

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA FLORESTAL
CÂMPUS DOIS VIZINHOS

LARISSA REGINA TOPANOTTI

**FITOSSOCIOLOGIA, DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA E RELAÇÕES
HIPSOMÉTRICAS DE UM FRAGMENTO FLORESTAL NO MUNICÍPIO
DE DOIS VIZINHOS-PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2016

LARISSA REGINA TOPANOTTI

**FITOSSOCIOLOGIA, DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA E RELAÇÕES
HIPSOMÉTRICAS DE UM FRAGMENTO FLORESTAL NO MUNICÍPIO
DE DOIS VIZINHOS-PR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientadora: Prof. Dra. Veridiana Padoin Weber

DOIS VIZINHOS

2016

T673f Topanotti, Larissa Regina.
Fitossociologia, distribuição diamétrica e relações
hipsométricas de um fragmento florestal no município
de Dois Vizinhos – PR. / Larissa Regina Topanotti –
Dois Vizinhos: [s.n], 2016.

68f.:il.

Orientadora: Veridiana Padoin Weber
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de
Engenharia Florestal. Dois Vizinhos, 2016.
Bibliografia p.61-68

1.Florestas nativas. 2.Manejo florestal. I.Weber,
Veridiana Padoin, orient. II.Universidade Tecnológica
Federal do Paraná – Dois Vizinhos. III.Título

CDD: 634.9

Ficha catalográfica elaborada por Keli Rodrigues do Amaral CRB: 9/1559

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos



TERMO DE APROVAÇÃO

FITOSSOCIOLOGIA, DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA E RELAÇÕES HIPSOMÉTRICAS DE UM
FRAGMENTO FLORESTAL NO MUNICÍPIO DE DOIS VIZINHOS-PR

por

LARISSA REGINA TOPANOTTI

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 17 de novembro de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal. A candidata foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Veridiana Padoin Weber
Orientador(a)

Prof. Dr. Daniela Aparecida Estevan
Membro titular (UTFPR)

Prof. Dr. Maurício Romero Gorenstein
Membro titular (UTFPR)

Prof. Dr. Edgar de Souza Vismara
Membro titular (UTFPR)

AGRADECIMENTOS

Tenho tanto a agradecer a tanta gente!

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pela oportunidade de ter chegado até aqui e por todas as bênçãos recebidas, especialmente no período final do curso.

À minha família, pelo apoio incondicional durante todo o período de graduação e pela constante presença, nos momentos mais sublimes e nos momentos de dificuldade também.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Dois Vizinhos, coordenação, corpo docente e funcionários.

À minha orientadora Veridiana Padoin Weber, pela oportunidade que me concedeu em trabalhar ao seu lado, por todo apoio, incentivo, paciência e conhecimento.

Aos professores Daniela Estevan e Maurício Gorenstein, por toda a ajuda e paciência nas minhas incansáveis dúvidas sobre identificações e, juntamente com o professor Edgar Vismara, pelas contribuições ao trabalho.

Aos voluntários que me auxiliaram na coleta de dados (são tantos!). Ao João Frigeri, Diogo, Charles, Kiel, Jô Ferreira, Sidinei, Fagoni, Douglas, Francisco, João Paulo, José, Alex, Bruno, João Pedro, ao meu irmão Marcos, e, em especial, ao Gabriel e à minha mãe, que sempre estiveram disponíveis a ajudar, um imenso muito obrigada! Sem dúvidas, esse trabalho só foi possível com a ajuda de vocês.

Aos meus queridos colegas de graduação, Géssica, Sidinei e Kiel, muito obrigada, principalmente pela parceira e por tornar tudo mais divertido. Em especial, agradeço ao Patinho, por todo o companheirismo e por estar sempre do outro lado da tela disposto a me ouvir e me ajudar a resolver problemas e encontrar uma solução. Muito obrigada especial também à Paula, que foi minha grande parceira em tudo! Miss you!

Ao João Godoi, Lincoln, Marcos, Greisa, Carioca, Caterine, Cláudia, Victor Kainã, Giovanni e Luan... vocês são demais! Obrigada por tornar o final da minha graduação tão especial.

A todos vocês e também a todos aqueles que contribuíram na minha formação profissional e pessoal durante esse período de graduação, muito obrigada!

RESUMO

TOPANOTTI, Larissa Regina. **Fitossociologia, distribuição diamétrica e relações hipsométricas de um fragmento florestal no município de Dois Vizinhos-PR.** 2016. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso II (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2016.

O objetivo desse trabalho foi realizar um levantamento fitossociológico, ajustar um modelo de distribuição diamétrica e determinar relações hipsométricas que melhor representem um fragmento florestal. O estudo foi conduzido em um fragmento com 18,7ha, por meio de amostragem sistemática, com a instalação de 16 parcelas permanentes de 1.000m². Em cada unidade amostral, foi realizada a mensuração de todas as árvores com CAP acima ou igual a 15,7cm. Os indivíduos foram identificados e além do CAP, foram coletadas as seguintes variáveis: altura da bifurcação, altura total, estrato de cada indivíduo, sanidade da copa, qualidade do fuste, presença de epífitas/lianas e luminosidade da copa. Foram mensurados 1.484 indivíduos em 1,6 hectares, com uma média de 927,5 indivíduos por hectare e uma área basal média de 26,82m²/ha. Foram identificadas 110 espécies pertencentes a 92 gêneros e 36 famílias botânicas, sendo a família botânica Fabaceae a mais representativa. As espécies *Luehea divaricata* Mart. & Zucc., *Sebastiania brasiliensis* Spreng. e *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan foram as espécies que apresentaram maior valor de densidade absoluta, com 110, 56,88 e 53,75 indivíduos/ha, respectivamente. As espécies *L. divaricata*, *P. rigida* e *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez foram as espécies que tiveram maior índice de valor de importância, 9,94%, 6,66% e 6,11%, respectivamente. Com relação ao estrato, 68% das árvores encontravam-se no sub-bosque, 29% ocupavam o estrato abaixo do dossel e apenas 3% estavam no estrato dossel. A maioria dos indivíduos (66%) apresentaram uma copa bem vigorosa e desenvolvida, 46% das árvores apresentaram fuste de forma aceitável e 49,46% dos indivíduos tinham copa sombreada. As funções de densidade probabilística para distribuição diamétrica foram testadas para as três espécies com maior densidade e os modelos de relação hipsométrica foram testados para as três espécies com maior valor de importância. A floresta como um todo, bem como as espécies *L. divaricata*, *S. brasiliensis* e *P. rigida* apresentaram distribuição diamétrica no formato exponencial negativo, no formato de J-invertido. O modelo Ln-Normal foi o que apresentou melhor ajuste para a distribuição diamétrica de todo o fragmento e das espécies Açoita-cavalo, Branquilha-de-latex e Angico-vermelho. O modelo matemático que melhor representou as relações hipsométricas das espécies *L. divaricata*, *P. rigida* e *N. megapotamica* foi o modelo de Stoffels, que apresentou valores satisfatórios de coeficiente de determinação, coeficiente de variação, erro padrão médio da estimativa e valor de F calculado. A floresta pode ser considerada em estágio intermediário a avançado de regeneração.

Palavras-chave: Florestas nativas. Manejo florestal sustentável. Ecótono. Floresta Ombrófila Mista. Floresta Estacional Semidecidual.

ABSTRACT

TOPANOTTI, Larissa Regina. **Phytosociology, diametric distribution and hypsometric relations of forest fragment in the city of Dois Vizinhos-PR.** 2016. 68 p. Course conclusion paper II (Graduation in Forestry) - Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos, 2016.

This paper aimed to conduct a phytosociological survey, adjust a model for the diametric distribution and determine hypsometric relations which can represent, in the best way, a forest fragment. The study took place in a fragment of 18.7 hectares, through systematic sampling, where 16 permanent plots of 1,000m² were installed. In which plot, every tree with CAP higher than 15,70m was measured. They were identified in terms of gender and species and, besides CAP, the following information was gathered: bifurcation height, total height, forest layer, tree crown quality, trunk quality, epiphyte presence and tree crown luminosity. A total of 1,484 individuals, in 1,6 hectares, were measured, with an average of 927.5 individuals per hectare, and a basal area average of 26.82m²/ha. There were 110 species, 92 genders and 36 botanical families in the study, and the most representative family was Fabaceae. The species *Luehea divaricata*, *Sebastiania brasiliensis* e *Parapiptadenia rigida* showed the higher values of density, with 110, 56.88 and 53.75 individual/ha, respectively. The species *L. divaricata*, *P. rigida* e *N. megapotamica* got the higher index of importance, 9.94%, 6.66% and 6.11%, respectively. Regarding the forest layer, 68% of the trees were in the understory layer, 29% were under the canopy layer and only 3% were in the canopy layer. Most of the individuals (66%) showed a well vigorous and developed crown, 46% of the trees had an acceptable trunk and 49.46% were shaded by other trees. The functions of probabilistic distribution were tested for the forest and for the three species with higher density, while the models of hypsometric relations were tested for the three species with the highest index of importance. The forest and the species *L. divaricata*, *S. brasiliensis* e *P. rigida* showed diametric distribution as a negative exponential format, reverse-J. The Log-Normal model was the one that represented, in the best way, the diametric distribution for the whole fragment and the species Açoita-cavalo, Branquilha-de-latex and Angico-vermelho. The mathematic model that showed the best performance for the hypsometric relations of *L. divaricata*, *P. rigida* e *N. megapotamica* were the Stoffels model, which got satisfactory results of coefficient of determination, variation coefficient, relative standard error and F calculated value. The forest can be considered in an intermediate to advanced stage of regeneration.

Key words: Native forests. Sustainable forest management. Ecotone. Mixed tropical forest. Semideciduous seasonal forest.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	10
2.1. OBJETIVO GERAL	10
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1. ECÓTONO FLORESTAL: FLORESTA OMBRÓFILA MISTA E FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL	11
3.2. VARIÁVEIS FITOSSOCIOLÓGICAS	13
3.3. DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA	15
3.4. RELAÇÕES HIPSOMÉTRICAS	18
4. MATERIAIS E MÉTODOS	20
4.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	20
4.2. SUFICIÊNCIA AMOSTRAL	21
4.3. COLETA DE DADOS E ANÁLISE FITOSSOCIOLÓGICA	22
4.4. AJUSTE DE FUNÇÕES DE DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA	24
4.5. AJUSTE DE MODELOS DE RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1. SUFICIÊNCIA AMOSTRAL E ÍNDICES ESTRUTURAIS POR UNIDADE AMOSTRAL ..	29
5.2. FITOSSOCIOLOGIA	32
5.3. ESTRUTURA VERTICAL	42
5.4. ESTRUTURA INTERNA	44
5.5. DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA	47
5.6. RELAÇÕES HIPSOMÉTRICAS	52
5.6.1. Relação hipsométrica para <i>Luehea divaricata</i>	52
5.6.2. Relação hipsométrica para <i>Parapiptadenia rigida</i>	54
5.6.3. Relação hipsométrica para <i>Nectandra megapotamica</i>	56
6. CONCLUSÃO	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

1. INTRODUÇÃO

Considerada uma região altamente prioritária para a conservação da biodiversidade, tanto brasileira quanto mundial, o bioma Mata Atlântica originalmente ocupava uma área de 1.300.000km² distribuídos em 17 estados brasileiros. Em virtude da ocupação do território e desmatamento da vegetação primária, a cobertura vegetal hoje presente no Brasil resume-se a fragmentos florestais, que representam apenas 22% da vegetação original, sendo que aproximadamente 7% dos fragmentos estão bem conservados em áreas maiores que 100 hectares (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015, p.1).

Devido à riqueza biológica associada à Mata Atlântica, legislações foram criadas como tentativas de regulamentar a exploração da vegetação original brasileira remanescente. Dentre as principais relacionadas à Mata Atlântica, está a lei N° 11.428/2006, a Lei da Mata Atlântica, que dispõe sobre a utilização e proteção da mesma, e determina que o corte e supressão de vegetação, tanto primária quanto secundária em estágio médio ou avançado, serão permitidos somente no caso de utilidade pública, pesquisas científicas e práticas conservacionistas. Entretanto, a autorização de corte, supressão ou manejo de espécies nativas nesse bioma respeitam as diretrizes da lei N° 4.771, de 1965 (Código Florestal), recentemente atualizada pela lei N° 12.651, de 2012, que, no parágrafo 1° do artigo 17 permite a exploração econômica da Reserva Legal através de manejo sustentável aprovado pelo órgão ambiental competente.

A exploração de florestas naturais abordada no Código Florestal é permitida através da elaboração de um plano de manejo sustentável que, segundo o decreto N° 5.975, de 2006, é definido como o documento técnico básico que contém as diretrizes e procedimentos para a administração da floresta, visando à obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, segundo a definição de manejo florestal sustentável.

De maneira geral, planos de manejo são elaborados com base em diversas informações sobre a floresta, tais como estoque corrente (em volume e número de árvores), caracterização desse estoque em termos de diâmetro, altura, defeitos e também a produtividade desse estoque em crescimento. Com base nessas informações, é possível estipular o que será retirado da floresta de maneira sustentável, sem exaurir a mesma (MACHADO e FIGUEIREDO FILHO, 2009).

Nesse sentido, levantamentos fitossociológicos são indispensáveis para coletar as primeiras informações sobre a floresta, aspirando aquisição de dados a respeito da composição florística, estrutura e diversidade da mesma. Além disso, estudos da distribuição diamétrica e das relações hipsométricas de um fragmento florestal e/ou das espécies de maior densidade e importância, servem de subsídios para compreender o comportamento das espécies no fragmento com o intuito de estipular o corte de madeira sem exaurir a floresta.

Portanto, levantamentos fitossociológicos, estudos da distribuição diamétrica e de relações hipsométricas de uma floresta são informações imprescindíveis para determinar as espécies habilitadas para extração madeireira e quantificar as proporções da extração, para que a floresta possa repor o volume durante o intervalo do ciclo de corte, certificando a sustentabilidade da produção florestal requerida nos planos de manejo florestal.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desse trabalho foi fazer um levantamento fitossociológico, ajustar um modelo de distribuição diamétrica e determinar relações hipsométricas que melhor representem um fragmento florestal localizado na zona rural do município de Dois Vizinhos-PR.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a composição florística, estrutura e diversidade desse fragmento;
- Observar o comportamento das árvores com relação a qualidade da copa e do fuste e luminosidade da copa;
- Fornecer informações sobre a distribuição diamétrica e altura das árvores da floresta para subsidiar um futuro plano de manejo.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. ECÓTONO FLORESTAL: FLORESTA OMBRÓFILA MISTA E FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL

A cobertura vegetal original no estado do Paraná era composta, na maioria do território, pela Floresta Ombrófila Mista (FOM) e Floresta Estacional Semidecidual (FES), formações vegetais do Bioma Mata Atlântica, como pode ser observado na Figura 1. Nas regiões de transição entre essas duas florestas, é facilmente observada uma miscigenação entre elementos dessas duas formações florestais, o que pode ser chamado de ecótono ou “mistura florística entre tipos de vegetação” (IBGE, 2012, p. 141).

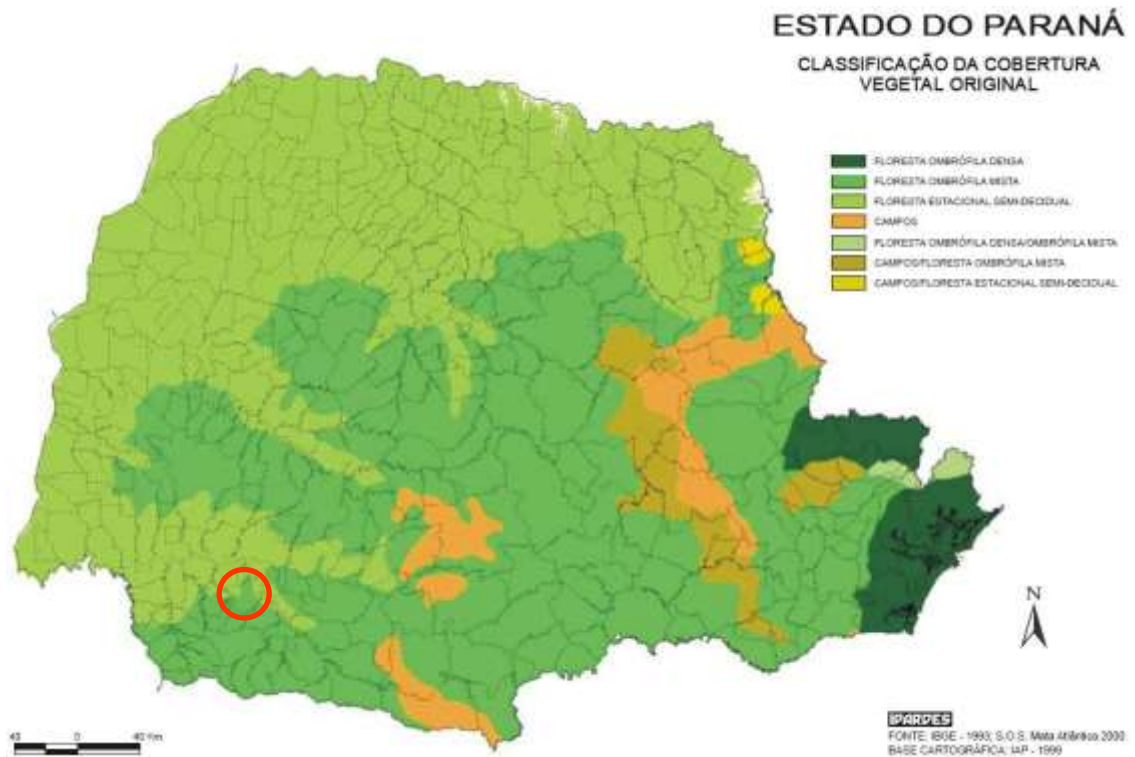


Figura 1. Mapa da cobertura vegetal natural do estado do Paraná com destaque para o município de Dois Vizinhos, em vermelho.

Fonte: NOWATZKI, 2015.

Os ecótonos são áreas de transição climática ou fitogeográfica que apresentam uma cobertura vegetal resultante da confluência de dois ou mais tipos vegetacionais que possuem seus “limites” nessas áreas. Tais regiões de transição reúnem, por sua vez, elementos florísticos

diferentes e a composição florística apresenta, portanto, uma maior complexidade e diversidade de espécies (SÁ-FURLANETE et al., 2007, p. 1).

A Floresta Ombrófila Mista (FOM), também chamada de “mata-de-araucária” ou “pinheiral”, recebe o nome “mista” devido à ocorrência de espécies de coníferas e folhosas nesse tipo de floresta. É um tipo vegetacional dominado pelos gêneros *Araucaria* e *Podocarpus*, sendo as principais espécies dessa vegetação *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucária ou Pinheiro-do-Paraná), *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl e *Podocarpus sellowii* (Klotz.) (IBGE, 2012, p.81).

As associações de *A. angustifolia* com outras espécies na FOM depende da altitude e situação geográfica. Em regiões mais elevadas, a Araucária aparece associada à *P. lambertii*, por exemplo, que é uma espécie típica de altitudes. Em altitudes menores, o Pinheiro-do-Paraná divide território com folhosas da família Lauraceae, especialmente os gêneros *Ocotea* e *Nectandra*. Em regiões com altitude entre 400 e 1000m, nota-se a ocorrência de Araucária com *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., *Nectandra megapotamica* (Spreng.) e Imbuia (*Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso), sendo que, com esta última espécie, forma agrupamentos bem típicos. Nas planícies aluviais, a Araucária se associa com *Luehea divaricata* Mart. ex Zucc, *Blepharocalix salicifolius* (Kunt) O. Berg no estrato emergente, e *Sebastiania commersoniana* (Bail.) L. B. Sm. ex Dows no estrato arbóreo. Em geral, também observa-se a ocorrência de *Cedrela fissilis* Vell. e várias outras espécies das famílias Lauraceae, Myrtaceae, Rubiaceae e Meliaceae, entretanto o dossel geralmente é dominado pela Araucária (IBGE, 2012, p. 81, 83).

Já a Floresta Estacional Semidecidual (FES), por terminologia, é determinada em função da semidecidualidade da folhagem da cobertura florestal em virtude do clima estacional. Na zona tropical, ocorre em regiões com uma estação chuvosa e outra de estiagem, e na zona subtropical não está associada a um período seco, mas à um inverno bastante frio (com temperaturas médias mensais inferiores a 15°C), o que leva à uma queda parcial da folhagem e repouso fisiológico pelas plantas. A porcentagem de árvores decíduas gira em torno de 20 a 50% do número total de árvores. Alguns dos gêneros mais comuns na FES são *Parapiptadenia*, *Peltophorum*, *Cariniana*, *Lecythis*, *Handroanthus*, *Astronium*, que são gêneros de distribuição brasileira, e outros de menor importância (IBGE, 2012, p. 93).

Segundo o ITCG (2009, p.1), a região Sudoeste do Paraná apresenta trechos de FOM e FES, sendo que a FOM é predominante nas regiões Leste e Sul do Estado e a FES é

predominante nas proximidades do rio Iguaçu. Em alguns locais da região Sudoeste, observa-se uma miscigenação de elementos de ambas as formações, como acontece no município de Dois Vizinhos.

3.2. VARIÁVEIS FITOSSOCIOLÓGICAS

A fitossociologia é conhecida como a ciência das comunidades vegetais ou o conhecimento da vegetação em geral, sua composição florística, estrutura, desenvolvimento e distribuição (POORE, 1955). É o ramo da Ecologia Vegetal mais difundido e aplicado para estudos quali-quantitativos das formações vegetacionais (CHAVES et al., 2013, p. 44).

É através da fitossociologia que pode-se conhecer as espécies mais importantes dentro de uma comunidade, bem como estabelecer graus de hierarquia entre as espécies e, com isso, avaliar a necessidade de ações para preservação e/ou conservação das unidades florestais. Dessa maneira, a fitossociologia engloba parâmetros que devem ser considerados em ações de gestão florestal/ambiental, tais como manejo florestal e recuperação de áreas degradadas (CHAVES et al., 2013, p. 44).

Além disso, segundo Saglam (2013, p. 31), estudos fitossociológicos são fundamentais para proteger as comunidades naturais de plantas e a biodiversidade assim como para entender as mudanças que ocorreram nos ambientes naturais no passado e que tendem a continuar no futuro.

Segundo Chaves et al., (2013, p. 45), a caracterização fitossociológica de uma comunidade vegetal pode ser dada por meio de vários parâmetros. Dentre alguns dos parâmetros ou variáveis que podem ser obtidos na fitossociologia, os mais difundidos são densidade (absoluta e relativa), frequência (absoluta e relativa), dominância (absoluta e relativa), índice de valor de importância, índice de diversidade de Shannon e índice de equabilidade de Pielou (SOUZA e SOARES, 2013, p. 70).

Cada um desses parâmetros reflete uma característica das espécies presentes em uma determinada floresta. A densidade representa o número de árvores de uma espécie “x” por hectare e a densidade relativa, em porcentagem, representa o percentual de participação de cada espécie em referência ao número total de indivíduos de todas as espécies amostradas. A frequência se refere ao número de vezes que uma espécie é encontrada nas unidades amostrais. A dominância, por sua vez, reflete o grau de ocupação das espécies através da projeção horizontal

da vegetação sobre o solo. Como em florestas nativas, é muito difícil determinar a projeção horizontal das copas das árvores no solo devido aos inúmeros *layers* sobrepostos de copas de árvores na estrutura vertical, usa-se a área basal para cálculo da dominância, uma vez que a projeção das copas e a área basal apresentam uma alta correlação. O valor de importância mostra as espécies que se destacaram quanto à estrutura na comunidade vegetal (SOUZA, 2015, p. 25-27; MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974; FOERSTER, 1973).

Os índices de Shannon e Pielou trazem um panorama geral para a floresta. O índice de diversidade de Shannon (H') é um dos índices mais usados para mostrar a diversidade de uma comunidade. Esse índice relaciona dois conceitos: riqueza (no que diz respeito ao número de espécies presentes no levantamento) e equabilidade (grau de abundância de cada espécie em uma determinada área). O índice de Pielou expressa a razão entre a diversidade observada e a diversidade máxima. Quanto mais próximo de 1, mais homogêneas são as densidades das espécies. Em outras palavras, quanto mais próximo da unidade, mais as espécies são igualmente abundantes (SOUZA, 2015, p. 25-27; SANQUETTA et al., 2014, p. 226).

De acordo com Lamprecht (1990 apud FREITAS e MAGALHÃES, 2012, p. 531), altos valores de densidade, frequência e dominância indicam as espécies mais importantes na comunidade vegetal, considerando-se apenas a estrutura da comunidade. Elevados valores de densidade e frequência são característicos de espécies com ocorrência horizontal regular. Espécies com certo grau de aglomeração tendem a apresentar densidade significativa e baixa frequência, e espécies de povoamento auxiliar com tendência de agrupamento apresentam alta densidade e baixos valores de dominância e frequência. Em contrapartida, baixa densidade e elevados valores de frequência e dominância refletem árvores dominantes isoladas e com baixo número de indivíduos, porém dispersas regularmente em áreas relativamente grandes.

Tais informações são fundamentais para o manejo florestal, pois permitem saber quais espécies são mais frequentes no povoamento, quais espécies aparecem em um número maior de unidades amostrais, e se as espécies estão dispersas ou agrupadas, por exemplo. Segundo Souza et al. (2006, p. 76), conhecer a composição florística e a estrutura da floresta possibilita o planejamento e estabelecimento de sistemas de manejo sustentável, condução da floresta a uma estrutura equilibrada, bem como tratamentos silviculturais adequados.

3.3. DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA

Segundo Machado e Figueiredo Filho (2009, p. 23), o diâmetro é a variável mais importante dentre as variáveis mensuráveis de uma árvore e/ou de um povoamento. O conhecimento do diâmetro de uma árvore é imprescindível para o cálculo da área transversal, área basal, volume, crescimento e quocientes de forma. Dessa forma, o diâmetro é usado como variável independente em várias estimativas, uma vez que é a medida mais acessível e mais fácil de identificar erros e corrigí-los durante a medição.

Com base na medição dos diâmetros em um processo de inventário florestal, é possível conhecer a distribuição diamétrica de um povoamento. Como o próprio nome já sugere, a distribuição diamétrica consiste na distribuição de frequência ou número de árvores por classes de diâmetros previamente estabelecidas por unidade de área, que no caso do sistema métrico equivale ao hectare (ha) (MACHADO e FIGUEIREDO FILHO, 2009, p. 25).

A distribuição diamétrica pode ser utilizada para determinar múltiplas características de uma floresta, como por exemplo, as tipologias florestais, estágios sucessionais, estados de conservação da floresta, grupos ecológicos de espécies, regimes de manejo, dinâmica de crescimento, usos da floresta, dentre outros. Além disso, é a principal variável utilizada para determinar o corte de árvores e para verificar a sustentabilidade do manejo florestal (UFV, 2015, p. 1). Por meio da distribuição diamétrica, é possível indicar se a quantidade de pequenas árvores será suficiente para repor a população atual de árvores maduras da floresta e ajudar a avaliar o potencial de sustentabilidade da floresta (SHEYKHOLESLAMI et al., 2011, p. 284). Também é de fundamental importância em florestas heterogêneas e inequidêneas, como no caso das florestas brasileiras, onde não se tem uma informação exata quanto à idade das árvores (MACHADO e FIGUEIREDO FILHO, 2009, p. 25).

Ao longo dos anos, vários pesquisadores vêm estudando a distribuição diamétrica de povoamentos inequidêneos. Em 1898, De Liocourt criou a definição de *floresta inequidênea de estrutura balanceada*, onde pode-se remover, periodicamente, o crescimento corrente sem alterar a distribuição de diâmetros e o volume inicial da floresta (CAMPOS e LEITE, 2013, p. 27). De Liocourt encontrou uma razão (q) constante para o povoamento florestal que estudou, sendo este chamado de quociente de *De Liocourt*. Assim, esse quociente (q) seria a razão do número de árvores em uma determinada classe diamétrica dividido pelo número de árvores na próxima

classe diamétrica e pelo diâmetro da maior árvore da floresta. Quando plotado, isso gera uma série geométrica que compõe a curva em forma de “J” invertido (HANN e BARE, 1979, p. 5). Em outras palavras, o termo floresta balanceada refere-se ao fato de que sucessivas classes diamétricas decrescem numa progressão geométrica constante (ou à razão q) (SOUZA e SOARES, 2013, p.69).

Então Meyer, em 1933, utilizou o conceito de De Liocourt para denominar a estrutura de povoamentos inequiâneos. Os resultados obtidos por Meyer serviram como subsídios para a estruturação do método de manejo por sistema silvicultural seletivo, cortando árvores em todas as classes diamétricas (SOUZA e SOARES, 2013, p.69).

Alguns exemplos de floresta balanceada podem ser florestas primárias e aquelas bem manejadas, grandes áreas de cobertura florestal que apresentam maior quantidade de madeira fina do que madeira grossa e também combinação de povoamento equiâneos regulados e com áreas iguais. Faz-se necessário salientar que a maioria das distribuições de diâmetros de povoamentos inequiâneos não decresce numa progressão geométrica constante, mas o conceito de floresta balanceada é muito difundido no manejo de florestas naturais, sobretudo como guia de corte seletivo (SOUZA e SOARES, 2013, p. 78).

Quanto aos tipos de distribuição diamétrica de florestas e/ou espécies, Souza e Soares (2013, p. 69) afirmam que as distribuições podem assumir as seguintes variações: unimodal (apresenta uma única moda), multimodal (com mais de uma moda), normal (média, moda e mediana são iguais ou semelhantes), “J”- invertido (crescente, decrescente e balanceada) (Figura 2), contínua (onde todas as classes de diâmetro apresentam indivíduos), e descontínua ou errática (uma ou mais classes de diâmetro não têm indivíduos).

Povoamentos equiâneos, que são plantados e geralmente constituídos por uma única espécie e idade, apresentam uma distribuição do tipo unimodal na maioria das vezes, com uma leve culminância da frequência para a direita ou esquerda do eixo x de acordo com a idade (CAMPOS e LEITE, 2013, p.27). Já as florestas inequiâneas e heterogêneas tendem a apresentar uma distribuição diamétrica no formato “J” invertido, indicando que a regeneração ocorre de maneira natural (MACHADO et al., 2009b, p. 2429).

Lopes et al. (2011, p. 329), em trabalho desenvolvido em uma floresta estacional semidecidual em Minas Gerais, observaram que 51% dos indivíduos concentraram-se na primeira classe de diâmetro, ou seja, seguiu o padrão típico das florestas inequiâneas, onde grande parte

dos indivíduos concentram-se nas primeiras classes de diâmetro ou modelo de distribuição diamétrica do tipo “J” invertido. Marangon et al. (2008, p. 701) observaram que a curva de distribuição dos indivíduos presentes em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Minas Gerais também seguiu o formato de “J” invertido, assim como as 10 espécies com maior valor de importância para este fragmento. Esse mesmo comportamento da distribuição diamétrica (“J”-invertido) foi observado por Machado et al., (b) (2009, p. 2433), em floresta ombrófila mista, considerando todas as espécies.

Conforme mencionado por Machado et al. (b) (2009, p. 2429), a forma mais eficiente de se caracterizar a distribuição diamétrica de uma floresta e/ou espécie ocorre pela utilização de funções de densidade probabilística (FDP). Existem diversas funções já consolidadas na literatura, entre as quais as seguintes, apresentadas por Souza e Soares (2013, p.80) e por Machado et al. (b) (2009, p. 2429), as quais foram utilizadas nesse trabalho: Exponencial (ou De Liocourt), Ln-Normal (ou LogNormal), Weibull com 02 parâmetros e Função Gama.

De acordo com Scolforo (2006, p. 60), a distribuição LogNormal representa uma opção à distribuição normal, e as únicas diferenças entre ambas referem-se à obtenção da média e da variância, além de que na função LogNormal, os valores dos diâmetros são modificados em seus valores logarítmicos. Já o modelo Gama apresenta uma grande flexibilidade, podendo ser aplicado tanto em florestas naturais quanto em povoamentos, uma vez que se ajusta a vários tipos de curvas com diferentes graus de assimetria.

Ferreira (2011, p. 28) afirma que a distribuição LogNormal apresenta uma certa sensibilidade no que se diz respeito à dimensão da amostra. Isso quer dizer que, na ocorrência de elementos insuficientes em uma amostra, ocorre uma acomodação na sua curva, mostrando-se incompleta nos pontos onde a amostra conta com representação de poucos indivíduos.

Segundo Campos e Leite (2013, p. 434), Amaral et al., (2015, p. 80) e Batista (1989, p. 82), a função Weibull é uma das mais utilizadas para modelagem da distribuição diamétrica, pois é flexível e possibilita moldar diferentes tendências de distribuição. É também fácil de ajustar e relacionar seus parâmetros com as características obtidas do povoamento e/ou floresta em questão, incluindo espécies arbóreas presentes na floresta tropical.

Sucintamente, observa-se que a distribuição diamétrica é peça chave para o manejo sustentável de florestas naturais, uma vez que almeja-se que a distribuição diamétrica garanta o prosseguimento de ciclos de colheitas econômico e ecologicamente praticáveis, onde assegure o

potencial de sustentação das futuras produções, assim como a regeneração do patrimônio florestal. Dessa forma, a estrutura diamétrica mais adequada para atingir os objetivos do manejo florestal sustentável é aquela que apresenta um número decrescente de árvores por sucessivas classes de DAP, onde o número de árvores seja o suficiente para equilibrar a mortalidade natural das árvores e a suprir aquelas árvores retiradas pelo corte seletivo (SOUZA e SOARES, 2013, p. 78, 79; MACHADO et al.(b), 2009, p. 2429).

3.4. RELAÇÕES HIPSOMÉTRICAS

A altura de uma árvore é uma variável fundamental para o cálculo do volume da mesma, bem como para o conhecimento do volume de madeira a ser retirado ao se fazer um corte seletivo num determinado povoamento florestal. Além disso, a estratificação vertical de florestas inequiâneas é muito importante para o manejo florestal, uma vez que a combinação da distribuição espacial das espécies com o arranjo e tamanho dos fustes, em conjunto com o adensamento das copas determina a entrada de energia na floresta e, conseqüentemente, o crescimento dessa área (SOUZA et al., 2003, p. 60).

Entretanto, a definição de altura de uma árvore é uma definição variável, pois diferentes alturas podem ser obtidas de uma árvore, sendo que as mais utilizadas são a altura total (*ht*) e a altura comercial (*hc*). A altura total é mais facilmente medida a campo, uma vez que vai do nível do terreno até a extremidade superior da copa (desconsiderando-se a dificuldade de visualização do topo da copa). Quanto à altura comercial, esta é considerada como a distância entre o nível do terreno até a altura das primeiras bifurcações (CAMPOS e LEITE, 2013, p. 62).

Quando possível, a altura das árvores é medida através de hipsômetros, que são os instrumentos mais utilizados para efetuar essa medição. Contudo, em áreas extensas de povoamentos equiâneos ou inequiâneos, não é possível medir todas as alturas devido ao grande número de árvores. Nesse caso, estima-se a altura das árvores através de equações específicas baseadas em dados disponíveis pelo inventário e ajustadas para o povoamento, utilizando modelos hipsométricos. Os modelos mais simples utilizam como variável independente o DAP, mas esse modelo nem sempre é preciso, pois a altura das árvores depende de variáveis ambientais

do local, idade, práticas silviculturais, etc (CAMPOS e LEITE, 2013, p. 63; AZEVEDO, 2009, p. 11).

Vários são os modelos hipsométricos que podem ser testados para uma espécie e/ou povoamento. Os mais consagrados na área florestal são os de Stoffels, Curtis e da Parábola (AZEVEDO, 2009, p. 17).

Gesser (2014, p.28), testando diferentes modelos hipsométricos para *A. angustifolia*, observou que o modelo que melhor se ajustou foi a equação de Backman, dada por:

$$h_i = \exp^{0.2661 + 1.06857 \ln(DAP) - 0.09305 * \ln^2 DAP}$$

. O autor definiu este modelo como o melhor porque apresentou boas estatísticas e boa distribuição de resíduos, sem tendência a superestimar ou subestimar as alturas preditas. Soares et al. (2011a, p. 1049) observaram que o modelo

$$Ht = \beta_0 * e^{\frac{\beta_1}{dap}}$$

foi o que melhor se ajustou para nove das onze espécies nativas avaliadas, sendo este um modelo que pode ser testado para espécies nativas em geral. Staub et al. (2014, p. 4), em estudo feito em fragmentos florestais de mata atlântica no estado do Rio de Janeiro, perceberam que o modelo que melhor se ajustou foi um dos modelos que os próprios autores propuseram:

$$h = 4,994322 + \left(0,307786 * \left(\frac{1}{dap} \right) \right) + (-4,55677 * dap)$$

. Dessa forma, observa-se que os modelos hipsométricos variam com a espécie que está sendo estudada, sendo que estes permitem obter informações referentes ao comportamento da altura em árvores onde esta variável não pode ser medida (SOARES et al., 2011a, p. 1049).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo do presente trabalho localiza-se no interior do município de Dois Vizinhos, Paraná. Dois Vizinhos está localizado no Terceiro Planalto Paranaense e apresenta uma área de 418km², com altitude média de 509 metros (Figura 2) (PREFEITURA DE DOIS VIZINHOS, 2013, p. 1). O clima, de acordo com a classificação climática de Koeppen, é do tipo Cfa, clima subtropical, onde “C” significa clima pluvial temperado (mesotérmico), com a temperatura do mês mais frio entre 18° e -3°C, sendo frequentes as geadas. A letra “f” representa que o clima é sempre úmido, sem estação seca, com chuvas distribuídas em todos os meses do ano. A letra “a” indica que a temperatura do mês mais quente fica acima de 23°C (IAPAR, 2015, p. 1).

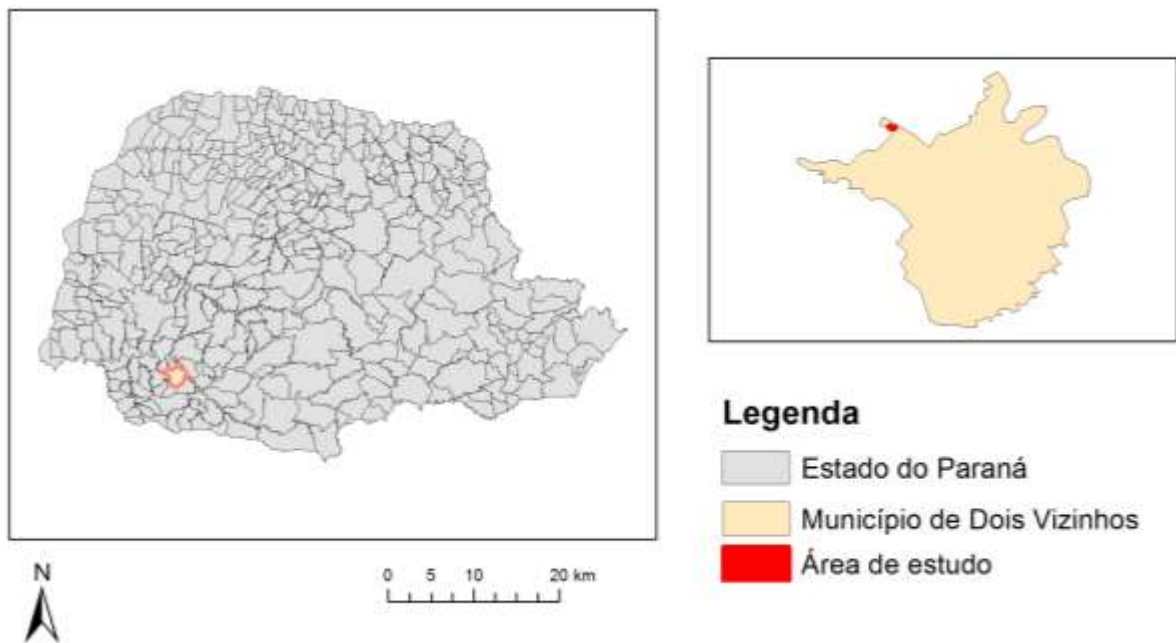


Figura 2. Localização do município de Dois Vizinhos no Estado do Paraná.

Fonte: O Autor, 2015.

O remanescente florestal objeto de estudo desse trabalho localiza-se na zona rural do município de Dois Vizinhos, na comunidade de Canoas, região limítrofe entre o município de Dois Vizinhos, Boa Esperança do Iguaçu e Cruzeiro do Iguaçu, entre as coordenadas 25° 39'57" S e 53°09'23" O, a uma altitude de 500m (Figura 3). O fragmento possui uma área total de 18,70

hectares e caracteriza-se como uma floresta secundária, pois já sofreu extração de madeira e outras perturbações antrópicas. Como pode ser visualizado na imagem de satélite Landsat 07 na Figura 3, a área é circundada por lavouras agrícolas e conta com a presença de um rio na porção Sul. Também pode ser observado na porção Nordeste do mapa a existência de uma faixa sem vegetação, que se deve ao trabalho de proteção à fiação elétrica feito pela companhia de energia elétrica do estado.

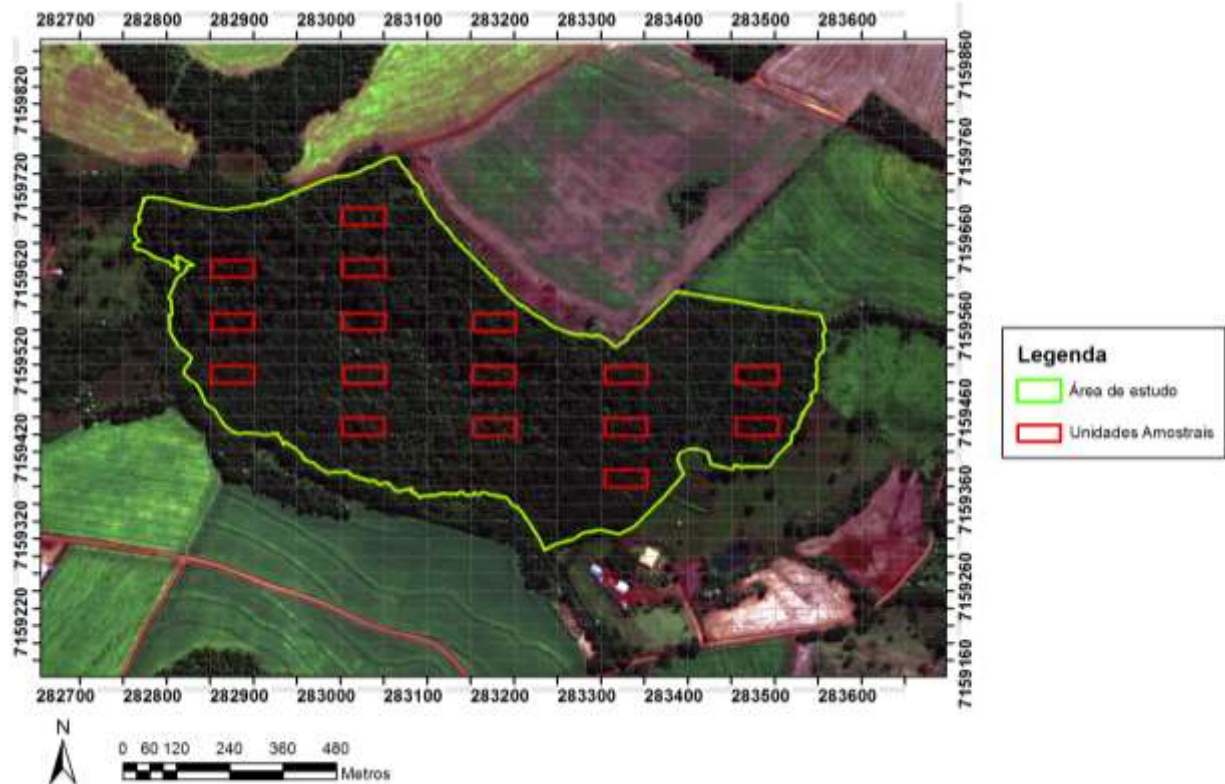


Figura 3. Localização da área de estudo com destaque para as parcelas selecionadas para amostragem. Fonte: O Autor, 2015. Imagem de satélite Landsat.

4.2. SUFICIÊNCIA AMOSTRAL

Para a análise da suficiência amostral, foi elaborada uma curva de número de espécies x espaço amostral acumulado. Para isso, foi calculado o número acumulado de espécies, e foram somadas as novas espécies a cada unidade amostral, utilizando-se uma planilha eletrônica do Excel®2013 do programa Microsoft Office para auxiliar no procedimento.

4.3. COLETA DE DADOS E ANÁLISE FITOSSOCIOLÓGICA

A coleta de dados ocorreu por meio do método de área fixa, onde foram instaladas dezesseis (16) parcelas permanentes, de 50x20m, com uma área de 1.000m² cada, totalizando 16.000m² amostrados (1,6 hectares). As parcelas foram distribuídas de maneira sistemática, sorteando-se a primeira parcela e depois distribuindo as demais seguindo uma razão de duas (2) parcelas como intervalo, tanto no sentido Norte-Sul quanto no sentido Leste-Oeste, conforme ilustra a Figura 3. O gride aplicado na mata segue 50 metros no sentido Leste-Oeste e 20 metros no sentido Norte-Sul.

O critério de inclusão para medição dos indivíduos foi o diâmetro igual ou maior a 5cm (15,70 cm de circunferência), medidos a 1,30m do solo com o auxílio de uma fita métrica. Todos os fustes foram plaqueteados, de forma sequencial, com uma placa quadrada de metal e/ou de PVC e o ponto de medição do diâmetro foi marcado com tinta spray de modo a permitir futuras remeções.

As árvores foram identificadas a campo, algumas vezes com o auxílio de um mateiro. As árvores não identificadas tiveram amostras dendrológicas coletadas (utilizando-se um podão) e foram encaminhadas para herborização no Herbário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Câmpus Dois Vizinhos, que é integrado ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) – Herbário Virtual da Flora e dos Fungos. Em seguida foram mensuradas as variáveis quantitativas (DAP, altura total e altura da primeira bifurcação) e as variáveis qualitativas (estrato, desenvolvimento da copa, qualidade do fuste, presença de epífita e luminosidade da copa), como descritas a seguir:

- Altura da primeira bifurcação do indivíduo;
- Altura total do indivíduo: altura total da árvore, do solo até o ápice. A medição da altura do ponto de inversão e altura total foi realizada com o auxílio de um aparelho hipsômetro digital do tipo VERTEX IV, que é um instrumento rápido e preciso na medição de altura;
- Estrato: estrato que a espécie está ocupando na floresta. 1-emergente e dossel, 2- imediatamente abaixo do dossel, 3-sub-bosque (SOUZA, 2015, p. 113). As árvores foram classificadas de acordo com a altura das copas, sendo que árvores com altura inferior a 10m foram classificadas como sub-bosque, árvores com altura de 10 a 20m foram

enquadradas como estrato abaixo do dossel e árvores acima de 20m foram classificadas como dossel, assim como exposto por Moura (2014, p. 35) e Silva (2015, p. 29);

- Desenvolvimento da copa, em termos de sanidade da árvore: 1-bem desenvolvida e vigorosa, 2-pouco desenvolvida e irregular, 3-danificada (SOUZA, 2015, p. 113);
- Qualidade do fuste: 1-fuste reto, 2-fuste de forma física aceitável, 3-fuste totalmente irregular. A qualidade do fuste é um quesito importante para a comercialização da madeira (SOUZA e SOARES, 2013, p. 58);
- Luminosidade da copa: 1-iluminação total da copa, 2- iluminação parcial, 3-completamente sombreada (SOUZA, 2015, p. 113; SOUZA e SOARES, 2013, p. 64), avaliadas visualmente.

Após a coleta de dados a campo, os mesmos foram tabulados em planilha eletrônica do Excel®2013 do programa Microsoft Office e posteriormente analisados com relação às variáveis fitossociológicas frequência, dominância, densidade (absoluta e relativa) e o índice de valor de importância. Também foram obtidos o índice de diversidade de Shannon e equabilidade de Pielou, conforme descrição a seguir adaptada de Souza (2015, p. 25-27) (Tabela 1).

Tabela 1. Equações utilizadas para determinar as variáveis fitossociológicas.
Fonte: SOUZA, 2015, p. 25-27.

Equação	Parâmetro avaliado	Descrição dos componentes da equação	Número
$DA_i = \frac{n_i}{A}$	Densidade absoluta	DA_i : densidade absoluta da i-ésima espécie (indivíduos por hectare), n_i : número de indivíduos da i-ésima espécie, A : área total amostrada, em hectare	(1)
$DR_i = \frac{DA_i}{\sum_{i=1}^s DA_i} * 100$	Densidade relativa	DR_i : densidade relativa da i-ésima espécie, em porcentagem, s: número de espécies amostradas	(2)
$FA_i = \frac{u_i}{u_t}$	Frequência absoluta	FA_i : frequência absoluta da i-ésima espécie, u_i : número de unidades amostrais em que se encontrou a i-ésima espécie, u_t : número total de unidades amostrais	(3)
$FR_i = \frac{FA_i}{\sum_{i=1}^s FA_i} * 100$	Frequência relativa	FR_i : frequência relativa da i-ésima espécie, em porcentagem.	(4)
$DoA_i = \frac{AB_i}{A}$	Dominância	DoA_i : dominância absoluta da i-ésima	(5)

	absoluta	espécie, em m ² /ha, AB_i : área basal (somatório das áreas seccionais) da i-ésima espécie, em m ² na área amostrada, A : área amostrada, em hectares	
$DoR_i = \frac{AB_i}{\sum_{i=1}^s AB_i} * 100$	Dominância relativa	DoR_i : dominância relativa da i-ésima espécie, em porcentagem.	(6)
$VI = \frac{DR_i + FR_i + DoR_i}{3}$	Valor de importância	DR_i : densidade relativa; FR_i : frequência relativa; DoR_i : dominância relativa, todos em porcentagem.	(7)
$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$	Índice de diversidade de Shannon	p_i : abundância relativa de cada espécie, n_i : número de indivíduos de cada espécie, N : número total de indivíduos, H' : índice de Shannon	(8)
$p_i = \frac{n_i}{N}$			
$N = \sum_{i=1}^s n_i$			
$E' = \frac{H'}{\ln S}$	Índice de equabilidade de Pielou	$\ln S$: logaritmo neperiano do número total de espécies, E' : índice de equabilidade, H' : índice de Shannon.	(9)

4.4. AJUSTE DE FUNÇÕES DE DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA

Após o cálculo da intensidade amostral e das variáveis fitossociológicas, foram calculados o número e a amplitude de classes de diâmetro para a população geral e para as três espécies com maior densidade usando a fórmula de Sturges, conforme equação número 10.

$$nc = 1 + 3,3 * \log(n) \quad (10)$$

Onde nc=número de classes diamétricas, n=número de observações, log = logaritmo decimal.

Após o cálculo do número de classes diamétrica pela fórmula de Sturges, obteve-se o intervalo de classes pela divisão entre a amplitude total (DAP máximo – DAP mínimo) e o número de classes (nc) (MACHADO e FIGUEIREDO FILHO, 2009, p. 72). O intervalo de classes foi utilizado para plotar a distribuição diamétrica e realizar os testes de aderência no software SAS (Statistical Analysis System) versão 9.1, os quais serão detalhados em seguida.

Em seguida, foram ajustadas funções de densidade probabilísticas para verificar a melhor representação da distribuição diamétrica da floresta e das espécies com maior densidade (número de indivíduos/hectare) no remanescente florestal. Foram testadas as seguintes funções de densidade de probabilidade, conforme disposto na Tabela 2.

Tabela 2. Equações utilizadas para ajustar a distribuição diamétrica do fragmento e das espécies com maior densidade.

Fonte: CAMPOS e LEITE, 2013, p.429.

Modelo	Autor	Descrição dos componentes da equação	Equação
$N_j = \beta_0 e^{\beta_1 D_j}$	Exponencial de Meyer	D_j é o diâmetro da j -ésima classe de DAP, em centímetros, N_j é número de árvores por hectare na i -ésima classe de DAP e β_0 e β_1 são os parâmetros que serão estimados	(11)
$f(X) = \frac{\gamma}{\beta} \left(\frac{X}{\beta}\right)^{\gamma-1} e^{-\left(\frac{X}{\beta}\right)^\gamma}$	Weibull com 2 parâmetros	β é o parâmetro de escala, γ é o parâmetro de forma e X é o cento da classe de diâmetro	(12)
$f(X) = \frac{(X - \alpha)^{\gamma-1} e^{-\frac{(X-\alpha)}{\beta}}}{\beta^\gamma T(\gamma)}$ $T(\gamma) = \int_0^\infty t^{\gamma-1} e^{-t} dt$	Gama	γ é o parâmetro de forma ($\gamma > 0$), β é o parâmetro de escala ($\beta > 0$) e α é o parâmetro de locação	(13)
$f(x) = \frac{h * 100}{\sigma_{(x-a)} \sqrt{2\pi}} * \exp \frac{-1}{2} \left(\frac{\ln(x-a) - \mu}{\sigma^2} \right)^2$	Ln-normal	h é a largura do intervalo no histograma, μ é a média da população, σ é o desvio-padrão, α é uma constante, tal qual a variável $\ln(x - \alpha)$ tenha distribuição normal, x é a variável aleatória observada ($x > 0$), $f(x)$ é a probabilidade de frequência	(14)

por unidade de área

O ajuste das funções foi feito através de ferramentas de análise de regressão disponíveis no software estatístico SAS, utilizando o procedimento PROC CAPABILITY. As funções foram testadas para a floresta e para as espécies com maior densidade no fragmento, uma vez que a distribuição diamétrica ocorre por meio da distribuição do número de árvores por hectare por classe de diâmetro. O método utilizado foi o método da máxima verossimilhança.

Na seleção da melhor função de probabilidade para a determinação de frequências por classe de diâmetro, foram utilizados os testes estatísticos de aderência de Kolmogorov-Smirnov (KS), Cramér-von Mises (W-Sq), Anderson-Darling (A-Sq) e Qui-quadrado (χ^2), com o intuito de verificar se o ajuste das distribuições foi adequado aos dados dos diâmetros distribuídos em classes, conforme disposto no trabalho de Amaral et al., (2015, p. 78).

Para eleger as melhores funções, foi elaborado um ranqueamento de 1 a 4, assim como o utilizado por Carelli Neto (2008, p. 57), onde os menores valores calculados dos testes supracitados receberam número 1 e os maiores valores calculados número 4. Após isso, foi feita a soma desses números e a média para cada função, sendo que a melhor função foi aquela que apresentou menor média geral para os testes de aderência.

4.5. AJUSTE DE MODELOS DE RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA

Para determinar a melhor equação de altura em função do DAP para as espécies com maior valor de importância no fragmento, foram testados oito modelos matemáticos previamente estabelecidos, conforme pode ser visualizado na Tabela 3.

Tabela 3. Equações utilizadas para ajustar a relação hipsométrica das espécies de maior valor de importância. Fonte: AZEVEDO, 2009, p. 17.

Modelo	Autor	Equação
$Ln h = \beta_0 + \beta_1 * Ln DAP$	Stoffels	(15)
$Ln h = \beta_0 + \frac{\beta_1}{DAP}$	Curtis	(16)

$$h = \beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2 \quad \text{Parábola} \quad (17)$$

$$h = \beta_0 + \beta_1 DAP \quad \text{Modelo da Linha Reta} \quad (18)$$

$$h = \beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2 + \beta_3 DAP^3 \quad (19)$$

$$\text{Ln}h = \beta_0 + \frac{\beta_1}{DAP^2} \quad (20)$$

$$h = \beta_0 + \beta_1 \ln DAP + \beta_2 \ln^2 DAP \quad \text{Backman Modificada} \quad (21)$$

$$h = \beta_0 + \frac{\beta_1}{DAP} + \beta_2 DAP^2 \quad (22)$$

Onde: h : altura total da árvore, em metros, DAP : diâmetro à altura do peito, medido a 1,30m do solo (cm), \ln : logaritmo neperiano e $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ e β_3 : parâmetros estimados através de regressão.

Para selecionar o melhor modelo de relação hipsométrica para as espécies com maior valor de importância, foram considerados os seguintes parâmetros estatísticos, assim como sugere Machado et al., (b) (2009, p. 2430), Amaral et al., (2015, p. 78) e Sanquetta et al., (2014, p. 288):

- Menor coeficiente de variação (CV%): dado pelo produto da divisão entre o erro padrão da estimativa pela média aritmética das alturas observadas multiplicado por 100;
- Maior coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}): fornece a porcentagem da variação dos dados observados em torno da média que está sendo explicada pela equação ajustada. Quanto mais próximo de 100, mais precisa é a equação (SOARES et al, 2011b, p. 77);
- Menor erro padrão da estimativa ($S_{y,x}$): informa o erro médio associado ao uso da equação, onde $S_{y,x} = \pm\sqrt{QMResiduo}$. Quanto menor o erro padrão da estimativa, menor o erro associado ao uso da equação (SOARES et al, 2011b, p. 77);
- Maior valor de F calculado, obtido através do produto entre o quadrado médio da regressão pelo quadrado médio do resíduo (SOARES et al, 2011b, p. 77);
- Melhor distribuição dos resíduos no gráfico: espera-se que modelos que melhor se ajustaram aos dados apresentem uma distribuição uniforme dos resíduos e que os mesmos estejam o mais próximo possível de zero (SOARES et al, 2011b, p. 77).

A partir desses parâmetros estatísticos, foi preparado um ranking, adaptado de Gesser (2014, p.21), onde o melhor valor receberá nota 1, aumentando a nota (2, 3, 4, 5) para os piores valores. Após a estruturação do ranking, foi feita a soma das notas para cada modelo, e o melhor modelo foi então aquele com o menor somatório de nota.

O ajuste dos modelos de relação hipsométrica foi realizado no software estatístico SAS (Statistical Analysis System) versão 9.1, utilizando o procedimento PROC REG. As funções foram testadas para as espécies com maior índice de valor de importância no fragmento.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. SUFICIÊNCIA AMOSTRAL E ÍNDICES ESTRUTURAIS POR UNIDADE AMOSTRAL

Com relação a abrangência florística, nota-se na Figura 4, que com 07 parcelas foi possível amostrar 95% das espécies (94 espécies). Entre as parcelas 8 e 12, percebe-se uma tendência a estabilização, com um pequeno acréscimo de espécies nas unidades amostrais seguintes, podendo indicar uma suficiência amostral a partir da 8ª parcela. Mesmo não atingindo a assíntota, a curva, juntamente com os cálculos de eficiência amostral, demonstram que a amostragem foi suficiente para representar o fragmento florestal.

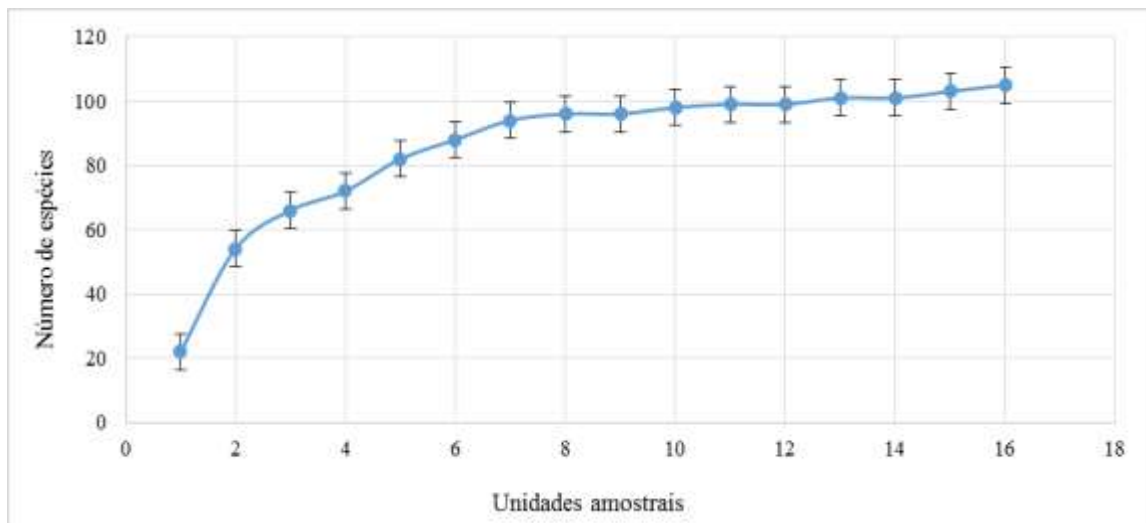


Figura 4. Relação entre o número de espécies (\pm erro padrão) e o espaço amostral acumulado. Fonte: A autora (2016).

Os dados gerais obtidos no levantamento podem ser observados na Tabela 4, onde observa-se um total de 1.484 indivíduos em 16 unidades amostrais, com uma média de 92,75 indivíduos por parcela, e um total de 1,6 hectares amostrados (8,55% do total da área). A unidade amostral 10 foi a que apresentou a maior área basal por hectare, 43,5 m²/ha, e a unidade amostral 1 apresentou a menor área basal, 11,12 m²/hectare.

Tabela 4. Índices estruturais e número de espécies obtidos no levantamento fitossociológico conduzido em fragmento florestal localizado no interior do município de Dois Vizinhos, PR.

Parcela	G (m ² /ha)	N. fustes	N. ind	N. fustes/ind.	N (arv/ha)	N. spp	Estágio
---------	------------------------	-----------	--------	----------------	------------	--------	---------

1	14,87	67	58	1,16	580	22	Médio
2	32,28	101	96	1,05	960	48	-----
3	37,23	148	130	1,14	1300	36	-----
4	20,50	108	101	1,07	1010	24	-----
5	27,97	141	121	1,17	1210	35	-----
6	27,88	115	111	1,04	1110	40	-----
7	21,97	69	66	1,05	660	31	-----
8	20,32	84	64	1,31	640	26	-----
9	20,42	37	35	1,06	350	17	-----
10	43,50	107	104	1,03	1040	32	-----
11	36,07	207	199	1,04	1990	31	-----
12	11,12	65	47	1,38	470	20	Médio
13	35,00	106	94	1,13	940	38	-----
14	24,00	124	119	1,04	1190	15	-----
15	35,20	89	81	1,10	810	30	-----
16	23,02	66	58	1,14	580	25	-----
Média	26,96	102,13	92,75	1,12	927,50	29,38	

G (m²/ha): área basal (m²) por hectare; **N. fustes:** número de fustes por unidade amostral; **N. ind:** número de indivíduos por unidade amostral; **N. fustes/ind.:** média de número de fustes por indivíduo; **N (arv/ha):** número de árvores por hectare; **N. spp:** número de espécie por parcela; **Estágio:** estágio de regeneração, de acordo com a resolução do Conama 04/1994. **Fonte:** A autora, 2016.

A média da área basal amostrada (em 1,6ha) totalizou 26,96 m²/ha, que é superior ao valor encontrado por Moura (2014, p. 46), em trabalho desenvolvido no remanescente florestal localizado no Câmpus Dois Vizinhos da UTFPR, que foi de 24,80m². Entretanto, esse valor de área basal foi inferior ao encontrado por Silva (2015, p. 63), em estudo realizado no Parque Jirau Alto, em Dois Vizinhos, que verificou um valor de área basal de 34,06m²/ha e por Viani et al., (2011, p. 123), em estudo conduzido em três comunidades florestais localizadas em Quedas do Iguaçu, Paraná, cujos valores foram 38,55m²/ha, 46,23m²/ha e 33,28m²/ha. Dessa maneira, a condição da floresta objeto de estudo do presente trabalho assemelha-se às condições da comunidade estudada por Moura (2014, p. 46), podendo ser considerada uma floresta secundária em estágio intermediário a avançado de sucessão.

Nota-se que a unidade amostral 10 foi a unidade com maior área basal, mesmo que esta tenha apresentado um número significativamente menor de indivíduos do que a parcela 11, que foi a que apresentou maior número de indivíduos. Isso se deve ao fato de que a parcela 10 destacou-se com relação a indivíduos com grande DAP, enquanto que a parcela 11 apresentou muitos indivíduos, mas com DAP pequeno. Foi na unidade amostral número 10, por exemplo,

que foi encontrado o indivíduo com maior DAP amostrado, com 131,14 cm em um indivíduo de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan, ou Angico-vermelho.

Observa-se que em todas as unidades amostrais, houveram um número significativo de fustes, representando uma grande quantidade de indivíduos bifurcados. Isso é reforçado pela média do número de fuste por indivíduo, que foi de 1,12. De acordo com Moura (2014, p. 54), um grande índice de bifurcação pode significar degradação na área de estudo.

A parcela 11 apresentou a maior quantidade de indivíduos, 199, enquanto que a parcela 9 foi a unidade amostral com menor número de indivíduos, 37. Com uma média de 92,75 árvores por parcela, obteve-se um número de 927,5 indivíduos por hectare, o que, para a área total (18,70 hectares), totalizou um número de aproximadamente 17.344 árvores na área total. O número total de indivíduos por hectare encontrado no presente trabalho foi inferior ao observado por Moura (2014, p. 46), que foi de 1.806,25 árvores/ha e também foi menor do que os valores obtidos por Viani et al., (2011, p. 123), que foram de 1.327, 1.557 e 1.553 árvores/ha para as três comunidade estudadas.

A unidade amostral número 2 destacou-se com relação as demais no que se refere ao número de espécies, uma vez que apresentou um total de espécies. A parcela 6 também foi destaque, com 40 espécies. Comparando com o trabalho de Moura (2014, p. 55), onde a parcela com maior número de espécies teve apenas 22 espécies, o fragmento florestal em questão apresenta uma diversidade de espécies bem significativa.

No que se refere a classificação de estágios de regeneração, a resolução do CONAMA 04/1994 determina que vegetações com área basal média de até 8m²/ha são classificadas como estágio inicial de regeneração, vegetações com até 15 m²/ha encontram-se em estágio médio e vegetações com área basal média de até 20m²/ha estão em estágio avançado de regeneração. De acordo com tal determinação, apenas duas unidades amostrais foram classificadas como estágio médio de regeneração de acordo com o valor de área basal média, as parcelas 1 e 12. Nenhuma das unidades amostrais em questão encontram-se em estágio inicial de regeneração e as demais parcelas (14) apresentam área basal média superior ao valor estipulado pelo CONAMA como característica de estágio avançado de regeneração, que é de no máximo 20m²/ha, o que demonstra que o fragmento estudado está em estágio intermediário a avançado de regeneração.

5.2. FITOSSOCIOLOGIA

No presente estudo foram amostrados um total de 1.484 árvores, distribuídas em 36 famílias botânicas, 92 gêneros e 110 espécies (incluindo as espécies não identificadas). A família botânica Fabaceae foi a família com maior número de espécies, 18, seguida pelas famílias Rutaceae, Lauraceae e Myrtaceae, cada uma com 06 espécies. As famílias que somaram apenas 01 espécie cada foram contabilizadas como outras, assim como ilustra a Figura 5.

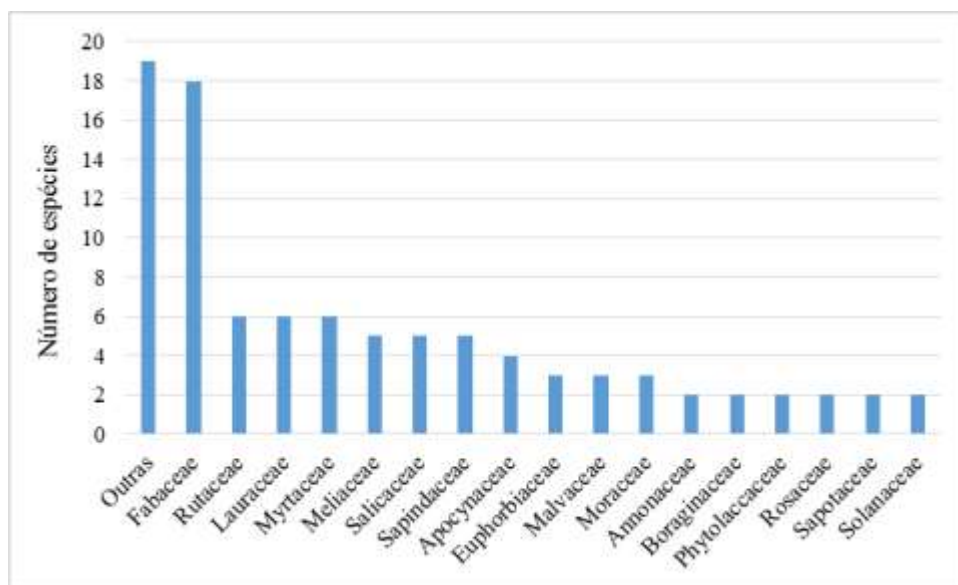


Figura 5. Distribuição do número de espécies por família. Observação: no gráfico não constam as famílias que tiveram apenas 01 espécie. Fonte: A Autora (2016).

Com relação ao destaque da família Fabaceae em termos de riqueza de espécies, isso pode ser observado em outros trabalhos realizados no mesmo tipo de floresta. Silva (2015, p. 31), em trabalho desenvolvido em fragmento florestal localizado na parte urbana do município de Dois Vizinhos, também observou que a família Fabaceae foi a família com maior número de espécies. O mesmo aconteceu com o trabalho conduzido por Moura (2014, p. 37), em um fragmento florestal localizado no Câmpus Dois Vizinhos da UTFPR, onde as famílias mais ricas foram Fabaceae e Myrtaceae. Viani et al., (2011, p. 118), em estudo desenvolvido no município de Quedas do Iguaçu, Paraná, também notou que a família mais rica foi a família Fabaceae.

Tanto Viani et al., (2011, p. 118) quanto Moura (2014, p. 41) afirmam que as famílias Fabaceae e Myrtaceae, a qual também se destacou no presente trabalho com relação ao número

de espécies, são famílias que geralmente apresentam alta riqueza em áreas de Mata Atlântica, sobretudo em formações de FES e FOM.

Dentre as espécies arbóreas que mais se destacaram no levantamento, com relação ao número de indivíduos, estão *L. divaricata* (Açoita-cavalo), *Sebastiania brasiliensis* (Branquilho-de-leite), *Parapiptadenia rigida* (Angico-vermelho), *N. megapotamica* (Canelinha), *A. angustifolia* (Araucária ou Pinheiro-do-Paraná) e *Allophylus edulis* (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl. (Chal-chal). Outra espécie com grande número de indivíduos foi *Urera baccifera* (L.) Gaudich. ex Wedd. (Urtigão), que é uma espécie de hábito arbustivo muito comum no sub-bosque de FES, como indica Viani et al., (2011, p. 123) (Tabela 5).

As espécies *L. divaricata*, *S. brasiliensis* e *P. rigida* também foram as espécies que apresentaram maior valor de densidade absoluta, com 110, 56,88 e 53,75 indivíduos/ha respectivamente. Assim sendo, o mesmo aconteceu no que se refere à densidade relativa: *L. divaricata* apresentou um valor de 11,86%, *S. brasiliensis* 6,13% e *P. rigida*, com 5,80% de densidade relativa.

No que se refere à frequência, as duas espécies que apareceram em 15 das 16 unidades amostrais, foram *L. divaricata* e *N. megapotamica*, ambas apresentando, portanto, uma frequência absoluta de 93,75%. A espécie *A. edulis* esteve presente em 14 unidades amostrais, totalizando uma frequência absoluta de 87,5%, enquanto que *P. rigida*, *U. baccifera*, *Nectandra lanceolata* Ness (Canela-amarela) e *Gymnanthes klotzschiana* Müll.Arg. (Branquilho) apresentaram uma frequência absoluta de 81,25%, estando presentes em 13 unidades amostrais.

As espécies *L. divaricata*, *P. rigida* e *N. megapotamica* foram as espécies que apresentaram maiores índices de dominância do estudo. A soma das áreas transversais dos indivíduos amostrados de *L. divaricata* resultou em 6,36m²/ha, enquanto que para *P. rigida*, esse valor foi de 4,92m²/ha e para *N. megapotamica* esse valor foi de 4,07m², em decorrência dos indivíduos de médio a grande porte dessas espécies. Dessa maneira, essas espécies também foram as espécies de maior destaque com relação a dominância absoluta e dominância relativa.

Em consequência, as espécies com maior índice de valor de importância foram *L. divaricata*, com um índice de 9,94%, *P. rigida*, com um índice de valor de importância de 6,66% e *N. megapotamica*, com um índice de 6,11%. A espécie *L. divaricata* apresentou tanto indivíduos de médio a grande porte quanto indivíduos de pequeno porte e encontrou-se distribuída em 15 das 16 unidades amostrais. Segundo Gorenstein et al., (2010, p. 3), *L.*

divaricata é uma espécie pioneira, que apresenta rápido crescimento e que pode ser facilmente encontrada em áreas de borda. Entretanto, a espécie também destaca-se com indivíduos de grande porte, como indica o trabalho de Barddal et al., (2013, p. 46), onde os autores observaram que *L. divaricata* foi uma das árvores com maiores dimensões em estudo conduzido em floresta aluvial do rio Barigui, na região de Curitiba.

Tabela 5. Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas amostradas no fragmento florestal localizado na comunidade de Canoas, zona rural de Dois Vizinhos, PR, em ordem decrescente de índice de valor de importância (IVI).

Espécie	Família	N	DA	DR	UA	FA	FR	AB	DomA	DomR	IVI
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	Malvaceae	176	110,00	11,86	15	93,75	3,13	6,36055	3,98	14,82	9,94
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Fabaceae	86	53,75	5,80	13	81,25	2,71	4,91821	3,07	11,46	6,66
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Lauraceae	85	53,13	5,73	15	93,75	3,13	4,07126	2,54	9,49	6,11
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Araucariaceae	61	38,13	4,11	4	25,00	0,83	3,37690	2,11	7,87	4,27
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Lauraceae	43	26,88	2,90	13	81,25	2,71	2,78844	1,74	6,50	4,03
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Euphorbiaceae	91	56,88	6,13	12	75,00	2,50	0,85184	0,53	1,99	3,54
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	Rhamnaceae	45	28,13	3,03	12	75,00	2,50	1,84971	1,16	4,31	3,28
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	Sapindaceae	36	22,50	2,43	10	62,50	2,08	1,78961	1,12	4,17	2,89
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	Urticaceae	63	39,38	4,25	13	81,25	2,71	0,53752	0,34	1,25	2,74
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	Sapindaceae	49	30,63	3,30	14	87,50	2,92	0,81874	0,51	1,91	2,71
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Lauraceae	21	13,13	1,42	8	50,00	1,67	1,76624	1,10	4,12	2,40
<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	Meliaceae	43	26,88	2,90	12	75,00	2,50	0,41772	0,26	0,97	2,12
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Fabaceae	27	16,88	1,82	7	43,75	1,46	1,08922	0,68	2,54	1,94
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	Sapotaceae	22	13,75	1,48	12	75,00	2,50	0,74464	0,47	1,74	1,91
<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg.	Euphorbiaceae	35	21,88	2,36	13	81,25	2,71	0,25727	0,16	0,60	1,89
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	Myrtaceae	20	12,50	1,35	12	75,00	2,50	0,66895	0,42	1,56	1,80
<i>Strychnos brasiliensis</i> Mart.	Loganiaceae	36	22,50	2,43	12	75,00	2,50	0,19777	0,12	0,46	1,80
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Sapindaceae	22	13,75	1,48	10	62,50	2,08	0,67890	0,42	1,58	1,72
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	Fabaceae	2	13,13	1,42	2	68,75	2,36	0,05237	0,28	1,06	1,61
<i>Myrceugenia acutata</i> D.Legrand	Myrtaceae	21	13,13	1,42	11	68,75	2,29	0,45596	0,28	1,06	1,59
<i>Calliandra foliolosa</i> Benth.	Fabaceae	37	23,13	2,49	8	50,00	1,67	0,24923	0,16	0,58	1,58
<i>Lonchocarpus</i> sp	Fabaceae	29	18,13	1,95	9	56,25	1,88	0,35187	0,22	0,82	1,55
<i>Cecropia</i> sp	Cecropiaceae	21	13,13	1,42	10	62,50	2,08	0,27027	0,17	0,63	1,38
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Salicaceae	16	10,00	1,08	7	43,75	1,46	0,61994	0,39	1,44	1,33
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Sapindaceae	20	12,50	1,35	6	37,50	1,25	0,55224	0,35	1,29	1,29
<i>Cordia americana</i> L.	Boraginaceae	26	16,25	1,75	7	43,75	1,46	0,13840	0,09	0,32	1,18
<i>Ocotea</i> sp	Lauraceae	17	10,63	1,15	7	43,75	1,46	0,38386	0,24	0,89	1,17
<i>SeQUIERIA aculeata</i> Jacq.	Phytolaccaceae	15	9,38	1,01	8	50,00	1,67	0,11504	0,07	0,27	0,98

<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Arecaceae	12	7,50	0,81	7	43,75	1,46	0,28136	0,18	0,66	0,97
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae	11	6,88	0,74	6	37,50	1,25	0,38607	0,24	0,90	0,96
<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	Rutaceae	21	13,13	1,42	5	31,25	1,04	0,14953	0,09	0,35	0,94
<i>Banara tomentosa</i> Clos	Salicaceae	13	8,13	0,88	6	37,50	1,25	0,26385	0,16	0,61	0,91
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A.DC.	Apocynaceae	18	11,25	1,21	5	31,25	1,04	0,09657	0,06	0,23	0,83
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart	Meliaceae	16	10,00	1,08	4	25,00	0,83	0,16915	0,11	0,39	0,77
<i>Eugenia burkartiana</i> (D.Legrand) D.Legrand	Myrtaceae	9	5,63	0,61	6	37,50	1,25	0,05356	0,03	0,12	0,66
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	Sapotaceae	8	5,00	0,54	4	25,00	0,83	0,22307	0,14	0,52	0,63
<i>Annona</i> sp	Annonaceae	8	5,00	0,54	5	31,25	1,04	0,12916	0,08	0,30	0,63
<i>Muellera campestris</i> (Mart. ex Benth.) M. J. Silva & A. M. G. Azevedo	Fabaceae	7	4,38	0,47	5	31,25	1,04	0,12302	0,08	0,29	0,60
Moraceae sp 1	Moraceae	4	2,50	0,27	3	18,75	0,63	0,36918	0,23	0,86	0,58
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Juss.	Verbenaceae	7	4,38	0,47	4	25,00	0,83	0,19220	0,12	0,45	0,58
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Fabaceae	5	3,13	0,34	4	25,00	0,83	0,23786	0,15	0,55	0,57
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Solanaceae	8	5,00	0,54	3	18,75	0,63	0,21761	0,14	0,51	0,56
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Salicaceae	10	6,25	0,67	4	25,00	0,83	0,05713	0,04	0,13	0,55
Não identificada 2		3	1,88	0,20	3	18,75	0,63	0,34481	0,22	0,80	0,54
<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn.	Solanaceae	6	3,75	0,40	4	25,00	0,83	0,11927	0,07	0,28	0,51
<i>Allophylus guaraniticus</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	Sapindaceae	6	3,75	0,40	5	31,25	1,04	0,02545	0,02	0,06	0,50
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	Euphorbiaceae	5	3,13	0,34	3	18,75	0,63	0,22277	0,14	0,52	0,49
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Rutaceae	7	4,38	0,47	4	25,00	0,83	0,07356	0,05	0,17	0,49
Não identificada 7		3	1,88	0,20	3	18,75	0,63	0,19769	0,12	0,46	0,43
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Primulaceae	10	6,25	0,67	2	12,50	0,42	0,07266	0,05	0,17	0,42
<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook. & Arn.) Hassl.	Malvaceae	4	2,50	0,27	3	18,75	0,63	0,14899	0,09	0,35	0,41
<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	Fabaceae	4	2,50	0,27	4	25,00	0,83	0,05075	0,03	0,12	0,41
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger et al.	Moraceae	6	3,75	0,40	3	18,75	0,63	0,07600	0,05	0,18	0,40
<i>Inga vera</i> Willd.	Fabaceae	5	3,13	0,34	4	25,00	0,83	0,01439	0,01	0,03	0,40
Não identificada 3		4	2,50	0,27	3	18,75	0,63	0,07964	0,05	0,19	0,36
<i>Rauvolfia sellowii</i> Müll.Arg.	Apocynaceae	3	1,88	0,20	1	6,25	0,21	0,27651	0,17	0,64	0,35
<i>Trichilia claussenii</i> C.DC.	Meliaceae	4	2,50	0,27	3	18,75	0,63	0,06516	0,04	0,15	0,35
Não identificada 6		3	1,88	0,20	3	18,75	0,63	0,07672	0,05	0,18	0,34

<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	Rutaceae	3	1,88	0,20	2	12,50	0,42	0,15510	0,10	0,36	0,33
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	Myrtaceae	4	2,50	0,27	3	18,75	0,63	0,02042	0,01	0,05	0,31
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Anacardiaceae	2	1,25	0,13	2	12,50	0,42	0,15385	0,10	0,36	0,30
<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	Meliaceae	5	3,13	0,34	2	12,50	0,42	0,06013	0,04	0,14	0,30
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	Salicaceae	5	3,13	0,34	2	12,50	0,42	0,05399	0,03	0,13	0,29
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Rosaceae	2	1,25	0,13	2	12,50	0,42	0,13583	0,08	0,32	0,29
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	Fabaceae	3	1,88	0,20	3	18,75	0,63	0,01417	0,01	0,03	0,29
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Cannabaceae	5	3,13	0,34	2	12,50	0,42	0,04536	0,03	0,11	0,29
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	Polygonaceae	3	1,88	0,20	3	18,75	0,63	0,01090	0,01	0,03	0,28
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Myrtaceae	3	1,88	0,20	3	18,75	0,63	0,00859	0,01	0,02	0,28
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	Malvaceae	2	1,25	0,13	2	12,50	0,42	0,10152	0,06	0,24	0,26
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Fabaceae	1	0,63	0,07	1	6,25	0,21	0,18507	0,12	0,43	0,24
Não identificada 8		2	1,25	0,13	2	12,50	0,42	0,06530	0,04	0,15	0,23
Não identificada 9		2	1,25	0,13	2	12,50	0,42	0,05270	0,03	0,12	0,22
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Fabaceae	3	1,88	0,20	2	12,50	0,42	0,00765	0,00	0,02	0,21
Não identificada 5		2	1,25	0,13	2	12,50	0,42	0,03568	0,02	0,08	0,21
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	Moraceae	2	1,25	0,13	2	12,50	0,42	0,02238	0,01	0,05	0,20
Não identificada 4		2	1,25	0,13	2	12,50	0,42	0,02204	0,01	0,05	0,20
<i>Eriobothrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Rosaceae	2	1,25	0,13	2	12,50	0,42	0,01087	0,01	0,03	0,19
<i>Bauhinia forficata</i> Link	Fabaceae	2	1,25	0,13	2	12,50	0,42	0,01024	0,01	0,02	0,19
<i>Persea</i> sp	Lauraceae	2	1,25	0,13	1	6,25	0,21	0,07440	0,05	0,17	0,17
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Boraginaceae	1	0,63	0,07	1	6,25	0,21	0,09576	0,06	0,22	0,17
<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.	Celastraceae	3	1,88	0,20	1	6,25	0,21	0,03270	0,02	0,08	0,16
<i>Citrus</i> sp	Rutaceae	3	1,88	0,20	1	6,25	0,21	0,02616	0,02	0,06	0,16
<i>Hennecartia omphalandra</i> J.Poiss.	Monimiaceae	3	1,88	0,20	1	6,25	0,21	0,01080	0,01	0,03	0,15
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	Fabaceae	2	1,25	0,13	1	6,25	0,21	0,02487	0,02	0,06	0,13
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Rutaceae	1	0,63	0,07	1	6,25	0,21	0,05195	0,03	0,12	0,13
<i>Phytolacca dioica</i> L.	Phytolaccaceae	1	0,63	0,07	1	6,25	0,21	0,04657	0,03	0,11	0,13
Não identificada 10		1	0,63	0,07	1	6,25	0,21	0,03833	0,02	0,09	0,12
<i>Senegalia</i> sp	Fabaceae	1	0,63	0,07	1	6,25	0,21	0,02817	0,02	0,07	0,11

<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll.Arg.	Apocynaceae	1	0,63	0,07	1	6,25	0,21	0,02398	0,01	0,06	0,11
<i>Prockia crucis</i> P.Browne ex L.	Salicaceae	1	0,63	0,07	1	6,25	0,21	0,01918	0,01	0,04	0,11
<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	Fabaceae	1	0,63	0,07	1	6,25	0,21	0,01833	0,01	0,04	0,11
<i>Myrcia</i> sp	Myrtaceae	1	0,63	0,07	1	6,25	0,21	0,01261	0,01	0,03	0,10
<i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho	Asteraceae	1	0,63	0,07	1	6,25	0,21	0,01204	0,01	0,03	0,10
<i>Persea americana</i> L.	Lauraceae	1	0,63	0,07	1	6,25	0,21	0,00867	0,01	0,02	0,10
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard	Cardiopteridaceae	1	0,63	0,07	1	6,25	0,21	0,00770	0,00	0,02	0,10
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Fabaceae	1	0,63	0,07	1	6,25	0,21	0,00697	0,00	0,02	0,10
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A.DC.	Apocynaceae	1	0,63	0,07	1	6,25	0,21	0,00669	0,00	0,02	0,10
<i>Roupala montana</i> Aubl.	Proteaceae	1	0,63	0,07	1	6,25	0,21	0,00669	0,00	0,02	0,10
<i>Citrus x limon</i> L.	Rutaceae	1	0,63	0,07	1	6,25	0,21	0,00441	0,00	0,01	0,10
Fabaceae sp 1	Fabaceae	1	0,63	0,07	1	6,25	0,21	0,00334	0,00	0,01	0,09
Não identificada 1		1	0,63	0,07	1	6,25	0,21	0,00293	0,00	0,01	0,09
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	Caricaceae	1	0,63	0,07	1	6,25	0,21	0,00281	0,00	0,01	0,09
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	Erythroxylaceae	1	0,63	0,07	1	6,25	0,21	0,00269	0,00	0,01	0,09
<i>Piper aduncum</i> L.	Piperaceae	1	0,63	0,07	1	6,25	0,21	0,00211	0,00	0,00	0,09
Total Geral - 109	36	1484	927,5	100	16	3000	100	42,90906	26,82	100	100

Onde N: número de indivíduos; DA: densidade absoluta; DR: densidade relativa (%); UA: unidades amostrais; FA: frequência absoluta (%); FR: frequência relativa (%); AB: soma das áreas transversais (m²) para cada espécie; DomA: dominância absoluta (m²/ha); DomR: dominância relativa (%); IVI: índice de valor de importância (%).

Fonte: A autora, 2016.

Com relação as espécies de maior destaque nesse estudo, nota-se que as mesmas também foram significativas em outros estudos. A espécie *L. divaricata* foi uma das espécies com maior ocorrência no estrato adulto, sendo a espécie com maior frequência absoluta observada e quarto maior índice de importância no trabalho desenvolvido por Silva (2015, p. 40). Isso demonstra a grande abrangência geográfica da espécie, sendo que Viani et al., (2011, p. 126) constataram que *L. divaricata* ocorre tanto em FES quanto em FOM. *L. divaricata* foi ainda observada em ecótono de FES e FOM por Moura (2014, p. 62) em Dois Vizinhos, no Parque Nacional do Iguaçu por Souza (2015, p. 86), em trabalho conduzido por Gesser (2014, p. 26), em Curitiba por Barddal et al., (2013, p. 43) e em FOM em Guarapuava por Cordeiro e Rodrigues (2007, p. 548).

O Angico-vermelho foi a espécie com o segundo maior índice de importância do presente estudo, 6,66%, sendo a segunda espécie com maior valor de dominância absoluta e relativa. Comportamento semelhante da espécie foi observado em outros estudos: Moura (2014, p. 50) constatou que *P. rigida* foi a quarta espécie com maior valor de importância do seu estudo, enquanto que, para Silva (2015, p. 45), *P. rigida* foi a segunda espécie com maior valor de dominância e o terceiro maior índice de valor de importância. A autora constatou que a espécie apresentou muitos indivíduos por hectare com alta área basal, uma vez que a espécie foi destaque mesmo ocorrendo em metade das unidades amostrais. No presente trabalho, essa espécie foi amostrada em 13 unidades amostrais, sendo que contou com indivíduos de grande porte, com um indivíduo alcançando aproximadamente 93cm de DAP.

A espécie *N. megapotamica* destacou-se no presente estudo por apresentar o terceiro maior índice de valor de importância, 6,11%, o maior valor de frequência relativa, 3,13%, juntamente com *L. divaricata*, a quarta maior densidade relativa, 5,73% e o terceiro maior valor de dominância relativa, 9,49%. Souza (2015, p. 94) também observou que *N. megapotamica* foi uma das espécies com maior frequência, 95,24 e uma das espécies com maior valor de importância na FES Submontana Úmida. A espécie também foi observada nos estudos de Silva (2015, p. 53), Viani et al., (2011, p. 126), Farias et al., (1994, p. 120), em estudo conduzido em floresta estacional decidual em Santa Maria, RS e Lopes et al., (2011, p. 326), em FES localizada em Uberlândia, MG.

No presente estudo, a espécie *A. edulis* apresentou uma ampla distribuição, aparecendo em 14 unidades amostrais, resultado uma frequência relativa de 2,92%. Essa espécie foi a segunda espécie com maior frequência relativa no estudo de Barddal et al., (2013, p. 44), sendo

esta uma espécie comum em florestas de Araucária (FOM). No estudo conduzido por Moura (2014, p. 46), *A. edulis* esteve presente em 18 das 20 unidades amostrais, apresentando a terceira maior frequência relativa daquele estudo. Essa espécie também foi amostrada por Gesser (2014, p. 26), Silva (2015, p. 54), Souza (2015, p. 93), Cordeiro e Rodrigues (2007, p. 548), em FOM no município de Guarapuava, PR, Silva e Soares (2001, p. 211), em FES localizada em São Carlos, SP e até mesmo em outras regiões do Brasil, como floresta localizada em Pernambuco, no trabalho de Batista et al., (2012, p. 117).

Outra espécie de destaque no presente estudo foi o Branquilha, *S. brasiliensis*. Gesser (2014, p. 26), em fragmento de FOM em Dois Vizinhos, observou que essa espécie foi a terceira maior em número de indivíduos no levantamento realizado, assim como no presente trabalho. Silva (2015, p. 46), no seu trabalho conduzido no Parque Jirau Alto, Dois Vizinhos, amostrou apenas um indivíduo desta espécie, sendo que o mesmo aconteceu no trabalho de Moura (2014, p. 64). Entretanto, em relação a área basal ou dominância, essa espécie não se destacou no presente trabalho, assim como percebido por Gesser (2014, p. 26), pois trata-se de uma espécie de sub-bosque, com indivíduos de pequeno porte a médio porte. Souza (2015, p. 87) percebeu que houve uma baixa relação entre a densidade e área basal de *S. brasiliensis*, o que caracteriza o seu pequeno porte e distribuição agregada. O mesmo autor concluiu que *S. brasiliensis* ocorreu nas áreas mais úmidas amostradas, sendo a umidade uma condição de distribuição dessa espécie, que prefere locais úmidos. No presente trabalho, notou-se que o Branquilha esteve disperso em 12 unidades amostrais, comprovando sua grande dispersão na floresta em questão. Entretanto, vale ressaltar que o fragmento florestal em questão conta com inúmeros cursos d'água em seu interior, favorecendo a distribuição dessa espécie.

O índice de diversidade de Shannon calculado para a área foi de 3,78 nats/ind., índice superior que o encontrado por Silva (2015, p. 49), de 3,26, e o observado por Gesser (2014, p. 27), que foi de 2,718 e também maior que o encontrado por Moura (2014, p. 52), de 3,26 nats/ind. Além disso, o índice de Shannon desse estudo também foi superior aos valores encontrados por Viani et al., (2011, p. 118), que foram de 3,33 nats/ind para a primeira comunidade florestal, 3,31 nats/ind para a segunda comunidade florestal e 2,68 nats/ind para a terceira comunidade florestal. Todos os estudos acima comparados foram conduzidos em formações florestais semelhantes à do fragmento florestal objeto de pesquisa do presente trabalho, indicando a alta diversidade florística presente na mata.

O índice de equabilidade de Pielou, que segundo Gomide et al (2006, p. 132) representa a distribuição dos indivíduos com relação às espécies existentes, foi de 0,81 no presente estudo. Esse índice foi superior ao encontrado por Moura (2014, p. 52), que foi de 0,78. Entretanto, o mesmo foi levemente inferior aos valores encontrados por Silva (2015, p. 60), 0,82 e por Lopes et al., (2011, p. 324), 0,83. Isso deve-se ao fato de que algumas espécies predominaram com relação às outras, como é o caso de *L. divaricata* que apresentou um número de indivíduos significativamente maior que as demais espécies.

As únicas espécies exóticas encontradas no levantamento foram *Persea americana* L., o abacate, *Citrus* spp, Limoeiro e Laranjeira, *Eriobothrya japonica* (Thunb.) Lindl., e *Hovenia dulcis* Thunb, a Uva-do-Japão. O abacate foi plantado no fragmento pelo proprietário; os exemplares de ameixa-amarela, juntamente com os cítricos, provavelmente se instalaram na mata devido a ação de dispersores e proximidade da mata ao pomar da propriedade. Já a espécie *H. dulcis*, que teve 45 indivíduos amostrados, foi a oitava espécie com maior número de indivíduos e estando presente em 75% das UA (em 12 UA), além de ser a sétima espécie com o maior índice de valor de importância.

Segundo a portaria do Instituto Ambiental do Paraná nº 125, de 2009 (IAP, 2009, p. 8), *H. dulcis* é considerada uma espécie exótica invasora, classificada como categoria II, que podem ser cultivadas em sistemas de produção sob condições controladas e regulamentação específica. A mesma portaria indica que essa espécie é invasora de Floresta Ombrófila Mista, estepes gramíneo-lenhosas e ecótonos de FES e FOM, que é o caso do presente estudo. Assim sendo, é necessário realizar o controle de tal espécie no fragmento com o intuito de favorecer o desenvolvimento de espécies nativas regionais na floresta.

A ampla dispersão de *H. dulcis* foi retratada em vários estudos na região. A mesma foi amostrada no estudo de Silva (2015, p. 47), Souza (2015, p. 92), Moura (2014, p. 65), Gorenstein (2010, p. 2) e Barddal et al., (2013, p. 44), demonstrando a ampla distribuição geográfica dessa espécie e conseqüente potencial invasor da mesma, desde Dois Vizinhos, Curitiba e a região de Foz do Iguaçu, no Parque Nacional do Iguaçu.

Apesar da quantidade de indivíduos de Uva-do-Japão e do histórico de exploração madeireira da área pelos proprietários, a floresta encontra-se em bom estado de conservação. Além disso, vale ressaltar a ocorrência de *A. angustifolia* no fragmento, que é considerada uma espécie ameaçada de extinção segundo a listagem oficial de espécies ameaçadas do Brasil

(Instrução Normativa nº 6, de 23/09/2008) e está enquadrada como uma espécie criticamente em perigo pela listagem da IUCN. O fragmento florestal em questão conta com mais duas espécies que estão listadas como “em perigo” pela IUCN, que são *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl. (Pau-marfim) e *Cedrela fissilis* Vell. (Cedro-rosa), as quais, segundo a IUCN (2016, p. 1), têm como maior ameaça a perda de habitat e excessiva exploração madeireira. Dessa forma, o estudo desse fragmento e correto manejo florestal do mesmo também são importantes para a conservação de tais espécies.

Além disso, no fragmento florestal objeto de estudo do presente trabalho, foi observada a ocorrência de espécies que não foram verificadas em outros trabalhos conduzidos no mesmo município. *Albizia niopoides* (Spruce ex Benth.) Burkart, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong e *Pterodon emarginatus* Vogel, da família Fabaceae; *Aspidosperma cylindrocarpon* Müll. Arg., *Aspidosperma parvifolium* A. DC. e *Rauwolfia sellowii* Müll. Arg., da família Apocynaceae; *Astronium graveolens* Jacq., da família Anacardiaceae; *Eugenia burkartiana* (D. Legrand) D. Legrand e *Myrceugenia acutata* D. Legrand, da família Myrtaceae são exemplos de espécies que ocorreram nesse fragmento florestal e não foram amostradas nos trabalhos de Gesser (2014, p. 26), Silva (2015, p. 45), Moura (2014, p. 38) e Gorenstein et al., (2010, p. 4). Algumas dessas espécies, entretanto, foram observadas por Viani et al., (2011, p. 120), em Quedas do Iguaçu, tais como *R. sellowii*, *E. contortisiliquum* e *E. burkartiana*, demonstrando a alta diversidade e bom estado de conservação da floresta em questão.

5.3. ESTRUTURA VERTICAL

Com relação a classificação das árvores quanto ao estrato que as mesmas ocupavam, notou-se que 68% das árvores encontravam-se no estrato sub-bosque, 29% ocupavam o estrato abaixo do dossel e apenas 3% estavam no estrato dossel, conforme ilustra o Gráfico 3. A maior árvore do estudo foi um indivíduo de *P. rigida*, com 32 metros de altura e DAP de 131 cm, enquanto que a menor árvore foi 2m, para um indivíduo de *Seguieria aculeata* Jacq.

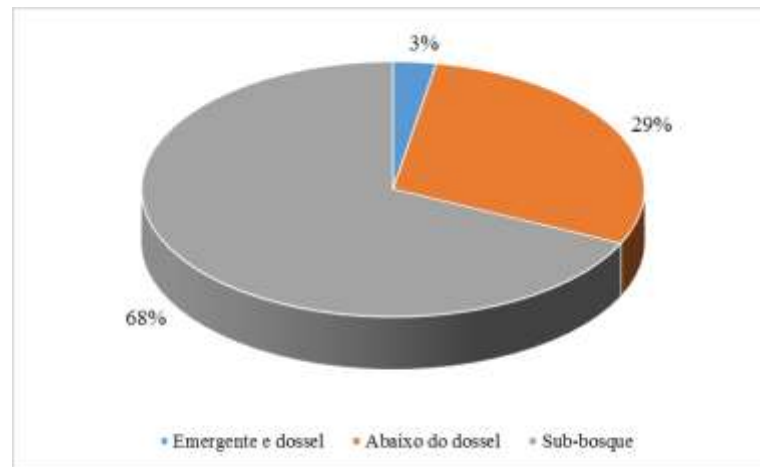


Figura 6. Ilustração da estratificação dentro do fragmento florestal. Fonte: A autora (2016).

Dentre as 18 espécies que apareceram ocupando o dossel (árvores com altura total superior a 20m), totalizando 41 indivíduos nesse estrato, 15% dos indivíduos eram indivíduos de *A. angustifolia*, 12% eram representantes de *L. divaricata* e 12% eram indivíduos de *N. megapotamica*.

Essa dominância de Araucária no dossel é algo característico de formações vegetais do tipo FOM, onde a Araucária geralmente ocupa o estrato superior e outras espécies das famílias Lauraceae, Myrtaceae, Fabaceae e Meliaceae aparecem ocupando os estratos inferiores (IBGE, 2012, p. 81, 83). Souza (2015, p. 86) também verificou que *A. angustifolia* foi destaque dentre as espécies que ocupavam o estrato superior, assim como observado por Sanquetta et al., (2002, p. 271). Já a ocorrência da espécie *P. rigida* no estrato superior foi registrada no trabalho de Moura (2014, p. 60) e sua presença no estrato inferior também é confirmada por Farias et al., (1994, p. 113). A espécie *N. megapotamica* também foi uma das espécies que apresentou predominância no estrato superior no estudo desenvolvido por Viani et al., (2011, p. 126).

No estrato abaixo do dossel, que compreendeu as árvores com altura de 10 a 19,9m, estiveram presentes 70 espécies, perfazendo 434 indivíduos (ou 30% do total de indivíduos). As espécies mais significativas nesse estrato foram *L. divaricata* (13,36% dos indivíduos nesse estrato), *N. megapotamica* (9,45%), *P. rigida* (7,60%), *A. angustifolia* (6,91%) e *H. dulcis* (6,22%). No sub-bosque, onde estavam árvores com altura total menor que 10m, estavam presentes 1.009 indivíduos, distribuídos em 95 espécies, alcançando 68% do total de indivíduos amostrados. Nesse estrato, as espécies mais significativas foram *L. divaricata* (11,19% dos indivíduos nesse estrato), *S. brasiliensis* (7,13%), *U. baccifera* (6,24%), *P. rigida* (4,95%) e *A.*

edulis (3,96% dos indivíduos nesse estrato). Dessas espécies, vale ressaltar que 100% dos indivíduos de *U. baccifera* estavam presentes no estrato de sub-bosque, assim como observado por Souza (2015, p. 86), em FES Submontana Úmida, no Parque Nacional do Iguaçu.

Farias et al., (1994, p. 114) indicam que *S. brasiliensis* é uma espécie que ocupa posição de destaque no estrato de arvoretas nas florestas estacionais com solo bem drenado. Em florestas localizadas em morros, destacam-se algumas das espécies observadas no presente trabalho, tais como *U. baccifera* (estrato inferior), *N. megapotamica* e *L. divaricata* (estrato médio) e *N. megapotamica*, *P. rigida* e *L. divaricata* (estrato superior).

As espécies *Balfourodendron riedelianum*, *Albizia niopoides*, *Casearia sylvestris*, *Syagrus romanzoffiana*, *Cupania vernalis*, *Allophylus edulis*, *Hovenia dulcis*, *Ocotea puberula*, *Diatenopteryx sorbifolia*, *Peltophorum dubium*, *Nectandra lanceolata*, *Parapiptadenia rigida*, *Nectandra megapotamica*, *Luehea divaricata* e *Araucaria angustifolia* foram as espécies que apresentaram indivíduos nos três estratos. Cordeiro e Rodrigues (2007, p. 51), em um fragmento de FOM, também observaram que as espécies *A. edulis* e *A. angustifolia* estiveram entre as espécies com indivíduos presentes nos três estratos, assim como Souza (2015, p. 86), que na FES Submontana Úmida, observou que *S. brasiliensis*, *N. megapotamica* e *L. divaricata* apareceram nos três estratos da floresta. Sanquetta et al., (2002, p. 271), em estudo conduzido em FOM no Centro-Sul do Paraná, também verificou a existência de *L. divaricata* nos três estratos.

De acordo com Freitas e Magalhães (2012, p. 532), o estrato indica o estágio em que a espécie se encontra dentro da floresta – desenvolvimento inicial, secundário ou maduro. Assim sendo, nota-se que as espécies acima listadas apresentam indivíduos maduros, além de indivíduos jovens, garantindo a perpetuidade das mesmas.

5.4. ESTRUTURA INTERNA

Com relação a qualidade da copa, 66% do total de indivíduos (986 indivíduos) apresentavam copa bem desenvolvida e vigorosa, 20% (300 indivíduos) apresentaram copa pouco desenvolvida e irregular, 13% (198 indivíduos) apresentaram copa danificada, conforme ilustra a Figura 7.

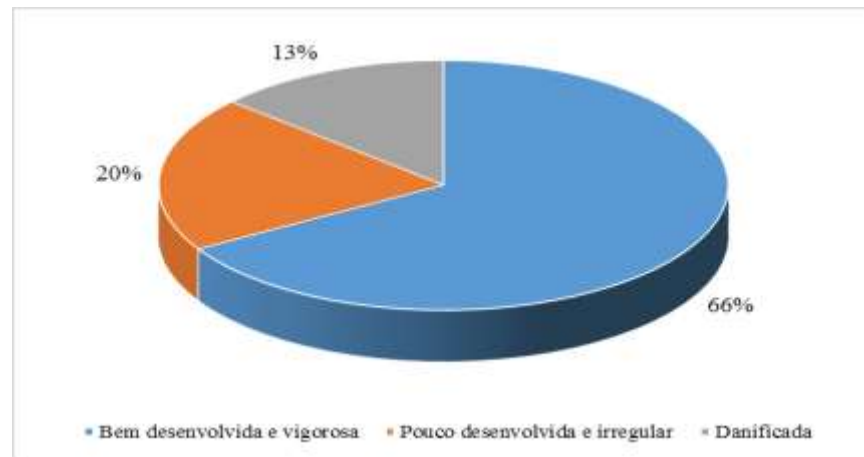


Figura 7. Qualidade de copa dos indivíduos amostrados no presente estudo. Fonte: A autora (2016).

O conhecimento sobre o desenvolvimento da copa é importante para que, em futuros estudos, seja possível estudar a relação dessa variável com o crescimento em diâmetro das árvores, uma vez que elas tendem a crescer melhor quanto melhor seja o desenvolvimento de suas copas, assim como o observado por Souza (2015, p. 120). Soma-se a isso o fato de que uma árvore com a copa bem desenvolvida tende a crescer de maneira mais satisfatória do que uma árvore com a copa danificada, o que possivelmente gera a perda da dominância apical e um dispêndio maior de energia pelo indivíduo para reconquistar essa dominância. Isso reflete diretamente na qualidade da madeira, onde árvores com copa danificada acabam produzindo um fuste de qualidade inferior (GAVA, 2015, p. 25).

A análise de qualidade do fuste das árvores resultou em 38% dos indivíduos com fuste reto, 46% dos indivíduos com fuste aceitável e 16% dos indivíduos com fuste totalmente irregular, conforme ilustra a Figura 8.

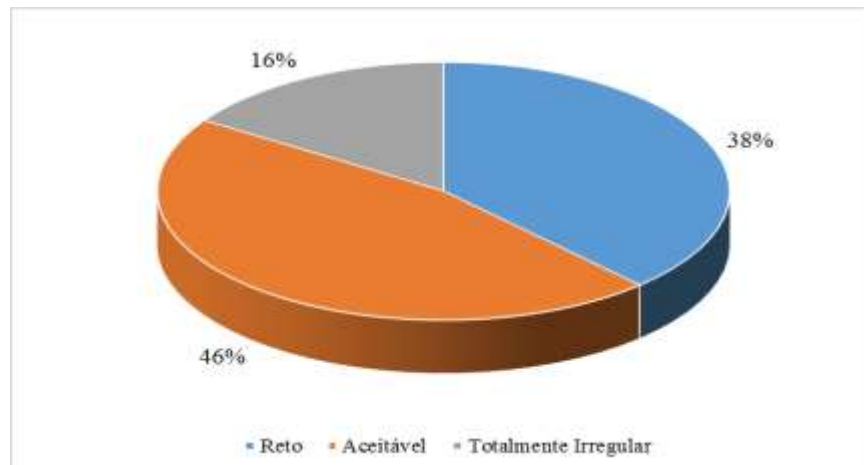


Figura 8. Qualidade do fuste dos indivíduos amostrados no presente estudo. Fonte: A autora (2016).

Essas definições de qualidade de tronco foram determinadas por Higuchi et al., (1985, p. 204), onde os autores classificam os fustes em 1) fustes com forma física e sanidade muito boas; 2) forma física aceitável e aparentemente sadio e 3) tortuoso ou completamente defeituoso. Essas características são importantes para determinar o aproveitamento da madeira dessas árvores, sendo que árvores com fuste reto podem ser aproveitadas para serraria, enquanto que árvores com fuste irregular já não podem ter essa finalidade. Dessa forma, mais de 84% das árvores do presente estudo poderiam ser aproveitadas para serraria se considerar apenas essa característica.

No que diz respeito à luminosidade da copa dos indivíduos observados no presente estudo, 49,46% do total dos indivíduos apresentavam a copa sombreada, enquanto que 30,59% dos indivíduos tinham a copa parcialmente iluminada e 19,95% dos indivíduos tinham total luminosidade na copa (Figura 9).

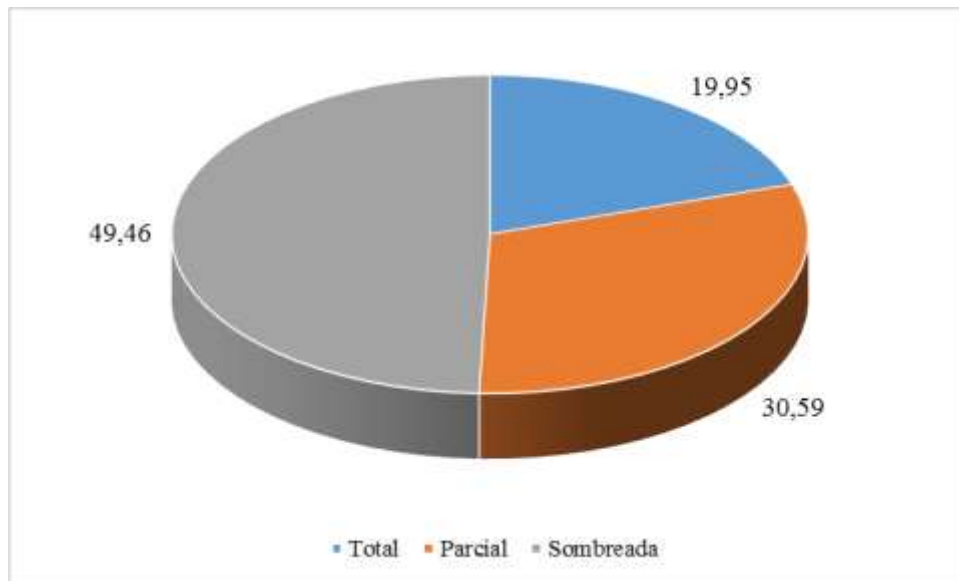


Figura 9. Luminosidade da copa dos indivíduos arbóreos amostrados no presente estudo. Fonte: A autora (2016).

A predominância de indivíduos com a copa sombreada está ligado ao estrato que os indivíduos ocupam. Como a maioria dos indivíduos (68%) ocupava o estrato sub-bosque, pode-se inferir que a grande parte destes também estava com a copa sombreada, devido a interposição das copas de árvores mais altas acima da copa desses indivíduos menores. Vale ressaltar que essa não é uma regra geral; em clareiras, os indivíduos podem ocupar o sub-bosque e mesmo assim

receber grande quantidade de luminosidade na copa, como foi observado em algumas parcelas do presente estudo.

Além disso, a luminosidade da copa afeta diretamente o crescimento das plantas. Souza (2015, p. 120) notou que tanto a posição sociológica quanto a luminosidade afetaram diretamente o crescimento em diâmetro dos fustes das árvores, havendo uma correlação positiva entre luz e crescimento.

5.5. DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA

Os valores de DAP observados, para a comunidade em geral, variaram de 5cm a 131,14cm, resultando em uma amplitude total de 126,14cm. A fórmula de Sturges indicou 13 classes diamétricas, com um intervalo de classe de 10cm, conforme observado na Tabela 6.

Tabela 6. Agrupamento do número de árvores por hectare em classes de diâmetro com intervalo de 11cm para todo o fragmento florestal.

Classe	LI	LS	CC	N/ha	N/ha acum	<i>q</i>
1	5,00	15,00	10,00	654,38	654,38	
2	15,01	25,00	20,00	147,50	801,88	4,44
3	25,01	35,00	30,00	61,88	863,75	2,38
4	35,01	45,00	40,00	33,75	897,50	1,83
5	45,01	55,00	50,00	16,88	914,38	2,00
6	55,01	65,00	60,00	5,63	920,00	3,00
7	65,01	75,00	70,00	3,13	923,13	1,80
8	75,01	85,00	80,00	1,88	925,00	1,67
9	85,01	95,00	90,00	0,63	925,63	3,00
10	95,01	105,00	100,00	0,63	926,25	1,00
11	105,01	115,00	110,00	0,63	926,88	1,00
12	115,01	125,00	120,00	0,00	926,88	0,00
13	125,01	135,00	130,00	0,63	927,50	0,00

Onde LI = limite inferior da classe (cm), LS = limite superior da classe (cm), CC = centro da classe (cm), N/ha = número de árvores por hectare por classe diamétrica, N/ha acum = número de árvores por hectare acumulado, *q* = constante de Liocourt.

Fonte: A autora (2016).

Nota-se uma grande diferença no número de indivíduos por hectare nas classes diamétricas. Enquanto a menor classe diamétrica (DAP >5 e <15cm) apresentou 654,38

indivíduos por hectare, a última classe (DAP >125,01 e <135cm) teve densidade de 0,63 indivíduos por hectare, respectivamente. A penúltima classe (DAP <115,01 e <125cm) não teve nenhum indivíduo por hectare. A distribuição gráfica dos resultados da Tabela 6 pode ser observada na Figura 10.

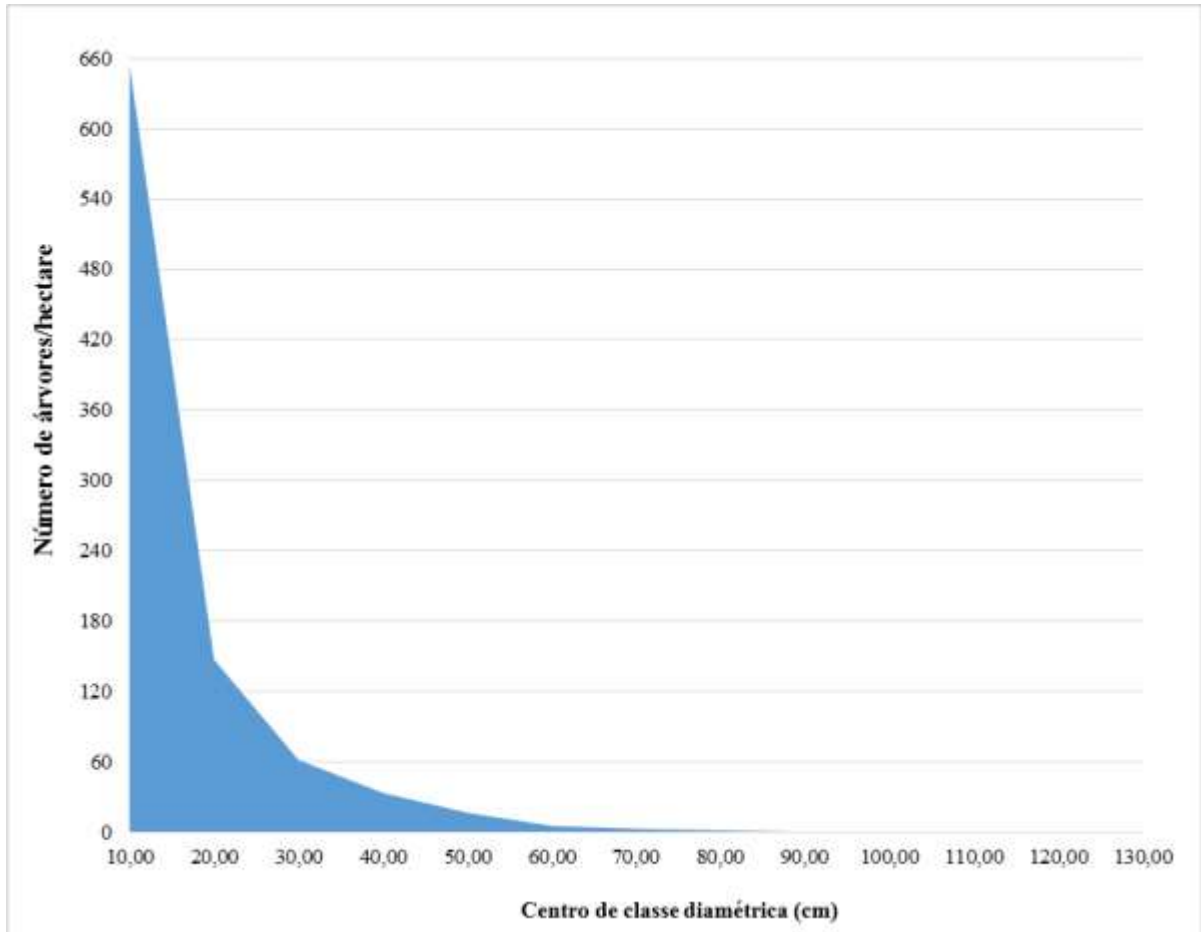


Figura 10. Distribuição dos diâmetros por classe diamétrica para todo o fragmento florestal. Fonte: A autora (2016).

Conforme esperado, a distribuição dos diâmetros do fragmento florestal em questão assumiu o padrão típico de distribuição diamétrica das florestas naturais, no formato de J-invertido (ou exponencial negativa), onde há um grande número de indivíduos nas primeiras classes diamétricas e um número menor nas classes de maiores diâmetro, assim como o observado por diversos autores (HANN e BARE, 1979, p. 5; MARANGON et al., 2008, p. 670, HIGUCHI, 2015, p. 91; MACHADO et al. (b), 2009, p. 2433, LIMA e LEÃO, 2013, p. 76).

A distribuição diamétrica também pode indicar perturbações que a floresta sofreu ao longo dos tempos. De acordo com Nunes et al., (2003, p. 218), áreas que sofreram distúrbios

mais significativas tendem a apresentar maior densidade de árvores finas, o que indica estado de regeneração inicial. Por outro lado, em locais com intervenções mais leves, as árvores tendem a apresentar maiores diâmetros, caracterizando um estágio mais avançado de regeneração. No fragmento estudado, observou-se a ocorrência de clareiras em algumas unidades amostrais, além da exploração madeireira que o fragmento sofreu ao longo dos anos, o que pode justificar a ocorrência de uma maior proporção de árvores finas no fragmento.

Além disso, observou-se que houve uma interrupção na distribuição diamétrica geral da população, pois na classe diamétrica 11 (DAP de 115,01 a 125cm), não houveram indivíduos. Esse fato pode ser justificado por intervenções antrópicas, como a extração de madeira, ou por algum tipo de distúrbio natural (chuva ou erosão, por exemplo) ou mesmo ser algo já esperado das florestas, já que as mesmas comportam-se de maneira heterogênea. Isso pode ser prejudicial a recomposição da floresta, pela redução do número de árvores matrizes no fragmento, assim como afirma Marangon et al., (2008, p. 2083).

Também foi possível observar que a floresta não está balanceada, uma vez que os valores da razão q não são os mesmos de uma classe para outra, indicando que o número de indivíduos por hectare decresce de forma inconstante. A maioria das distribuições de diâmetros de povoamentos inequidanos não decresce numa progressão geométrica constante, mas esse conceito de floresta balanceada é muito difundido no manejo de florestas naturais, principalmente como guia de corte seletivo (SOUZA e SOARES, 2013, p. 78).

Com relação à seleção da melhor função de probabilidade para a determinação de frequências por classe de diâmetro, os resultados obtidos para os testes estatísticos de aderência Kolmogorov-Smirnov (KS), Cramér-von Mises (W-Sq), Anderson-Darling (A-Sq) e Qui-quadrado (χ^2) para floresta como um todo encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7. Seleção das funções de probabilidade em função do desempenho nos testes de aderência para todo o fragmento florestal.

Função	Teste de Aderência				Ranqueamento	
	KS	W-Sq	A-Sq	χ^2	Total	Média
Ln-Normal	0,106386* (1)	4,984360** (1)	31,008681** (1)	141,128381*** (2)	5	5/4=1,25
Exponencial	0,293809*** (4)	20,272140*** (4)	116,343834*** (4)	28,979613*** (1)	13	13/4=3,25
Weibull	0,180692* (3)	10,6594* (3)	64,6608* (3)	14575,3292*** (4)	13	13/4=3,25
Gama	0,14432*** (2)	9,69101*** (2)	55,59168*** (2)	6319,91132*** (3)	9	9/4=2,25

Onde KS: Kolmogorov-Smirnov, W-Sq: Cramér-von Mises, A-Sq: Anderson-Darling e χ^2 : Qui-quadrado. * Significativo a 10%, ** Significativo a 5%, ***Significativo a 1%. Fonte: A Autora (2016).

Nota-se que a função que melhor representou a distribuição probabilística diamétrica foi a função Ln-normal, que apresentou os menores valores calculados para os testes de aderência de KS (0,106386), W-Sq (4,984360), A-Sq (31,008681) e o segundo menor valor para o teste χ^2 (141,128381). Assim, essa função foi a que obteve menor valor total no ranqueamento e, conseqüentemente, menor média, 1,25. A segunda melhor função foi a função Gama, conforme resultados expostos na Tabela 7. Na Figura 11 estão apresentados os gráficos das probabilidades de distribuição por classe diamétrica e as curvas das funções Ln-Normal, Exponencial, Weibull e Gama.

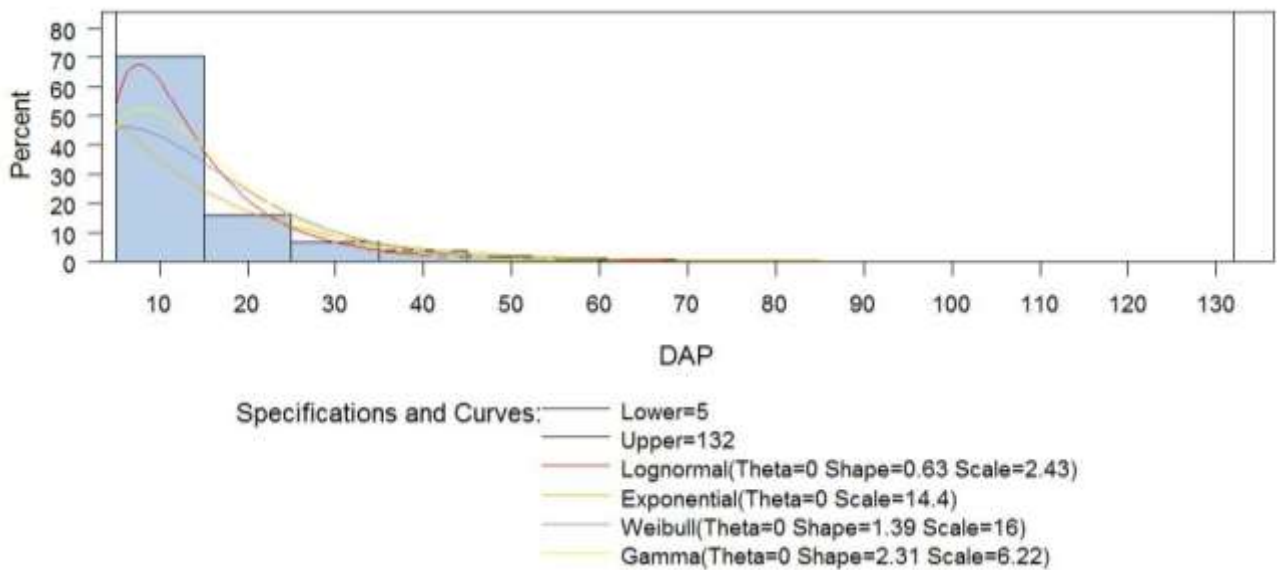


Figura 11. Probabilidades da distribuição diamétrica e o ajuste das curvas das funções para todo o fragmento florestal. Fonte: A Autora, 2016.

Assim como observado para os dados de DAP de toda a floresta, a função Ln-Normal foi a que apresentou o melhor desempenho para a distribuição diamétrica das três espécies com maior densidade, *L. divaricata*, *S. brasiliensis* e *P. rigida*, conforme observado na Tabela 8.

Tabela 8. Desempenho da equação Ln-Normal nos testes de aderência para cada conjunto de dados testado.

Conjunto de dados	Teste de Aderência			
	KS	W-Sq	A-Sq	χ^2
Floresta	0,106386*	4,984360**	31,008681**	141,128381***
<i>L. divaricata</i>	0,0926353*	0,2898268**	2,2495433**	51,3832944***
<i>S. brasiliensis</i>	0,09757314 ^{NS}	0,18487916 ^{NS}	1,10887877 ^{NS}	3,17893659 ^{NS}
<i>P. rigida</i>	0,1360118*	0,2979155**	1,9053783**	26,6544543***

Onde KS: Kolmogorov-Smirnov, W-Sq: Cramer-von Mises, A-Sq: Anderson-Darling e χ^2 : Qui-quadrado. * Significativo a 10%, ** Significativo a 5%, ***Significativo a 1%, ^{NS}: não significativo. Fonte: A Autora (2016).

As equações, com seus específicos parâmetros, obtidas para a floresta e para as espécies *L. divaricata*, *S. brasiliensis* e *P. rigida* podem ser observadas na Tabela 9.

Tabela 9. Equações de distribuição de diâmetros para cada conjunto de dados analisados.

Conjunto de dados	Função selecionada	Equação
Floresta	Ln-Normal	$f(x) = \frac{1}{0,629214\sqrt{2\pi}} * \exp - \frac{1}{2} \left[\frac{(\ln(x - 0) - 2,433789)^2}{(0,629214)^2} \right] * 100$
<i>L. divaricata</i>	Ln-Normal	$f(x) = \frac{1}{0,592449\sqrt{2\pi}} * \exp - \frac{1}{2} \left[\frac{(\ln(x - 0) - 2,46754^2)}{(0,592449)^2} \right] * 100$
<i>S. brasiliensis</i>	Ln-Normal	$f(x) = \frac{1}{0,3511\sqrt{2\pi}} * \exp - \frac{1}{2} \left[\frac{(\ln(x - 0) - 2,150755)^2}{(0,3511)^2} \right] * 100$
<i>P. rigida</i>	Ln-Normal	$f(x) = \frac{1}{0,699852\sqrt{2\pi}} * \exp - \frac{1}{2} \left[\frac{(\ln(x - 0) - 2,503322)^2}{(0,699852)^2} \right] * 100$

Onde x=DAP.pi, ln, exp Fonte: A Autora (2016).

Conforme observado na Figura 5, a curva da função Ln-Normal apresenta seu pico na menor classe diamétrica, de 5cm, assim como acontece naturalmente na floresta e para as espécies estudadas, onde o maior número de indivíduos concentra-se nas classes de diâmetro menores. Isso pode explicar o fato da função Ln-Normal ser a que melhor se ajusta aos dados de DAP.

No trabalho de Téó et al., (2015, p. 337), a função Ln-Normal (ou Log-Normal) foi a função que melhor representou a distribuição diamétrica das espécies *Myrcia* sp. e *Myrsine gardneriana*. Já para as espécies *Ocotea porosa* e *A. angustifolia*, a função que melhor representou a distribuição diamétrica foi a função Gama (adaptada), enquanto que, para *Ocotea elegans*, a função que apresentou o melhor desempenho foi a Weibull 3 parâmetros. No trabalho de Lana et al., (2013, p. 66), a função Log-Normal também foi a que apresentou melhor desempenho no ajuste da distribuição diamétrica de *Eschweilera ovata*, em fragmento de FOM. No estudo de Lana et al., (2012, p. 1), a função Log-Normal, juntamente com as funções Beta, Sb de Johnson, Weber e Weibull 3P, apresentaram resultados satisfatórios para o ajuste da distribuição diamétrica de *Ilex paraguariensis* em fragmento de FOM. Além de ser aplicada para florestas naturais e espécies nativas, Silva et al., (2013, p. 7) perceberam que a função Log-Normal pode ser indicada para o ajuste de distribuição diamétrica de *Eucalyptus* sp no estado do

Amapá e Carelli Neto (2008, p. 69) notou que a função Ln-Normal foi a função que melhor representou a distribuição diamétrica no espaçamento 2x2m, nas idades de 12, 14, 16 e 18 anos para *Pinus taeda* em Santa Catariana.

Geralmente, o que observa-se com relação a funções de densidade probabilística de distribuição diamétrica é uma superioridade da função Weibull em se ajustar a diferentes conjuntos de dados. De acordo com Amaral et al., (2015, p. 80), a função Weibull é a mais flexível para descrever distribuições diamétricas de espécies florestais. No trabalho de Araújo Júnior et al., (2010, p. 1281), os autores concluíram que função Weibull foi adequada para descrever a distribuição diamétrica de povoamentos de Eucalipto. Corte et al., (2004, p. 39), em povoamento de *Populus* sp, verificaram que a função Weibull 3 parâmetros foi a que melhor conseguiu representar o povoamento estudado.

5.6. RELAÇÕES HIPSOMÉTRICAS

Foram testados oito modelos para as três espécies com maior valor de importância do levantamento fitossociológico, *L. divaricata*, *P. rigida* e *N. megapotamica* e o modelo que melhor se ajustou para as três espécies foi o modelo de Stoffels.

5.6.1. Relação hipsométrica para *Luehea divaricata*

Na tabela 10 podem ser visualizados os parâmetros estatísticos para os modelos testados que descrevem a relação altura e DAP para *L. divaricata*.

Tabela 10. Modelos testados para determinar a altura de *Luehea divaricata* em função do DAP e seus respectivos parâmetros estatísticos.

Nº	Modelo	CV%	R ² aj	S _{yx}	F calc	β ₀	β ₁	β ₂	β ₃	Soma das Notas
15	$Ln h = \beta_0 + \beta_1 * Ln DAP$	9,28 (1)	0,71793 (6)	0,19942 (1)	446,40901 (2)	0,863832	0,518215			10
16	$Ln h = \beta_0 + \frac{\beta_1}{DAP}$	10,81 (2)	0,61721 (7)	0,23231 (2)	283,16848 (7)	2,754503	-6,20407			18
17	$h = \beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2$	17,29 (6)	0,83106 (3)	1,59670 (6)	431,43960 (4)	3,94748	0,411491	-0,0021		19
18	$h = \beta_0 + \beta_1 DAP$	20,57 (8)	0,76081 (5)	1,89989 (8)	557,64571 (1)	5,806624	0,226074			22
19	$h = \beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2 + \beta_3 DAP^3$	17,13 (4)	0,83420 (1)	1,58182 (4)	294,48819 (6)	3,347043	0,496322	-0,00463	1,74E ⁻⁰⁵	15

20	$Ln h = \beta_0 + \frac{\beta_1}{DAP^2}$	12,49 (3)	0,48929 (8)	0,26833 (3)	168,66164 (8)	2,454846	-25,9578	22
21	$h = \beta_0 + \beta_1 \ln DAP + \beta_2 \ln^2 DAP$	17,24 (5)	0,83211 (2)	1,59171 (5)	434,68866 (3)	5,441497	-2,0581	15
22	$h = \beta_0 + \frac{\beta_1}{DAP} + \beta_2 DAP^2$	18,20 (7)	0,81279 (4)	1,68081 (7)	380,90096 (5)	9,110081	-25,3951	23

Onde h= altura total (m), DAP= Diâmetro à altura do peito (cm), ln= logaritmo neperiano, N: número do modelo (conforme ordenação descrita na metodologia), CV%: coeficiente de variação, em porcentagem, R²aj: coeficiente de determinação ajustado, Syx: erro médio quadrático, F calc: valor de F calculado, β_0 , β_1 , β_2 e β_3 : parâmetros dos modelos. Fonte: A Autora (2016).

A equação que expressou os melhores parâmetros estatísticos foi a equação número 15, ou o modelo de Stoffels, notada por:

$$h = \exp^{0,863832+0,518215 \cdot \ln(dap)}$$

Essa equação apresentou o menor coeficiente de variação (CV) (9,28%), o menor erro médio quadrático (Syx) (0,19942), o segundo maior valor de F calculado (446,40901), mas o valor de coeficiente de determinação ajustado (R²aj) foi o sexto melhor (0,71793), o qual ainda é um valor aceitável.

Além disso, comparando-se os resíduos dessa equação com a segunda e a terceira equação com melhor avaliação geral (modelos 19 e 21, acima), o modelo de Stoffels foi o que apresentou melhor distribuição dos resíduos, conforme ilustra a Figura 12.

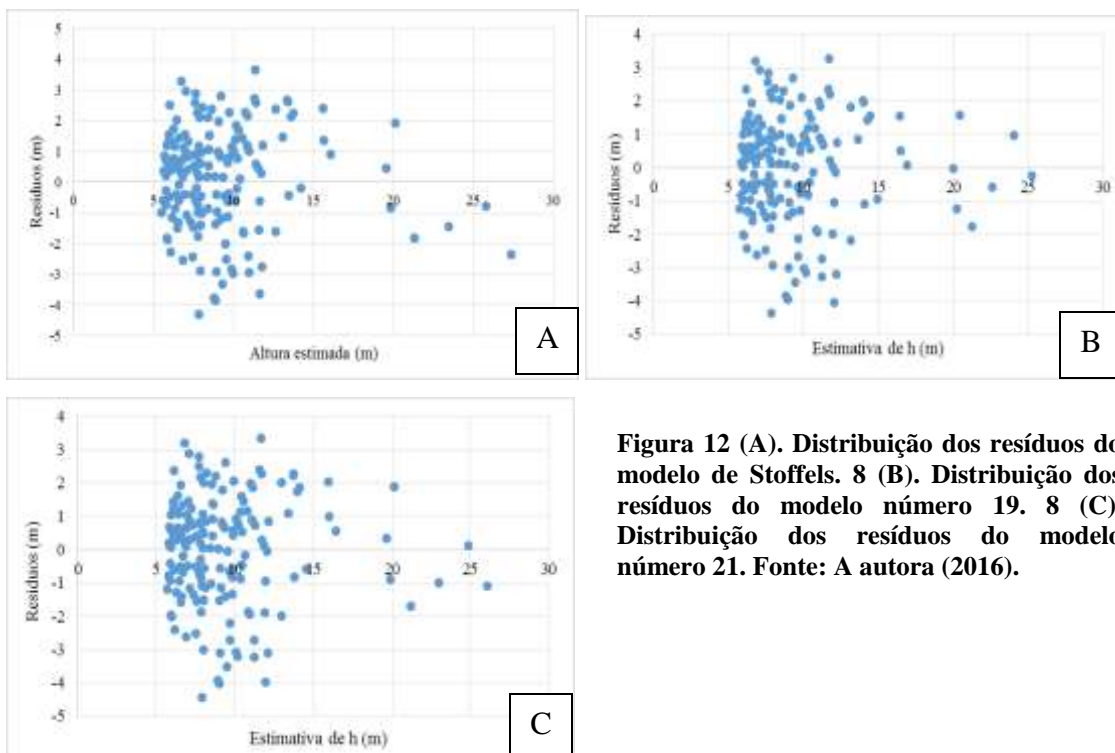


Figura 12 (A). Distribuição dos resíduos do modelo de Stoffels. 8 (B). Distribuição dos resíduos do modelo número 19. 8 (C). Distribuição dos resíduos do modelo número 21. Fonte: A autora (2016).

Nota-se, pelos gráficos de distribuição de resíduos dos três melhores modelos, que os resíduos do modelo de Stoffels apresentam distribuição mais homogênea do que os demais, comprovando o melhor desempenho dessa equação para estimar a altura em função do DAP de *L. divaricata*.

O Figura 13 mostra a distribuição dos valores observados e estimados pela equação, o qual apresenta uma boa tendência de estimativa.

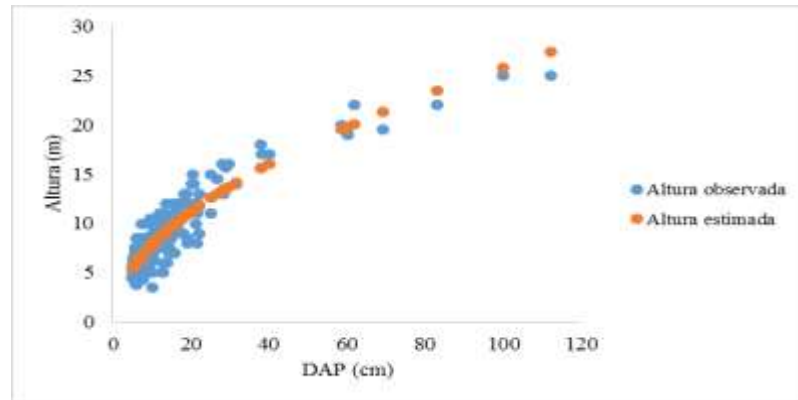


Figura 13. Distribuição dos valores observados e estimados pelo modelo de Stoffels para a espécie *L. divaricata*. Fonte: A autora (2016).

5.6.2. Relação hipsométrica para *Parapiptadenia rigida*

Na tabela 11 podem ser visualizados os parâmetros estatísticos para as equações testadas que descrevem a relação entre altura e DAP para *P. rigida*.

Tabela 11. Equações testadas para determinar a altura de *P. rigida* em função do DAP e seus respectivos parâmetros estatísticos.

N	Modelo	CV%	R ² ajus	S _{yx}	F calc	β ₀	β ₁	β ₂	β ₃	Soma das Notas
15	$Ln h = \beta_0 + \beta_1 * Ln DAP$	11,03 (1)	0,7201 (6)	0,2464 (1)	219,6481 (2)	0,882395	0,534315			10
16	$Ln h = \beta_0 + \frac{\beta_1}{DAP}$	12,24 (2)	0,6560 (7)	0,2734 (2)	163,0742 (4)	2,923149	-6,998798			15
17	$h = \beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2$	25,11 (7)	0,7717 (4)	2,6240 (7)	144,6541 (6)	5,304187	0,328083	-0,000912		24
18	$h = \beta_0 + \beta_1 DAP$	25,89 (8)	0,7574 (5)	2,7047 (8)	266,4034 (1)	6,308743	0,233861			22
19	$h = \beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2 + \beta_3 DAP^3$	23,44 (5)	0,8011 (2)	2,4489 (5)	115,1430 (7)	3,478680	0,568228	-0,006804	0,000033	19

20	$Ln h = \beta_0 + \frac{\beta_1}{DAP^2}$								
		14,22 (3)	0,5350 (8)	0,3178 (3)	98,8102 (8)	2,613189	30,114620		22
21	$h = \beta_0 + \beta_1 \ln DAP + \beta_2 \ln^2 DAP$	24,10 (6)	0,7898 (3)	2,5177 (6)	160,7042 (5)	5,565542	-2,108231	1,470651	20
22	$h = \beta_0 + \frac{\beta_1}{DAP} + \beta_2 DAP^2$								
		23,18 (4)	0,8055 (1)	2,4219 (4)	177,0179 (3)	10,316655	30,803982	0,178694	12

Onde h= altura total (m), DAP= Diâmetro a Altura do Peito (cm), ln= logaritmo neperiano, N: número do modelo (conforme ordenação descrita na metodologia), CV%: coeficiente de variação, em porcentagem, R²ajus: coeficiente de determinação ajustado, Syx: erro médio quadrático, F calc: valor de F calculado, β_0 , β_1 , β_2 e β_3 : parâmetros dos modelos. Fonte: A Autora (2016).

Assim como *L. divaricata*, o modelo hipsométrico que apresentou melhor desempenho para estimar a altura de *P. rigida* foi o modelo de Stoffels (modelo número 15), notada por:

$$h = \exp^{0,88234 + 0,5343 \cdot \ln(dap)}$$

Essa equação apresentou o menor coeficiente de variação (11,03%), o menor erro médio quadrático (0,2464), o segundo maior valor de F calculado (219,6481), mas o valor de coeficiente de determinação ajustado foi o sexto maior (0,7201), mas na avaliação geral dos parâmetros, essa foi a equação que melhor se apresentou.

Além disso, comparando-se os resíduos dessa equação com a segunda equação com melhor avaliação geral (modelo 22 acima), o modelo de Stoffels foi o que apresentou melhor distribuição dos resíduos, conforme ilustra a Figura 14.

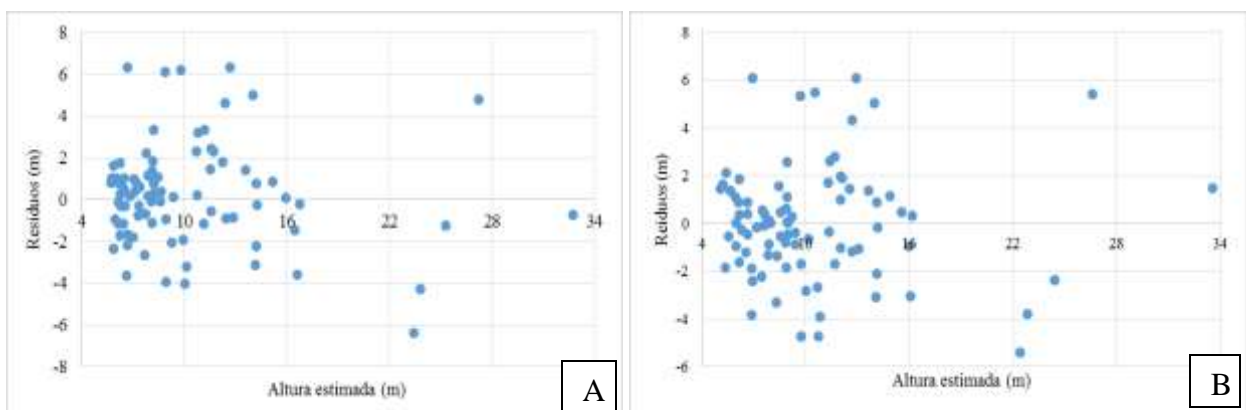


Figura 14 (A). Distribuição dos resíduos do modelo de Stoffels. 11 (B). Distribuição dos resíduos do modelo número 22. Fonte: A autora (2016).

Apesar de ambos os modelos acima apresentar uma distribuição dos resíduos semelhantes, o modelo de Stoffels apresenta resíduos mais próximos a 0, e além disso, os outros parâmetros estatísticos amparam a escolha desse modelo.

O Figura 15, abaixo, mostra a distribuição dos valores observados e estimados pela equação, o qual apresenta uma boa tendência de estimativa, semelhante ao comportamento observado na estimativa das alturas de *L. divaricata*.

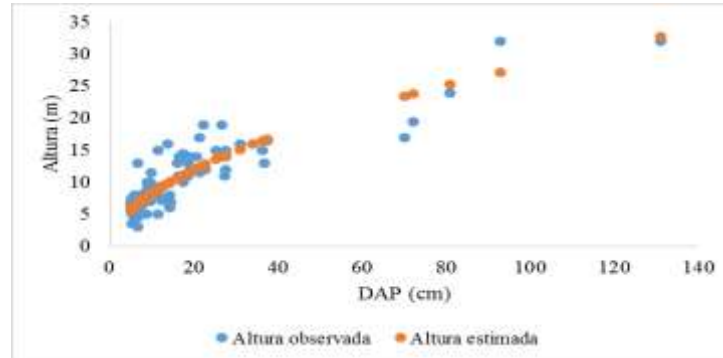


Figura 15. Distribuição dos valores observados e estimados para a equação de Stoffels para a espécie *P. rigida*. Fonte: A autora (2016).

5.6.3. Relação hipsométrica para *Nectandra megapotamica*

Na tabela 12 podem ser visualizados os parâmetros estatísticos para as equações testadas que descrevem a relação entre altura e DAP para *N. megapotamica*.

Tabela 12. Equações testadas para determinar a altura de *N. megapotamica* em função do DAP e seus respectivos parâmetros estatísticos.

N	Modelo	CV%	R ² ajus	S _{yx}	F calc	β ₀	β ₁	β ₂	β ₃	Soma das Notas
15	$\ln h = \beta_0 + \beta_1 \ln dap$	8,25 (1)	0,6416 (2)	0,1839 (1)	142,4119 (1)	1,2332	0,3655			05
16	$\ln h = \beta_0 + \frac{\beta_1}{dap}$	8,73 (2)	0,5986 (7)	0,1946 (2)	118,8249 (3)	2,6081	-4,6808			14
17	$h = \beta_0 + \beta_1 dap + \beta_2 dap^2$	18,73 (7)	0,6203 (5)	1,8222 (7)	65,5388 (7)	5,2592	0,3023	-0,0024		26
18	$h = \beta_0 + \beta_1 dap$	19,02 (8)	0,6085 (6)	1,8504 (80)	123,7838 (2)	6,3069	0,1796			24
19	$h = \beta_0 + \beta_1 dap + \beta_2 dap^2 + \beta_3 dap^3$	18,06 (4)	0,6470 (1)	1,7569 (4)	49,2704 (8)	2,6578	0,7687	-0,0236	0,0003	17
20	$\ln h = \beta_0 + \frac{\beta_1}{dap^2}$	9,83 (3)	0,4914 (8)	0,2191 (3)	77,3323 (4)	2,4184	20,7565			18
21	$h = \beta_0 + \beta_1 \ln DAP + \beta_2 \ln^2 DAP$	18,42 (6)	0,6330 (4)	1,7914 (6)	69,1399 (6)	2,6609	1,6019	0,3433		22
22	$h = \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{1}{dap}\right) + \beta_2 \cdot dap$	18,35 (5)	0,6356 (3)	1,7851 (5)	69,9071 (50)	8,9929	18,6717	0,1180		18

Onde h= altura total (m), DAP= Diâmetro a Altura do Peito (cm), ln= logaritmo neperiano, N: número do modelo (conforme ordenação descrita na metodologia), CV%: coeficiente de variação, em porcentagem, R²ajus: coeficiente de determinação ajustado, S_{yx}: erro médio quadrático, F calc: valor de F calculado, β₀, β₁, β₂ e β₃: parâmetros dos modelos. Fonte: A Autora (2016).

Assim como *L. divaricata* e *P. rigida*, o modelo hipsométrico que apresentou melhor desempenho para estimar a altura de *N. megapotamica* foi o modelo de Stoffels (modelo número 15), notado por:

$$h = \exp^{1,2332+0,3655 \cdot \ln(dap)}$$

Essa equação apresentou o menor coeficiente de variação (CV) (8,25%), o segundo maior valor de coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}) (0,6416), o menor erro médio quadrático (Syx) (0,1839) e o maior valor de F calculado (142,4119), apresentando, portanto, a melhor avaliação geral dos parâmetros.

Os resíduos dessa equação podem ser observados no Figura 16A, abaixo. Apesar dos resíduos não apresentarem muita homogeneidade entre os mesmos, esse foi o modelo cujos parâmetros estatísticos se sobressaíram em comparação aos demais. O Figura16B ilustra a altura estimada utilizando-se o modelo e a altura observada a campo, comportando-se bem aos dados observados e não apresentando diferenças muito acentuadas.

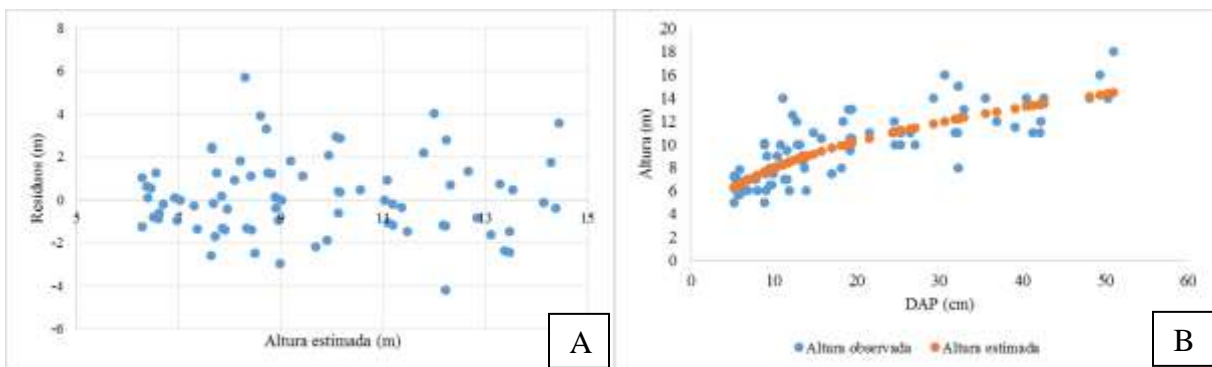


Figura 16 (A). Distribuição dos resíduos do modelo de Stoffels para a espécie *N. megapotamica*. **Figura 16 (B).** Distribuição dos valores observados e estimados para a equação de Stoffels para a espécie *N. megapotamica*. **Fonte:** A autora (2016).

De maneira geral, o ajuste das relações hipsométricas para as três espécies mostraram resultados satisfatórios. Todas as equações ajustadas apresentaram coeficiente de variação menor que 12%, coeficiente de determinação ajustado maior que 0,60, erro médio quadrático menor que 0,25m e valores de F calculado superiores a 140, tendo destaque para o valor de F calculado para a equação ajustada para a espécie *L. divaricata*, que foi de 446,41.

Os valores do coeficiente de determinação ajustado para as espécies *L. divaricata* e *P. rigida* foram semelhantes aos obtidos por Curto et al. (2014, p. 60), que encontraram índices superiores a 0,74 para a estimativa da altura total sem estratificação de dados em FES no Espírito Santo. Os mesmos autores obtiveram erros acima de 20%, sendo que consideraram esses valores, tanto do R^2 ajustado quanto do erro em porcentagem, aceitáveis pelo fato de se tratar de uma floresta inequiana.

Já o coeficiente de determinação ajustado verificado para a espécie *N. megapotamica* foi semelhante aos encontrados por Ratuchne (2015, p. 49), onde o autor encontrou baixos valores de R^2 , variando de 0,43 a 0,55, para equações testadas para estimar a altura das árvores em fragmentos de FOM no Paraná (sem estratificação por espécie). Isso se deve a uma grande heterogeneidade dos dados de *N. megapotamica*, gerando uma baixa relação da variável dependente (altura) com a variável independente (DAP), onde algumas árvores com diâmetro grande apresentaram alturas pequenas e vice-versa, assim como coloca Azevedo (2009, p. 24), diferentemente das espécies *L. divaricata* e *P. rigida*, que apresentaram parâmetros melhores do que *N. megapotamica*, indicando uma relação mais forte entre altura total e DAP.

Tanto Araujo et al. (2012, p. 260) quanto Curto et al. (2014, p.60) afirmam que esse comportamento dos valores de coeficiente de determinação ajustados (não tão próximos a unidade, sobretudo os valores obtidos pelos primeiros autores) são esperados em florestas naturais, devido à baixa correlação entre altura total e o diâmetro das árvores. Além disso, em florestas naturais, a distribuição diamétrica tende a seguir o modelo de um J invertido (ou exponencial negativo), onde a grande maioria dos indivíduos concentra-se nas classes menores de diâmetro, ao mesmo tempo em que observa-se uma grande variabilidade de altura total nesses indivíduos (CURTO et al., 2014, p. 60).

Vários fatores afetam a variabilidade da altura total dos indivíduos em florestas nativas. Machado et al. (2008, p. 12) expõem que a relação hipsométrica para altura total é afetada pela espécie, posição sociológica, idade, tamanho de copa, densidade, sítio e práticas silviculturais em geral. Além disso, também deve-se salientar que diferentes relações h/d também são reflexo do hábito ecológico das espécies e sua tolerância a luz (SANQUETTA et al., 2013, p. 109).

Para tentar reduzir os erros e aumentar a precisão de relações hipsométricas em florestas nativas, vários autores sugerem que seja feita uma estratificação dos dados das alturas, onde podem ser alcançados melhores resultados (SANQUETTA et al., 2013, p. 112; STAUB et al., 2014, p. 4). Também pode ser feita a estratificação por espécie, assim como sugere Sanquetta et al. (2013, p. 112), mas mesmo que haja o ajuste de equações hipsométricas para uma única espécie, o coeficiente de determinação ainda costuma ser baixo e o erro padrão elevado (RATUCHNE, 2015, p. 50).

Com relação ao modelo hipsométrico escolhido, de Stoffels, o mesmo é muito utilizado para estimativa de alturas em função do DAP. Curto et al. (2014, p. 61) observaram que esse

modelo foi o que apresentou o melhor desempenho para estimar as alturas de *Apuleia leiocarpa* e *Erythroxylum plowmanii*, duas espécies de FES presentes em um fragmento florestal localizado no Espírito Santo. Em trabalho realizado por Araújo et al. (2012, p. 266), os autores verificaram que, para 5 de 12 equações testadas, o melhor modelo foi o de Stoffels para plantios de Candeia. O modelo de Stoffels também foi o que apresentou melhor performance para estimar a altura total de *A. angustifolia*, no capão da Engenharia Florestal da UFPR, no trabalho de Machado et al. (2008, p. 15).

6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente trabalho permitiram observar que a floresta está em estágio intermediário a avançado de regeneração, com uma grande diversidade de espécies. Dentre essas, as espécies com maior densidade foram *Luehea divaricata*, *Sebastiania brasiliensis* e *Parapiptadenia rigida* e as espécies com maior índice de valor de importância, em ordem decrescente, foram *L. divaricata*, *P. rigida* e *Nectandra megapotamica*.

Destaca-se, também, o valor de conservação do fragmento florestal em questão, devido ao fato do mesmo abrigar populações de espécies em processos de extinção local, tais como *Balfourodendron riedelianum*, *Araucaria angustifolia*, *Cedrella fissilis*, dentre outras.

A floresta como um todo, bem como as espécies *L. divaricata*, *S. brasiliensis* e *P. rigida* apresentaram melhor aderência à função de densidade probabilística diamétrica Ln-Normal. O modelo matemático que melhor representou as relações hipsométricas das espécies *L. divaricata*, *P. rigida* e *N. megapotamica* foi o modelo de Stoffels.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, M. K.; NETTO, S. P.; LINGNAU, C.; PESK, V. A.; MARTINS NETO, R. P. Estrutura espacial de três espécies arbóreas relacionadas ao setor alimentício. **Revista Floresta**, v. 45, n. 1, p. 75-84, 2015.

ARAUJO, E. J. G.; PELISSARI, A. L.; DAVID, H. C.; SCOLFORO, J. R. S.; PELLICO NETO, S.; MORAIS, V. A. Relação hipsométrica para candeia (*Eremanthus erythropappus*) com diferentes espaçamentos de plantio em Minas Gerais, Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 71, p. 257-268, 2012.

ARAUJO JUNIOR, Carlos A. et al. Projeção da distribuição diamétrica de povoamentos de eucalipto em diferentes amplitudes de classe. **Pesq. Agrop. Bras.**, v. 45, n. 11, p. 1275-1281, 2010.

AZEVEDO, Taciana L. **Ajuste de equações hipsométricas e volumétricas para um povoamento de *Eucalyptus* sp., localizado na Floresta Nacional do Ibura, Sergipe.** 2009. 38 f. Monografia - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2009.

BARDDAL, Murilo L.; RODERJAN, Carlos V.; GALVÃO, Franklin; CURCIO, Gustavo R. Caracterização florística e fitossociológica de um trecho sazonalmente inundável de floresta aluvial, em Araucária, PR. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 2, p. 37-50, 2013.

BATISTA, Anderson P. B.; MARANGON, Luiz C.; LIMA, Robson B.; SANTOS, Rubeni C.; BARACHO JUNIOR, Expedito. Estrutura fitossociológica, diamétrica e hipsométrica da comunidade arbórea de um fragmento de floresta atlântica no município de Moreno, Pernambuco, Brasil. **Revista Verde**, v. 7, n. 5, p. 114-120, 2012.

BATISTA, Joao L. F. **A função Weibull como modelo para a distribuição de diâmetros das espécies arbóreas tropicais.** 116 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). USP/ESALQ, Piracicaba-SP, 1989.

CAMPOS, João C. C.; LEITE, Hélio G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas.** Viçosa, MG: Ed. UFV, 2013.

CARELLI NETO, Camila. **Dinâmica da distribuição diamétrica de povoamentos de *Pinus taeda* L. em diferentes idades e espaçamentos.** 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), UFSM, Santa Maria, 2008.

CHAVES, Alan D. C. G.; SANTOS, Rosélia M. S.; SANTOS, José O.; FERNANDES, Almair A.; MARACAJÁ, Patrício B. A importância dos levantamentos florístico e fitossociológico para a conservação e preservação das florestas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande-PB, v. 9, n. 2, p. 43-48, 2013.

CONAMA. **Resolução nº 4 de 1994** – Estágio sucessionais da vegetação da Mata Atlântica. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1994_004.pdf>. Acesso em: 20 Nov. 2016.

CORDEIRO, Juliano; RODRIGUES, William A. Caracterização fitossociológica de um remanescente de floresta ombrófila mista em Guarapuava, PR. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n. 3, p. 545-554, 2007.

CORTE, Ana P. D.; SANQUETTA, C. R.; BERNI, D. M. Modelos de simulação para classe diamétrica de *Populus* sp. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, v. 2, n. 3, p. 33-40, 2004.

CURTO, R. A.; LOUREIRO, G. H.; MORA, R.; MIRANDA, R. O. V.; PELLICO NETTO, S.; SILVA, G. F. Relações hipsométricas em floresta estacional semidecidual. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 57, n. 1, p. 57-66, 2014.

ENGEL, Vera L.; FONSECA, Renata C. B.; OLIVEIRA, Renata E. Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 43-64, 1998.

FARIAS, José A. C.; TEIXEIRA, Italo F.; PES, Luis S.; ALVAREZ FILHO, Adelino. Estrutura fitossociológica de uma floresta estacional decidual na região de Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, v. 4, n. 1, p. 109-128, 1994.

FERREIRA, Júlio C. S. **Análise da estrutura diamétrica em povoamentos de florestas plantadas a partir de funções de densidade de probabilidade**. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

FOERSTER, M. Strukturanalysis eines tropischen regenwaldes in Kolumbien. **Allg. Forst - U.J.: ZTG**, Wien, v. 144, n. 1, p. 1-8, 1973.

FREITAS, Welington K.; MAGALHÃES, Luís M. S. Métodos e parâmetros para estudo da vegetação com ênfase no estrato arbóreo. **Floresta e Ambiente**, Seropédica-RJ, v. 19, n. 4, p. 520-540, 2012.

GAVA, Fernando H. **Danos na copa: crescimento, produção e desbaste em povoamentos clonais e seminais de Teca em duas regiões de Mato Grosso**. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais), Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2015.

GESSER, Maurício J. **Determinação da taxa de corte sustentável para a *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em um remanescente florestal no município de Dois Vizinhos-PR**. 2014. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso – UTFPR, Dois Vizinhos, 2014.

GOMIDE, Lucas R.; SCOLFORO, Jose R. S.; OLIVEIRA, A. D. Análise da diversidade e similaridade de fragmentos florestais nativos na Bacia do Rio São Francisco, em Minas Gerais. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 2, p. 127-144, 2006.

GORENSTEIN, Mauricio R.; BECHARA, Fernando C.; ESTEVAN, Daniela A.; SGARBI, Ana S.; GALLO, Iris C. Estrutura e diversidade da comunidade arbórea na trilha ecológica da UTFPR, Campus Dois Vizinhos através do método de quadrantes. In: IV Seminário de Sistemas de Produção Agropecuária – Ciências Agrárias, Animais e Florestais, 2010, Dois Vizinhos. **Anais...** Dois Vizinhos: UTFPR, 2010. 1-4 p.

HANN, D. W.; BARE, B. B. **Uneven-aged forest management: state of the art (or science?)**. US Department of Agriculture, Ogden, Utah, 1979.

HIGUCHI, Francisco G. **Dinâmica de volume e biomassa da floresta de terra firme do Amazonas**. 201f. Tese (Doutorado em Manejo Florestal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

HIGUCHI, Niro; JARDIM, Fernando C. S.; SANTOS, Joaquim; ALENCAR, Jurandyr C. Bacia 3 – inventário diagnóstico da regeneração natural. **Acta Amazônica**, v. 15, p. 199-233, 1985.

IAP – Instituto Ambiental do Paraná. **PORTARIA Nº 125, DE 07 DE AGOSTO DE 2009** – Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras do Estado do Paraná. 2009.

IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná. **Cartas climáticas do Paraná** – classificação climática. 2015. Disponível em:

<<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>>. Acesso em: 28 nov. 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 2 ed.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE – IUCN. **IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2016.2. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>>. Acesso em: 15 out. 2016.

ITCG – Instituto de Terras, Cartografia e Geociências. **Formações fitogeográficas – Estado do Paraná**. 2009. Curitiba: ITCG, 2009. 1 Mapa. Escala: 1:2.000.000.

LANA, Mayara D.; BRANDÃO, Carlos F. L. S.; PÉLLICO NETO, Sylvio; MARANGON, L. C.; RETSLAFF, Fabiane A. S. **Floresta**, v. 43, n. 1, p. 59-68, 2013.

LANA, Mayara D.; DALLAGNOL, Felipe S.; MONGON, F.; SANQUETTA, Carlos R.; CORTE, Ana P. D. Modelagem da distribuição diamétrica de *Ilex paraguariensis* (A. St.-Hil.) m um fragmento de floresta ombrófila mista – São João do Triunfo, Paraná, Brasil. In: VI Congresso Florestal Paranaense, Curitiba, Brasil. **Anais...** Curitiba: Malinovski Florestal, 2012.

LIMA, João P. C.; LEÃO, João R. A. Dinâmica de crescimento e distribuição diamétrica de fragmentos de florestas nativa e plantada na Amazônia Sul Ocidental. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 1, p. 70-79, 2013.

LOPES, Sérgio F. et al. Caracterização ecológica e distribuição diamétrica da vegetação arbórea em um remanescente de floresta estacional semidecidual, na Fazenda Experimental do Glória, Uberlândia, MG. **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v. 27, n. 2, p. 322-335, 2011.

MACHADO, Sebastião A.; AUGUSTYNCZIK, Alan L. D.; NASCIMENTO, Rodrigo G. M.; FIGURA, Marco A.; SILVA, Luis C. R.; MIGUEL, Eder P.; TÊO, Saulo J. Distribuição diamétrica de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em um fragmento de floresta ombrófila mista. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 2, p. 103-110, 2009a.

MACHADO, Sebastião A.; AUGUSTYNCZIK, Alan L. D.; NASCIMENTO, Rodrigo G. M.; TÊO, Saulo J.; MIGUEL, Eder P.; FIGURA, Marco A.; SILVA, Luis C. R. Funções de distribuição diamétrica em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 39, n. 8, p. 2428-2434, 2009b.

MACHADO, Sebastião A.; FIGUEIREDO FILHO, Afonso. **Dendrometria**. Guarapuava: Unicentro, 2009.

MACHADO, Sebastião A.; NASCIMENTO, Rodrigo G. M.; AUGUSTYNCZIK, Alan L. D.; SILVA, Luis C. R. FIGURA, Marco A.; PEREIRA, Eder M.; TÊO, Saulo J. Comportamento da relação hipsométrica de *Araucaria angustifolia* no capão da Engenharia Florestal da UFPR. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 56, p. 5-16, 2008.

MARANGON, Luiz C.; FELICIANO, Ana L. P.; BRANDÃO, Carlos F. L. S.; ALVES JÚNIOR, Francisco T. Relações florísticas, estrutura diamétrica e hipsométrica de um fragmento de floresta estacional semidecidual em Viçosa (MG). **Revista Floresta**, Curitiba-PR, v. 38, n. 4, p. 699-709, 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Mata Atlântica**. 2015. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>>. Acesso em: 20 out. 2015.

MOURA, Amanda C. P. **Estrutura da comunidade arbórea do remanescente florestal da UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos**. 2014. 85f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior em Engenharia Florestal. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2014.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims & methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1974. 574 p.

NOWATZKI, Alexei. **Vegetação do Paraná**. 2015. Disponível em: <<http://professoralexeinowatzki.webnode.com.br/geografia-do-parana/vegeta%C3%A7%C3%A3o%20do%20parana/>>. Acesso em: 28 set. 2015.

NUNES, Yule R. F.; MENDONÇA, Andrea V. R.; BOTEZELLI, Luciana; MACHADO, Evandro L. M.; OLIVEIRA-FILHO, Ary T. Variações de fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG. **Acta Botânica Brasileira**, v. 17, n. 2, p. 213-229, 2003.

PREFEITURA MUNICIPAL DE DOIS VIZINHOS. **Dados gerais**. 2013. Disponível em: <<http://doisvizinhos.pr.gov.br/sobre-o-municipio/dados-gerais/>>. Acesso em: 30 set. 2015.

POORE, M. E. D. The use of phytosociological methods in ecological investigations: I. The Braun-Blaquet System. **The Journal of Ecology**, v. 43, n. 1, p. 226-244, 1955.

RATUCHNE, L. C. **Biomassa e carbono: equações e dinâmica em fragmentos de floresta ombrófila mista no Paraná**. Tese (Doutorado em Manejo Florestal). 103 f. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

SÁ-FURLANETE, K. L. V. R.; YAMAMOTO, K.; VIEIRA, A. O. S.; SHEPHERD, G. J. O ecótono floresta estacional semidecidual/floresta ombrófila mista em São Jerônimo da Serra (Paraná): relações florísticas regionais na bacia do Rio Tibagi. In: VIII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 1, 2007, Caxambu-MG. **Anais...** Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2007. 1-4 p.

SAĞLAM, C. A phytosociological study of the forest, shrub, and steppe vegetation of Kızıldağ and environs (Isparta, Turkey). **Turkish Journal of Botany**, v. 37, p. 316-335, 2013.

SANQUETTA, Carlos R.; PIZATTO, Walquiria; PELLICO NETO, Sylvio; FIGUEIREDO FILHO, Afonso; EISFELD, Rozane L. Estrutura vertical de um fragmento de floresta ombrófila mista no centro-sul do Paraná. **Floresta**, v. 32, n. 2, p. 267-276, 2002.

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; RODRIGUES, A. L.; WATZLAWICK, L. F. **Inventários Florestais: planejamento e execução**. Curitiba: Multi-Graphic, 2014. 406 p.

SCOLFORO, J. R. S. **Biometria florestal: Modelos de crescimento e produção florestal**. Lavras, UFLA/FAEPE. p.393, 2006.

SHEYKHOLESLAMI, A.; KIA PASHA, K.; KIA LASHAKI, A. A study of tree distribution in diameter classes in natural forests of Iran (case study: Liresara Forest). **Annals of Biological Research**, v. 2, n. 5, 2011, p. 283-290.

SILVA, José W. L.; LIMA, Robson B.; CORDEIRO, Márcio; OLIVEIRA, Cinthia P.; SILVA, D. A. S. Ajuste função log-normal para estimativa da estrutura diamétrica de um povoamento de *Eucalyptus urophylla* no Amapá. In: IV CONEFLO e III SEEFLO, Vitória da Conquista, Bahia. **Anais...** UESB, Vitória da Conquista-BA, 2013.

SILVA, Luciana A.; SOARES, João J. Levantamento fitossociológico em um fragmento de floresta estacional semidecídua, no município de São Carlos, SP. **Acta Botânica Brasileira**, v. 1, n. 2, p. 205-216, 2002.

SILVA, Valéria M. **Caracterização estrutural da comunidade arbórea-arbustiva de um fragmento do parque municipal Jirau Alto, Dois Vizinhos, Paraná.** 2015. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso – UTFPR, Dois Vizinhos, 2015.

SOARES, Carlos P. B.; MARTINS, Fabrina B.; LEITE JUNIOR, Heitor U.; SILVA, Gilson F.; FIGUEIREDO, Livia T. M. Equações hipsométricas, volumétricas e de *taper* para onze espécies nativas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 35, n. 5, p. 1039-1051, 2011a.

SOARES, Carlos P. B.; PAULA NETO, Francisco; SOUZA, Agostinho L. **Dendrometria e inventário florestal.** Viçosa: Editora UFV, 2011b.

SOUZA, Agostinho L.; SOARES, Carlos P. B. **Florestas nativas: estrutura, dinâmica e manejo.** Viçosa: Editora UFV, 2013.

SOUZA, Deoclides R.; SOUZA, Agostinho L.; GAMA, João R. V.; LEITE, Helio G. Emprego de análise multivariada para estratificação vertical de florestas inequidâneas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 1, p. 59-63, 2003.

SOUZA, Deoclides R.; SOUZA, A. L.; LEITE, H. G.; YARED, J. A. G. Análise estrutural em floresta ombrófila densa de terra firme não explorada, Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, v. 30, n. 1, p. 75-87, 2006.

SOUZA, Ronan F. **Fitossociologia e dinâmica da vegetação arbórea no Parque Nacional do Iguaçu.** 2015. 135 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

STAUB, Camila M. M.; SANQUETTA, Carlos R.; CORTE, Ana P. D.; SANQUETTA, Mateus N. I.; VASCONCELLOS, Bruna N. Equações hipsométricas para plantios mistos de restauração florestal na Mata Atlântica em Seropédica-RJ. **Enciclopédia Brasileira**, Goiânia-GO, v. 10, n. 18, p. 1-7, 2014.

TÉO, Saulo J. et al. Modelagem da distribuição diamétrica de um fragmento de floresta ombrófila mista em Lebon Régis, SC. **Floresta**, v. 45, n. 2, p. 337-348, 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Estrutura Diamétrica.** 2015. Disponível em: <ftp://www.ufv.br/def/disciplinas/ENF642/PROVA_1/CAP_I ESTRUTURA-PARTE_4.pdf>. Acesso em: 27 Ago. 2015.

VIANI, Ricardo A. G. et al. Caracterização florística e estrutural de remanescentes florestais de Quedas do Iguaçu, Sudoeste do Paraná. **Biota Neotrópica**, v. 11, n. 1, p. 115-128, 2011.