<i>Ocotea dispersa</i> (Nees & Mart.) Mez	1	0,16	0,04	0,02	0,03	0,08
	<i>Ocotea prolifera</i> (Nees & Mart.) Mez	2	0,16	0,09	0,05	0,07	0,10
	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	2	0,33	0,09	0,07	0,08	0,16
	<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	94	1,63	4,2	2,06	3,13	2,63
	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	1	0,16	0,04	2,14	1,1	0,78
Magnoliaceae	<i>Magnolia ovata</i> (A.St.-Hil.) Spreng.	1	0,16	0,04	0,01	0,03	0,07
Malpighiaceae	<i>Bunchosia pallescens</i> Skottsb.	1	0,16	0,04	0,01	0,03	0,07
Malvaceae	<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook. & Arn.) Hassl.	3	0,33	0,13	0,06	0,1	0,17
	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	6	0,98	0,27	0,76	0,52	0,67
	<i>Luehea paniculata</i> Mart. & Zucc.	13	1,47	0,58	0,45	0,52	0,83
	<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A.Robyns	1	0,16	0,04	0,12	0,09	0,11
	<i>Miconia nervosa</i> (Sm.) Triana	1	0,16	0,04	0	0,03	0,07
	<i>Miconia pusilliflora</i> (DC.) Naudin	3	0,49	0,13	0,03	0,08	0,22
	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	160	1,65	7,15	5,24	6,2	4,68
	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	17	1,47	0,76	3,69	2,23	1,97
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	4	0,65	0,18	0,03	0,1	0,29
	<i>Guarea kunthiana</i> A.Juss.	93	1,63	4,16	0,99	2,57	2,26
	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	26	1,31	1,16	0,17	0,67	0,88
	<i>Trichilia casaretti</i> C.DC.	1	0,16	0,04	0,14	0,09	0,11
	<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	19	0,82	0,85	0,12	0,49	0,60
	<i>Trichilia claussenii</i> C.DC.	85	1,63	3,8	1,02	2,41	2,15
	<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	1	0,16	0,04	0	0,03	0,07
	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	48	1,63	2,15	0,81	1,48	1,53
Monimiaceae	<i>Hennecartia omphalandra</i> J.Poiss.	2	0,33	0,09	0,03	0,06	0,15
	<i>Mollinedia widgrenii</i> A.DC.	1	0,16	0,04	0	0,03	0,07
Moraceae	<i>Ficus eximia</i> Schott	6	0,65	0,27	1,6	0,94	0,84
	<i>Ficus guaranitica</i> Chodat	3	0,33	0,13	0,14	0,14	0,20
	<i>Ficus insipida</i> Willd.	11	0,98	0,49	1,52	1,01	1,00
	<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth	4	0,65	0,18	0,63	0,4	0,49
	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	11	1,31	0,49	0,54	0,52	0,78
	<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	2	0,16	0,09	0,01	0,05	0,09
	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger et al.	89	1,63	3,98	0,42	2,2	2,01
Myrtaceae	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	1	0,16	0,04	0,01	0,03	0,07
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	28	1,47	1,25	0,38	0,82	1,03
	<i>Eugenia burkartiana</i> (D.Legrand) D.Legrand	6	0,82	0,27	0,02	0,15	0,37
	<i>Eugenia hiemalis</i> Cambess.	3	0,49	0,13	0,02	0,08	0,21
	<i>Eugenia longipedunculata</i> Nied.	3	0,49	0,13	0,02	0,08	0,22
	<i>Eugenia myrcianthes</i> Nied.	2	0,33	0,09	0,06	0,08	0,16
	<i>Eugenia ramboi</i> D.Legrand	6	0,49	0,27	0,05	0,16	0,27

Família	Nome científico	Abund	FR	DeR	DoR	VC	VI
	<i>Eugenia subterminalis</i> DC.	8	0,98	0,39	0,05	0,2	0,46
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	2	0,16	0,09	0,01	0,05	0,09
	<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D.Legrand	1	0,16	0,04	0	0,03	0,07
	<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	1	0,16	0,04	0,01	0,03	0,07
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	8	0,82	0,39	0,13	0,25	0,44
	<i>Pisonia ambigua</i> Heimerl	5	0,82	0,22	0,12	0,17	0,39
Phyllanthaceae	<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão	1	0,16	0,04	0,03	0,04	0,08
	<i>Margaritaria nobilis</i> L.f.	4	0,33	0,18	0,36	0,27	0,29
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	1	0,16	0,04	0	0,03	0,07
	<i>Piper amalago</i> L.	10	0,98	0,45	0,06	0,25	0,49
	<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth	1	0,16	0,04	0,01	0,03	0,07
Primulaceae	<i>Myrsine lancifolia</i> Mart.	2	0,33	0,09	0,01	0,05	0,14
	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	4	0,49	0,18	0,06	0,12	0,24
Rhamnaceae	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	1	0,16	0,04	0,02	0,04	0,08
	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	2	0,16	0,09	0,2	0,15	0,15
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	56	1,63	2,5	1,63	2,07	1,92
Rubiaceae	<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll.Arg.	7	0,98	0,31	0,05	0,18	0,45
Rutaceae	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	87	1,63	3,91	3,75	3,82	3,09
	<i>Esenbeckia febrifuga</i> (A.St.-Hil.) A. Juss. ex Mart.	2	0,33	0,09	0,02	0,06	0,14
	<i>Esenbeckia leiocarpa</i> Engl.	2	0,33	0,09	0,13	0,11	0,18
	<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	9	0,82	0,4	0,03	0,22	0,42
	<i>Zanthoxylum monogynum</i> A.St.-Hil.	1	0,16	0,04	0,02	0,03	0,08
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam	2	0,33	0,09	0,02	0,06	0,15
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	2	0,33	0,09	0,01	0,05	0,14
	<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	6	0,82	0,27	0,05	0,16	0,38
	<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	3	0,49	0,13	0,02	0,08	0,21
	<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	3	0,33	0,13	0,04	0,09	0,17
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	13	1,35	0,58	0,4	0,51	0,77
	<i>Prockia crucis</i> P.Browne ex L.	2	0,33	0,09	0,14	0,12	0,18
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	44	1,63	1,97	0,58	1,27	1,39
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	9	0,49	0,4	0,11	0,26	0,33
	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	1	0,16	0,04	0,03	0,04	0,08
	<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	1	0,16	0,04	0	0,03	0,07
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	79	1,63	3,56	2,04	2,79	2,41
	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	50	1,63	2,24	1,12	1,68	1,66
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	1	0,16	0,04	0,01	0,03	0,07
Solanaceae	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	1	0,16	0,04	0,01	0,03	0,07
Styracaceae	<i>Styrax camporum</i> Pohl	5	0,65	0,22	0,26	0,25	0,38
Symplocaceae	<i>Symplocos revoluta</i> Casar.	1	0,16	0,04	0,01	0,03	0,07
Urticaceae	<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	10	0,98	0,45	0,31	0,38	0,58
	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	14	0,82	0,63	0,37	0,5	0,61
	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	7	0,82	0,31	0,07	0,19	0,40
Total 43	145	2237	100	100	100	100	100

3.2 Associação entre comunidade e fatores ambientais

Os fatores ambientais fertilidade do solo, tamanho em interação com altitude e fertilidade em interação com altitude apresentaram relação com a riqueza, área basal e abundância de espécies dos indivíduos arbustivo-arbóreos. O isolamento não teve efeito sobre os parâmetros da vegetação nos fragmentos estudados. O tamanho dos fragmentos não teve relação com a riqueza (Tabela 3), a maior parte das espécies estiveram presentes em todos os fragmentos. Quatro espécies ocorreram apenas no fragmento de maior área (894.863 m²), como é o caso de *Vitex megapotamica*, *Myroxylon peruiferum*, *Machaerium hirtum* e *Casearia decandra* e outras 11 foram exclusivas do menor fragmento (46.394 m²), sendo todas espécies não pioneiras: *Trichilia elegans*, *Symplocos revoluta*, *Solanum mauritianum*, *Siparuna guianensis*, *Bunchosia pallescens*, *Rudgea parquiioides*, *Myrcia splendens*, *Miconia lepidota*, *Machaerium paraguariense*, *Colubrina glandulosa* e *Cariniana estrellensis*.

A riqueza de espécies teve relação com a fertilidade do solo, mostrando que em solos com maior saturação por bases a riqueza de espécies foi maior (Fig. 3a). O mesmo padrão aconteceu para a abundância de espécies, que aumentou em solos mais férteis (Fig. 3b), favorecendo o estabelecimento de um maior número de indivíduos. A área basal das espécies diminuiu nos fragmentos maiores e menos elevados e aumentou nos fragmentos maiores nas altitudes elevadas (Fig. 3c). A área basal das espécies foi maior com o aumento do gradiente de fertilidade (Fig. 3d).

Tabela 3. Relação entre variáveis ambientais (fertilidade do solo, tamanho, distância, altitude e isolamento dos fragmentos) e abundância das espécies arbustivo-arbóreas por parcela em dez fragmentos de Mata Atlântica amostrados na região Oeste do Paraná, Brasil e os valores de significância, para a GLM (*. $p < 0.05$).

Variáveis resposta	Variáveis ambientais	Pr (<r)
Riqueza	Fertilidade	0.00314 **
	Tamanho	0.959
	Distância	0.204
	Altitude	0.193
	Isolamento	0.113
	Fertilidade	0.0499 *
Área Basal	Tamanho	0.315
	Tamanho * Altitude	0.0449 *
	Distância	0.276
	Altitude	0.571
	Isolamento	0.255
	Fertilidade	0.0524
Abundância	Fertilidade * Altitude	0.00819 **
	Tamanho	0.733
	Distância	0.0806
	Altitude	0.162
	Isolamento	0.728
	Fertilidade	0.0524

Na ordenação realizada com a abundância de espécies em relação à altitude dos fragmentos, houve uma distribuição homogênea de espécies ao longo do gradiente. Algumas espécies ocorreram apenas nos fragmentos com maiores altitudes (538 a 600 m), um bom exemplo é *Araucaria angustifolia*, enquanto que outras espécies foram exclusivas dos fragmentos menos elevados (378 a 439 m), como é o caso de: *Talisia esculenta*, *Piper gaudichaudianum*, *Euterpe edulis* e *Campomanesia guazumifolia* (Fig.4). Esse fator não afetou a variação na riqueza de espécies da vegetação ($p > 0,05$), principalmente pela pequena variação altitudinal.

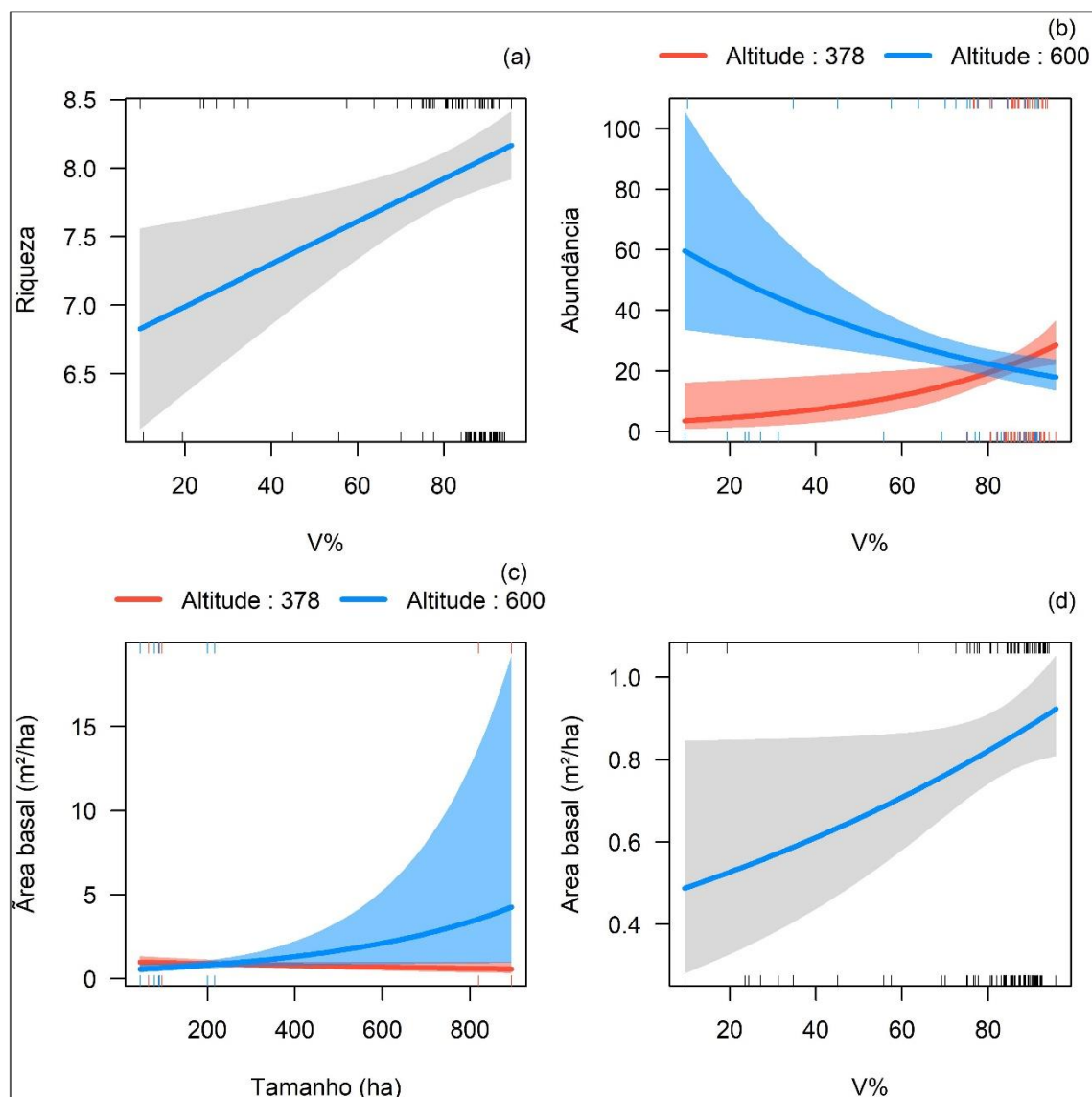


Figura 3. Análise de Modelos Lineares Generalizados entre as variáveis (fertilidade do solo, altitude e tamanho e distância entre os fragmentos) e abundância, riqueza e área basal das espécies arbustivo-arbóreas por parcela em dez fragmentos de Mata Atlântica amostrados na região Oeste do Paraná, Brasil. Relação entre riqueza e fertilidade do solo (a), abundância e interação entre fertilidade e altitude (b), área basal e interação entre tamanho e altitude (c) e área basal e fertilidade (d).

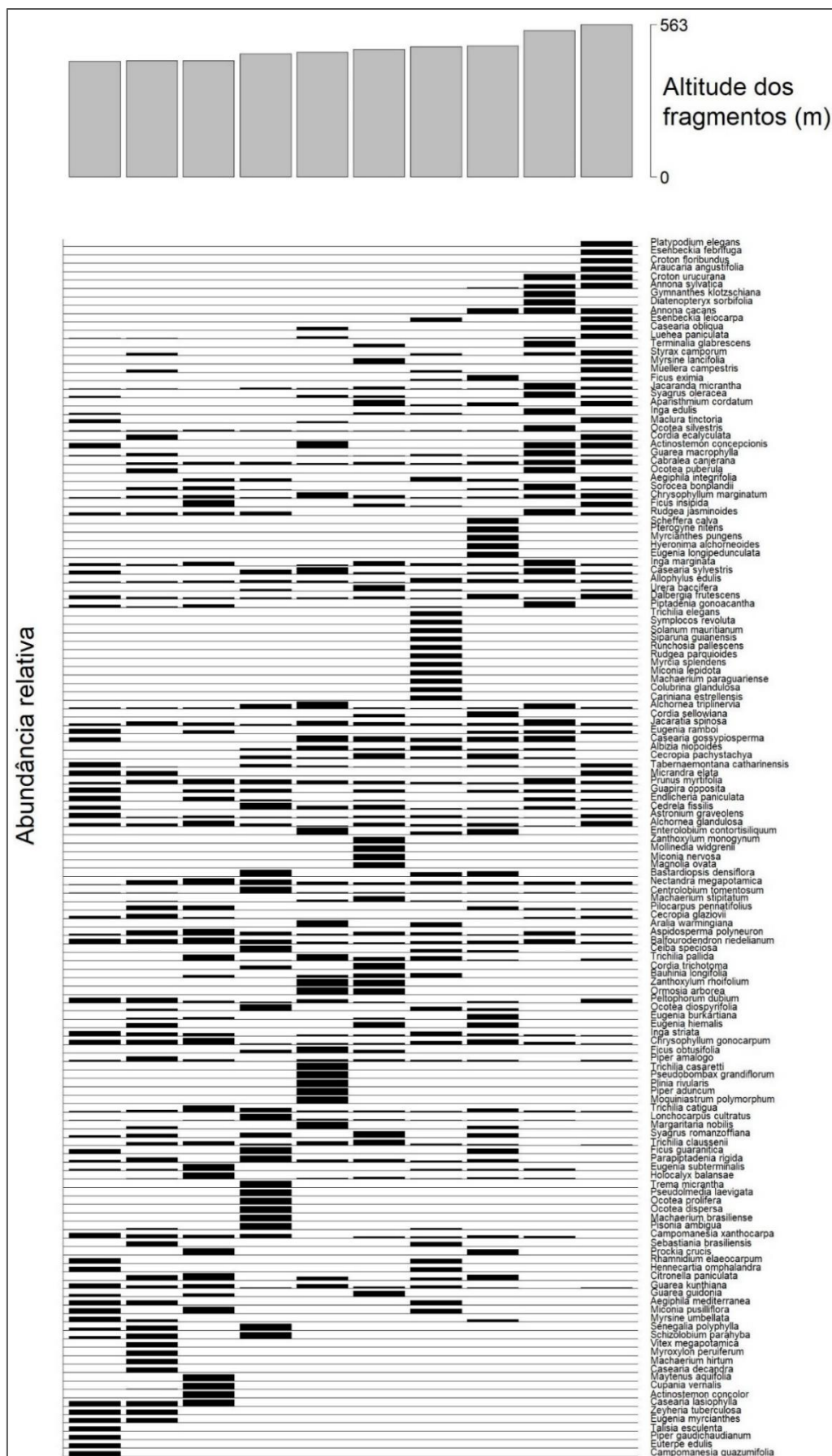


Figura 4. Histograma da distribuição de abundância das espécies ao longo do gradiente ambiental altitude de dez fragmentos de Mata Atlântica na região oeste do Paraná, Brasil.

A análise de correspondência canônica (Fig.5) mostra a posição das 13 variáveis ambientais e 17 espécies significativas para a ordenação. Os autovalores para os primeiros dois eixos foram 0,21 (eixo 1) e 0,18 (eixo 2), explicando 20% da variação total acumulada em relação às variáveis ambientais. O primeiro eixo canônico foi significativo ($p>0,01$), indicando haver relação entre as espécies e as variáveis ambientais.

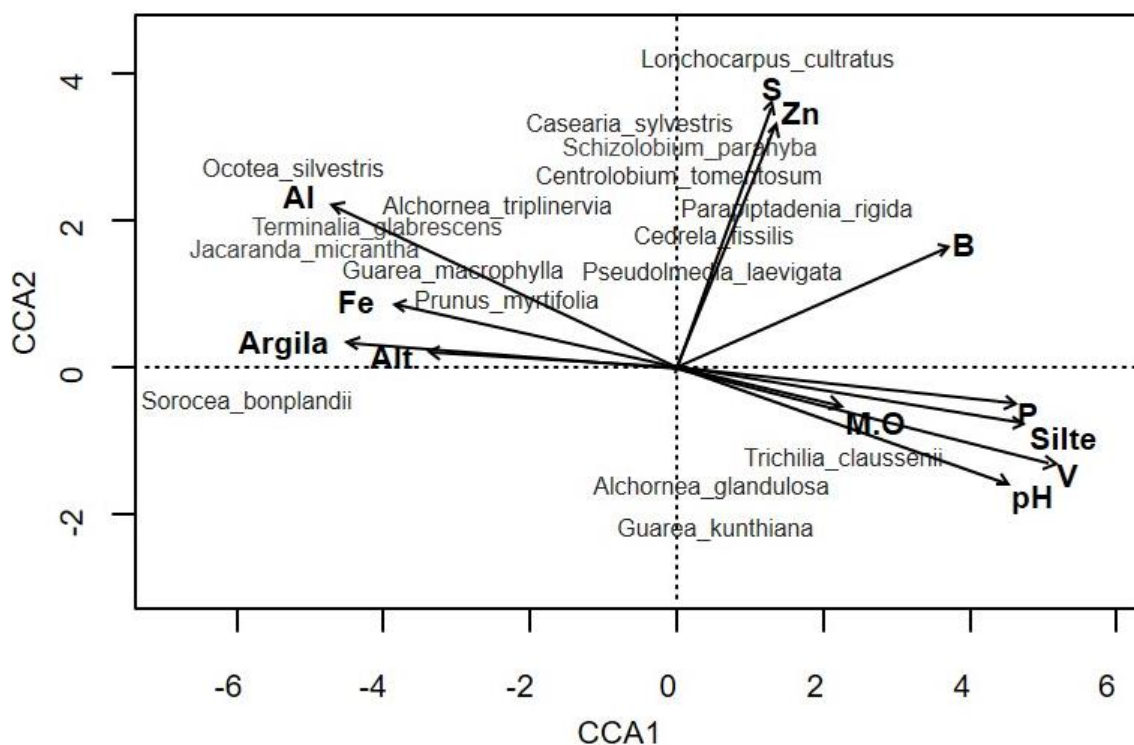


Figura 5. Análise de Correspondência Canônica entre variáveis ambientais (parâmetros do solo e altitude dos fragmentos) e abundância das espécies arbustivo-arbóreas por parcela em dez fragmentos de Mata Atlântica amostrados na região Oeste do Paraná, Brasil. Representando as variáveis e espécies significativas para explicação da variação. Fósforo (P), Ferro (Fe), Matéria Orgânica (M.O.), Alumínio (Al), Porcentagem de Saturação de Bases, que representa a fertilidade (V), Porcentagem de saturação por Alumínio (m), Enxofre (S), Boro (B), Zinco (Zn), Potencial Hidrogeniônico (pH), Silte, Argila e Altitude.

Os parâmetros químicos dos solos (S; Zn; B; M.O.; P; V; Al; Fe; pH) e físicos (Silte; Argila e a Altitude) foram significativos para a CCA (Tabela 4). Os parâmetros com correlação mais forte com o eixo 1 foram Altitude, Argila, Fe (correlação negativa) e P, M.O. e Silte (correlação positiva).

As espécies *Trichilia clausenii*, *Alchornea glandulosa* e *Guarea kunthiana* mostraram estar relacionadas positivamente com Fósforo, Silte, solos com maior fertilidade, pH elevado e maiores quantidades de matéria orgânica. As espécies *Ocotea sylvestris*, *Alchornea triplinervia*, *Terminalia glabrescens*, *Jacaranda micrantha*, *Guarea macrophylla*, *Prunus myrtifolia* e *Casearia sylvestris* parecem estar relacionados a solos com maiores concentrações de Ferro e Alumínio e argila.

Lonchocarpus cultratus, *Casearia sylvestris*, *Schizolobium parahyba*, *Centrolobium tomentosum*, *Parapiptadenia rigida*, *Cedrela fissilis* e *Pseudolmedia laevigata* parecem estar relacionados com maiores teores de Enxofre e Zinco e Boro.

Tabela 4. Médias das variáveis ambientais para cada fragmento de Floresta Estacional Semidecidual da região Oeste do Paraná e os valores de significância, de acordo com a função envfit para a CCA (*. $p < 0.05$). Fragmento de um a dez (F), parâmetros do solo: Fósforo (P); Matéria Orgânica (M.O.); Potencial Hidrogeniônico (pH); Alumínio (Al); Porcentagem de Saturação de Bases, representando a fertilidade (V); Porcentagem de saturação por Alumínio (m); Enxofre (S); Boro (B); Cobre (Cu); Ferro (Fe); Manganês (Mn); Zinco (Zn); Argila; Areia total (Areia t.); Silte, Altitude e Tamanho.

Fatores	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	Pr (<r)
P (mg/dm ³)	16,0	17,9	18	16	16	12	13	12	7	15,0	0,0001*
M.O. (g/dm ³)	32,3	32,7	34,7	33,3	31	28,2	29,6	28,8	24,6	31,4	0,0172*
pH (CaCl ₂)	5,7	5,4	5,6	5,5	5,7	5,9	5,9	5,5	4,1	5,4	0,0001*
Al (mmol/dm ³)	0,1	0,2	0,1	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	19,3	0,5	0,0001*
V(%)	90,4	85,5	88,9	87,5	90,4	85,8	82,6	71,2	28,3	87,9	0,0001*
m(%)	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,7	36,0	0,4	0,0001*
S (mg/dm ³)	19,0	8,6	12	8	13	3	4	8	9,1	14	0,0001*
B (mg/dm ³)	0,5	0,4	0,54	0,44	0,43	0,32	0,33	0,21	0,18	0,23	0,0001*
Cu (mg/dm ³)	11,9	6,2	4,2	4,6	9,1	10,7	8,6	9,4	8,02	16,39	0,6867
Fe (mg/dm ³)	16,0	12,3	12	12	12	16	15	20	25,8	17,8	0,0001*
Mn (mg/dm ³)	86,7	49,7	46,4	51,8	65,6	94,8	84,7	84,7	40,01	117,58	0,0775
Zn (mg/dm ³)	10,7	5,4	5,5	5,5	7,4	7,0	7,2	5,1	4,01	5,21	0,0003*
Argila (g/Kg)	442	536	498	515	463	500	527	541	626	439	0,0001*
Areia total. (g/Kg)	153	120	106	97	116	101	127	152	130	160	0,1652
Silte (g/Kg)	405	344	396	388	421	399	346	307	244	401	0,0001*
Altitude (m)	455	460	473	484	480	429	428	563	542	429	0,0001*
Tamanho (m ²)	95,685	78,373	90,291	200,410	46,394	894,863	819,498	215,879	88,776	64,972	0,0659

4. Discussão

A amostragem realizada nos fragmentos apresentou semelhanças na composição de espécies com os trabalhos realizados por Rosseto & Vieira (2013), Fabaceae sendo a família de maior riqueza dentro das Angiospermas, e Gris et al. (2014) com as mesmas espécies de Lauraceae, Meliaceae e Moraceae em sua área de estudo. Isso se deve ao fato dos fragmentos serem próximas e apresentarem condições similares ao desenvolvimento destas espécies e o mesmo tipo de fitofisionomia, Floresta Estacional Semidecidual.

Fabaceae foi a família com maior riqueza de espécies e tem se destacado na maioria dos levantamentos realizados em Floresta Estacional Semidecidual (Meira Neto et al., 2000; Ribas et al., 2003; Silva et al., 2003; Araújo et al., 2005) devido à capacidade de fixação de nitrogênio de muitas espécies dessa família, o que facilita a regeneração em solos com deficiência de nutrientes ou que sofreram algum tipo de perturbação (Carvalho, 1998; Campello, 1998).

Das 16 espécies compartilhadas pelos dez fragmentos, destaca-se *Aspidosperma polyneuron*, uma árvore de ocorrência natural rara, que se encontra ameaçada de extinção (IUCN, 2015), devido à grande procura de sua madeira para produção de móveis. Isso reforça a importância ecológica dos fragmentos florestais, pois, em muitos casos, apresentam pequenas populações de espécies raras e/ou ameaçadas de extinção (Pellens et al. 2009), podendo ser um dos últimos representantes de determinada espécie que ainda persiste após a supressão da vegetação.

Como era esperado, a riqueza de espécie aumentou nos fragmentos com maior saturação de bases (fertilidade). A elevada disponibilidade de nutrientes favoreceu que um maior número de espécies pudessem coocorrer sendo beneficiadas por esses recursos, sem que houvesse competição entre as mesmas. A tendência da abundância de indivíduos aumentar nos fragmentos mais férteis e menos elevados pode ser explicada pela facilidade de acesso à essas áreas, que favoreceu a retirada de madeira, principalmente árvores maiores e mais altas, deixando clareiras no interior dos fragmentos. Isso permitiu o estabelecimentos de espécies pioneiras, com altos níveis de germinação e crescimento (Lôbo et al. 2011), aumentando assim o números de indivíduos nessas áreas.

Já nos fragmentos mais elevados (538 a 600 m) ocorreu um efeito contrário, com tendência em diminuir a abundância de espécies mesmo com incremento de fertilidade no solo. O que pode ter contribuído para esta ocorrência é o fato dessas áreas terem sofrido menos pressão antrópica, principalmente por serem áreas consideradas inadequadas para agricultura em virtude da declividade, permitindo o estabelecimento e desenvolvimento de indivíduos até os dias atuais, favorecidos pela elevada disponibilidade de recurso. Com isso, algumas espécies secundárias mantiveram a sua dominância no ambiente, causando sombreamento e consequentemente evitando a colonização de espécies de menor porte ou pioneiras, diminuindo assim o número de indivíduos nessas áreas.

Em relação à área basal, houve uma tendência de diminuição à medida em que aumentou a área dos fragmentos nas altitudes mais baixas. Este padrão pode estar relacionado mais com a atividade humana, visto que nessas áreas foi observada uma grande quantidade de árvores cortadas, assim como troncos caídos, deixados em meio à vegetação arbustiva, restando apenas poucos indivíduos de grande porte, o que provavelmente causou o declínio na área basal nessas áreas. Em contrapartida, o aumento da área basal nos fragmentos maiores e mais elevados, além da altitude que dificultou a retirada de madeira por serem áreas de menor interesse agrícola pela declividade, também pode estar associado ao estado de conservação desse fragmento, que apresentou abundância de árvores de portes diversificados, aparentemente mais conservado. A elevada saturação por bases no solo em alguns fragmentos favoreceu o desenvolvimento de um maior número de árvores, pela abundância de recursos, aumentando assim a área basal nesses remanescentes. Esse padrão também foi demonstrado por Ding et al. (2012), onde as maiores concentrações de nutrientes, além de alta saturação por bases, permitiram maior riqueza de espécies, assim como o aumento da área basal.

A forte acidez do solo presente em alguns fragmentos propiciou o aumento dos níveis de Alumínio e Ferro, que em níveis elevados, podem inibir o desenvolvimento de determinadas plantas e favorecer outras fisiologicamente mais adaptadas. Nessas condições, os valores de fertilidade são menores, permitindo a ocorrência apenas de espécies tolerantes e mais bem adaptadas a essas condições. Essas áreas apresentaram solo fisicamente argiloso, possibilitando maior retenção de água e promovendo condições mais favoráveis ao estabelecimento dessas espécies. Padrão similar foi encontrado por Cestaro & Soares (2004), no qual observaram que a fertilidade e teores de alumínio foram os principais elementos responsáveis por diferenças na estrutura da vegetação.

Algumas áreas apresentaram significativas concentrações de Enxofre, Zinco e Boro, e a maior parte das espécies associadas ao solo com essas características pertencem à família das leguminosas (*Lonchocarpus cultratus*, *Schizolobium parahyba*, *Centrolobium tomentosum*, *Parapiptadenia rigida*), como mostrou o gráfico da CCA. Esses micronutrientes, em especial o S, permitem o aumento da produtividade e qualidade das plantas, quando disponível em altas concentrações (Rheinheimer et al. 2005), mesmo com baixas saturação por bases e quantidade de matéria orgânica, como foi observado. De acordo com Mengel & Kirkby (2001), solos com a presença de S

estimulam o desenvolvimento vegetativo das plantas, sendo um nutriente essencial para a formação das proteínas vegetais e contém moléculas envolvidas na fotossíntese, além de auxiliar na fixação de Nitrogênio, principalmente por leguminosas. O Zn é responsável por manter a integridade estrutural da membrana celular e sua deficiência reduz a fotossíntese líquida vegetal, por perturbar a atividade de enzimas envolvidas na fixação de carbono, como descrito por Hansch & Mendel (2009). Já o B é um micronutriente fundamental para os tecidos meristemáticos, contribuindo com seu crescimento, auxiliando o funcionamento da membrana celular, transporte de auxinas e metabolismo de carboidrato (Tariq & Mott, 2007).

Algumas espécies estiveram associadas ou ocorreram exclusivamente em fragmentos com maior elevação. A temperatura do ar influenciada pela altitude é um dos elementos climáticos que promove maiores efeitos sobre muitos processos fisiológicos que ocorrem em plantas. Provoca mudanças sensíveis no clima, no solo, na vegetação natural e, conseqüentemente, na adaptação de determinadas espécies, podendo favorecer outras mais adaptadas a essas condições, como é o caso da *Araucaria angustifolia*, espécie com distribuição em altitudes que variam de 500 a 1500 m (Klein 1960), encontrada apenas no fragmento mais elevado. De acordo com Fritzsons et al. (2008), a altitude exerce uma importante relação com a temperatura e umidade, provocando mudanças sensíveis no clima e no solo a medida que se eleva alguns metros, influenciando a adaptação das espécies.

O tamanho e isolamento dos fragmentos não foram fatores representativos para a variação na riqueza neste estudo, apresentando padrão contrário a Teoria da Biogeografia de Ilhas (MacArthur & Wilson, 1967). O número de espécies em cada fragmento variou independentemente da distância que ele estava de outro fragmento, ou seu tamanho. Alguns fragmentos, mesmo isolados, apresentaram a riqueza de espécies similar aos fragmentos não isolados, ao mesmo tempo que fragmentos menores apresentaram mesmo número de espécies que os fragmentos de maior área, ocorrendo apenas mudanças na composição. Provavelmente, essa característica está associada ao fato da fragmentação ter ocorrido há pouco mais de 50 anos e pode não ter havido tempo desse efeito se manifestar. Isso também pode explicar a ocorrência de espécies exclusivas em fragmentos de diferentes tamanhos que, antes do desmatamento, mantinham fluxo de sementes por toda sua extensão. Após supressão e fragmentação da vegetação, as áreas protegidas restantes abrigaram a mesma composição, ou seja, alguns indivíduos já estavam naquele lugar, antes mesmo de começar a retirada de madeira,

persistindo até os dias de hoje. Isso explica o fato de algumas espécies ocorrerem apenas no menor remanescente (46.394 m²), em contrapartida outras espécies ocorreram apenas no maior fragmento (894.863m²), como é o caso de *Vitex megapotamica*, *Myroxylon peruiferum*, *Machaerium hirtum* e *Casearia decandra*. Essa característica pode ser apenas um efeito aleatório de amostragem.

Desta forma, todos os fragmentos, independentemente do tamanho, são de grande importância para conservação na região. Estes podem ser um dos últimos remanescentes em que uma espécie ainda ocorre, apesar de alguns autores priorizarem a conservação das grandes florestas, existe a necessidade de conservar os pequenos fragmentos. Esses remanescentes abrigam elevada densidade de algumas espécies, podendo desempenhar importante papel no movimento de fauna entre as paisagens, facilitando a formação de áreas funcionalmente ligadas. Isso pode permitir a persistência de espécies em paisagens fragmentadas, podendo atuar também como fontes estáveis de sementes e indivíduos, reduzindo assim a taxa de extinção das mesmas.

5. Conclusão

Solos com maior saturação por bases (fertilidade) apresentam maior riqueza de espécies, assim como a interação entre a textura do solo e seus nutrientes provocam mudanças na composição da comunidade arbustivo-arbórea. A fertilidade do solo também favorece o estabelecimento de um maior número de indivíduos e não há diferença representativa entre a riqueza de espécies de acordo com o tamanho e isolamento dos fragmentos.

O aumento do número de indivíduos e diminuição da área basal estão relacionados às pressões antrópicas, principalmente corte de árvores de interesse comercial. A área basal das espécies aumenta nos fragmentos maiores nas altitudes elevadas, assim como nos solos que apresentam maior fertilidade. Nos fragmentos de menor elevação a área basal das espécies diminui. A altitude parece favorecer algumas espécies, permitindo sua ocorrência exclusivamente nos fragmentos mais elevados.

Ressaltamos a importância dos fragmentos florestais na manutenção das espécies. Mesmo pequeno um fragmento pode conter um dos últimos indivíduos de uma espécie, sendo elementos-chave para restauração de paisagens. São necessários monitoramentos constantes ao longo do tempo, principalmente nas áreas sob pressão antrópica, levando em consideração as variações naturais locais, assim como a relação dos fragmentos com as características do entorno.

6. Referências bibliográficas

- ARAÚJO, F. S.; MARTINS, S. V.; MEIRA NETO, J. A. A.; LANI, J. L. & PIRES, I. E. (2005). Florística da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, em Brás Pires, MG. *Revista Árvore*, v.29, n.6, p.107-116.
- BHERING, S. B.; SANTOS, H.G.; MANZATTO, C. V.; BOGNOLA, I.; FASOLO; CARVALHO, A. P.; POTTER, O. AGLIO, M. L. D.; SILVA, J. S.; CHAFFIN, C. E. & CARVALHO JUNIOR, W. (2007). Mapa de Solos do Estado do Paraná - Legenda Atualizada. Rio de Janeiro: Embrapa Florestas, Embrapa Solos, IAPAR, 74 p.
- BOBO, K. S.; WALTERT, M.; SAINGE, N. M.; NJOKAGBOR, J.; FERMON, H. & MUHLENBERG, M. (2006). From forest to farmland: species richness patterns of trees and understorey plants along a gradient of forest conversion in Southwestern Cameroon. *Biodiversity and Conservation* 15: 4097-4117.
- BOTREL, R. T.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; RODRIGUES, L. A. & CURI, N. (2002). Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. *Revista Brasil. Bot.*, V.25, n.2, p.195-213.
- CÂMARA, I. G. (1996). Plano de ação para a Mata Atlântica. Roteiro para a conservação de sua biodiversidade. Série Cadernos da Reserva da Biosfera, Caderno n.4, 34 p.
- CAMPELLO, E. F. C. (1998). Sucessão vegetal na recuperação de áreas degradadas. In: DIAS, L. E.; MELLO, L.W.V. (Ed.) *Recuperação de áreas degradadas*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa/SOBRAD, p.183-196.
- CARVALHO, M. M. (1998). Recuperação de pastagens degradadas em áreas de relevo acidentado. In: DIAS, L. E.; MELLO, L. W. V. (Ed.) *Recuperação de áreas degradadas*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa/ SOBRAD, p.149-161.
- CESTARO, L. A. & SOARES, J. J. (2004). Floristic and structural variations and the phytogeographical relationships of a deciduous forest fragment in Rio Grande do Norte State, Brazil. *Acta Bot. Bras.* 18: 203-218.
- CLARKE, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, New Zeland, v. 18, p. 117-143.

- DELIGNETTE-MULLER, M. L. & DUTANG, C. (2015). Fitdistrplus: An R Package for Fitting Distributions. *Journal of Statistical Software*, 64(4), 1-34.
- DING, Y.; ZANG, R.; LIU, S.; HE, F. & LETCHER, S. G. (2012). Recovery of woody plant diversity in tropical rain forests in southern China after logging and shifting cultivation. *Biological Conservation* 145, 225–233.
- ESPÍRITO-SANTO, F. D. B.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; MACHADO, E. L. M.; SOUZA, J. S.; FONTES, M. A. L. & MARQUES, J. J. G. S. (2002). Variáveis ambientais e a distribuição de espécies arbóreas em um remanescente de Floresta Estacional Semidecídua Montana no campus da universidade federal de lavras, MG. *Acta Bot. Bras.* 16(3): 331-356.
- FAHRIG, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34: 487-515.
- FINOTTI, R.; KURTZ, B. C.; CERQUEIRA, R. & GARAY, I (2012). Variação na estrutura diamétrica, composição florística e características sucessionais de fragmentos florestais da bacia do rio Guapiaçu (Guapimirim/Cachoeiras de Macacu, RJ, Brasil). *Acta Botânica Brasílica* 26(2): 464-475.
- FRITZSON, E.; MANTOVANI, L. E. & AGUIAR, A. V. (2008). Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado do Paraná. *Revista de Estudos Ambientais* v.10, n. 1, p. 49-64.
- GIULIETTI, A. M. & FORERO, E. (1990). “Workshop” diversidade taxonômica e padrões de distribuição das Angiospermas brasileiras. Introdução. *Acta Botânica Brasílica* 4:3-10.
- GOMES, A. P. C.; SOUZA, A. L. & NETO, J. A. A. M. (2004). Alteração estrutural de uma área florestal explorada convencionalmente na bacia do Rio Paraíba do Sul, Minas Gerais, nos domínios de Floresta Atlântica. *Revista Árvore* 28(3): 407-417.
- GRIS, D.; TEMPONI, L. G. & JUNIOR, G. A. D. (2014). Structure and floristic diversity of remnant semideciduous forest under varying levels of disturbance. *Acta Botanica Brasílica* 28(4): xxx-xxx.
- GUATURA, I. N.; CORRÊA, F.; COSTA, J. P. O. & AZEVEDO, P. U. E. (1996). A questão fundiária: roteiro para a solução dos problemas fundiários nas áreas protegidas da Mata Atlântica. Roteiro para a conservação de sua biodiversidade. *Série Cadernos da Reserva da Biosfera*, Caderno n.1, 47 p.
- HANSCH, R. & MENDEL, R. R. (2009). Physiological functions of mineral

- micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). *Current Opinion in Plant Biology*, v. 12, n.3, p. 259-266.
- HANSKI, I. & OVASKAINEN, O. (2003). Metapopulation theory for fragmented landscapes. *Theor Popul Biol* 4:119–127.
- HECK, K. L.; VAN BELLE, G. & SIMBERLOFF, D. (1975). Explicit calculation of the rarefaction diversity measurement and the determination of sufficient sample size. *Ecology* 56, 1459-1461.
- HIGUCHI, P.; REIS, M. G. F.; REIS, G. G.; PINHEIRO, A. L.; SILVA, C. T. & OLIVEIRA, C. H. R. (2006). Composição florística da regeneração natural de espécies arbóreas ao longo de oito anos em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, em Viçosa, MG. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.30, n.6, p.893-904.
- HONNAY, O.; JACQUEMYN, H.; BOSSUYT, B. & HERMY, M. (2005). Forest fragmentation effects on patch occupancy and population viability of herbaceous plant species. *New Phytologist*. 166: 723–736.
- IKUTA, K. G. & MARTINS, F. C. (2013). Interação entre aves frugívoras e plantas no Parque Estadual da Cantareira, estado de São Paulo. *Atualidades Ornitológicas* On-line Nº 172. www.ao.com.br.
- INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATIONS OF NATURE. Americas Regional Workshop (Conservation & Sustainable Management of Trees, Costa Rica, November 1996) 1998. *Aspidosperma polyneuron*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/details/32023/0>>. Acesso em: 19 jan. 2018.
- JULES, E. S. & SHAHANI, P. (2003). A broader ecological context to habitat fragmentation: why matrix habitat is more important than we thought. *J Veg Sci* 13:459–464
- KINOSHITA, L. S.; TORRES, R. B.; FORNI-MARTINS, E. R.; SPINELLI, T.; AHN, Y. J. & CONSTÂNCIO, S. S. (2006). Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP, Brasil. *Acta bot. bras.* 20(2): 313-327.
- KLEIN, R.M. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. (1960). *Sellowia*, v.12, n.12, p.17-44.
- KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B. & RUBEL, F. (2006). World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische*

- KRAMER, A. T.; ISON, J. L.; ASHLEY, M. V. & HOWE, H. F. (2008). The Paradox of Forest Fragmentation Genetics. *Conservation Biology*, 22(4):878-885.
- KUPFER, J. A.; MALANSON, G. P. & FRANKLIN, S. B. (2006). Not seeing the ocean for the islands: the mediating influence of matrix-based processes on forest fragmentation effects. *Glob Ecol Biogeogr* 15:8-20.
- LÔBO, D.; TARCISO LEÃO, T.; MELO, F. P. L.; ANDRE, M. M.; SANTOS, A. M. M. & TABARELLI, M. (2011). Forest fragmentation drives Atlantic Forest of northeastern Brazil to biotic homogenization. *Diversity and Distributions*, 17, 287–296.
- MacARTHUR, R. H. & WILSON, E. O. (1967). The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton.
- MACIEL, M. N. M.; WATZLAWICK, L. F.; SCHOENINGER, E. R. & YAMAJI, F. M. (2003). Classificação ecológica das espécies arbóreas. *Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais*, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 69-78.
- MALAVOLTA, E. (2006). Manual de nutrição mineral de plantas. Ed. Ceres.
- MARIMON-JUNIOR, B. H. & HARIDASAN, M. (2005). Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um cerradão e um cerrado *sensu stricto* em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 19(4): 913-926.
- MARTINS, F. R. (1991). Estrutura de uma floresta mesófila. Campinas: Ed. UNICAMP.
- McMURDIE, P. J. & HOLMES, S. (2014). Waste not, want not: Why rarefying microbiome data is inadmissible. *PLoS Comput Biol* 10(4): e1003531.
- MEIRA NETO, J. A. A. & MARTINS, F. R. (2000). Estrutura da Mata da Silvicultura, uma Floresta Estacional Semidecidual Montana no município de Viçosa - MG. *Revista Árvore*, v.24, n.2, p.151-160.
- MENDES, M. R. A.; MUNHOZ, C. B. R.; JÚNIOR, M. C. S. & CASTRO, A. A. J. F. (2012). Relação entre a vegetação e as propriedades do solo em áreas de campo limpo úmido no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil. *Rodriguésia* 63(4): 971-984.
- MENGEL, K. & KIRKBY, E. A. (2001). Principles of plant nutrition. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 849p.
- McNEELY, J. A.; MILLER, K. R.; REID, W. V.; MITTERMEIER, R. A. & WERNER,

- T. B. (1990). *Conserving the World's Biological Diversity*. IUCN, Gland, Switzerland; WRI, CI, WWF-US, and the World Bank, Washington.
- MIKICH, S. B. & SILVA, S. M. (2001). Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de floresta estacional semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, Volume 15, Number 1, pp. 89-113(25).
- MIKICH, S. B. (2002). A dieta dos morcegos frugívoros (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae) de um pequeno remanescente de Floresta Estacional Semidecidual do sul do Brasil. *Revta bras. Zoo I.* 19 (1): 239 – 249.
- MORENO, M. I. C. & SCHIAVINI, I. (2001). Relação entre vegetação e solo em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia (MG). *Revista Brasil. Bot.*, São Paulo, V.24, n.4, p.537-544.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. A. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: J. Wiley.
- MURCIA, C. (1995). Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 58-62.
- MYERS, J. A.; CHASE, J. M.; JIMENEZ, I.; JORGENSEN, P. M.; ARAUJO-MURAKAMI, A. & PANIAGUA-ZAMBRANA, N. (2013). Beta-diversity in temperate and tropical forests reflects dissimilar mechanisms of community assembly. *Ecology Letters*, 16, 151–157.
- OLIVEIRA, R. R. (2002). Ação antrópica e resultante sobre a estrutura e composição da Mata Atlântica na Ilha Grande, RJ. *Rodriguésia* 53(82): 33-58.
- OLIVEIRA, M. A.; SANTOS, A. M. M. & TABARELLI, M. (2008). Profound impoverishment of the large-tree stand in a hyper-fragmented landscape of the Atlantic Forest. *Forest Ecology and Management* 256: 1910-1917.
- OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; FRIENDLY, M. KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, R. B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M. H. H.; SZOECS, E. & WAGNER, H. (2016). *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.4-1. <https://CRAN.Rproject.org/package=vegan>
- PELLENS, R.; GARAY, I. & GRANDCOLAS, P. (2009). Biodiversity conservation and management in the Brazilian Atlantic Forest: every fragment must be considered. Pp. 1-45. In: Rescigno, V. & Maletta, S. (Eds.) *Biodiversity Hotspots*. New York, Nova Science Publishers Inc.

- PESSOA, S. V. A. & OLIVEIRA, R. R. (2006). Análise estrutural da vegetação arbórea em três fragmentos florestais na Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia* 57(3): 391-411.
- RAJAKARUNA, N. (2018). Lessons on Evolution from the Study of Edaphic Specialization. *Bot. Rev.* 84:39-78.
- RHEINHEIMER, D. S.; ALVAREZ, J. W. R.; FILHO, B. D. O.; SILVA, L. S. & BORTOLUZZI, E. C. (2005). Resposta de culturas à aplicação de enxofre e a teores de sulfato num solo de textura arenosa sob plantio direto. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.35, n.3, p.562-569.
- RIBAS, R. F.; MEIRA NETO, J. A. A.; SILVA, A. F. & SOUZA, A. L. (2003). Composição florística de dois trechos em diferentes etapas serais de uma Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. *Revista Árvore*, v.27, n.6, p.821-830.
- RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, P. M.; STELLA, J. C.; CAMPELO, F.; FERREIRA, M. T. & ALBUQUERQUE, A. (2010). Subsidy or stress? Tree structure and growth in wetland forests along a hydrological gradient in Southern Europe. *Forest Ecology and Management* 259, 2015–2025.
- RODRIGUES, L. A.; CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA FILHO, A. T. & CURI, N. (2007). Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, em Luminárias, MG. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.31, n.1, p.25-35.
- ROSSETO, E. F. S. & VIEIRA, A. O. S. (2013). Vascular Flora of the Mata dos Godoy State Park, Londrina, Paraná, Brasil. *Check List* 9(5): 1020–1034.
- RUGGIERO, P. G. C.; PIVELLO, V. R.; SPAROVEK, G.; TERAMOTO, E. & NETO, A. G. P. (2006). Relação entre solo, vegetação e topografia em área de cerrado (Parque Estadual de Vassununga, SP): como se expressa em mapeamentos? *Acta Bot. Bras.* 20(2): 383-394.
- SCARIOT, A. & SEVILHA, A. C. (2005). Biodiversidade, estrutura e conservação de florestas estacionais decíduais no Cerrado. In: Scariot, A., Sousa-Silva, J.C., Felfili, J.M. (Eds.), *Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, Brazil, pp. 121–139.
- SCOLFORO, J. R. S. & CARVALHO, L. M. T. (2006). Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais. Editora UFLA, Lavras.
- SEOANE, C. E. S.; KAGEYAMA, P. Y.; RIBEIRO, A.; MATIAS, R.; REIS, M. S.;

- BAWA, K. & SEBBENN, A. M. (2005). Efeitos da fragmentação florestal sobre a imigração de sementes e a estrutura genética temporal de populações de *Euterpe edulis* Mart. Rev. Inst. Flor. São Paulo, v. 17, n. 1, p. 25-43.
- SHAFER, M. L. (1981). Minimum population sizes for species conservation. Bioscience, 31:131-134.
- SHEPHERD, G. J. (2010). FITOPAC 2.1.2: Manual do usuário. Campinas, UNICAMP.
- SILVA, V. F.; NELSON VENTURIN, N.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; MACEDO, R. L. G.; CARVALHO, W. A. C. & BERG, E. V. D. (2003). Caracterização estrutural de um fragmento de floresta semidecídua no município de Ibituruna, MG. Cerne, v. 9, n. 1, p. 95-110.
- SISTEMA METEOROLÓGICO DO PARANÁ. Dados de precipitação e temperatura diários para a cidade de Assis Chateaubriand e Toledo fornecidos sob consulta no período de 01/01/2016 a 01/01/2017. Disponível em: <<http://www.simepar.br/>>. Acesso em: 10 dez. 2017.
- TABARELLI, M.; AGUIAR, A.V.; GIRÃO, L. C.; PERES, C. A. & LOPES, A.V. (2010). Effects of pioneer tree species hyperabundance on forest fragments in northeastern Brazil. Conservation Biology, 24, 1654–1663.
- TARIQ, M. & MOTT, C. J. B. (2007). Effect of Boron on the behavior of nutrients in soil-plant systems – A Review. Asian Journal of Plant Sciences, v.6, n.1, p.195-202.
- TER BRAAK, C. J. F. (1986). Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. Ecology 67:1167-1179.
- TER BRAAK, C. J. F. & PRENTICE, I. C. (1988). A Theory of Gradient Analysis. Advances in Ecological Research. V. 18, p: 271-317.
- VIANA, V. & PINHEIRO, L. A. F. V. (1998). Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. Série Técnica IPEF, v. 12, 32, p.25-42. ESALQU/USP.
- VITAL, A. R. T.; GUERRINI, I. A.; FRANKEN, W. K. & FONSECA, R. C. B. (2004). Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma Floresta Estacional Semidecidual em zona ripária. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.28, n.6, p.793-800.
- ZUUR, A. F.; IENO, E. N.; WALKER, N. J.; SAVELIEV, A. A. & SMITH G. (2009). Mixed effects models and extensions in ecology with R. New York, Springer.